# Polynésie septembre 2019

19PYSCSPO3

## EXERCICE II : L'EXPLORATION DE L'ASTÉROÏDE RYUGU (7 POINTS)

Hayabusa 2, « faucon-pèlerin » en japonais, est arrivée à bon port. Après avoir quitté la Terre en décembre 2014, la sonde japonaise a atteint le 27 juin 2018 l'astéroïde Ryugu, d'environ 900 m de diamètre, situé à 280 millions de kilomètres de la Terre. Objectif ? Collecter et rapporter sur Terre en décembre 2020 quelques milligrammes d'échantillons, matériaux très anciens témoignant de la formation du système solaire.

*D'après Sciences et Avenir, 27 juin 2018*

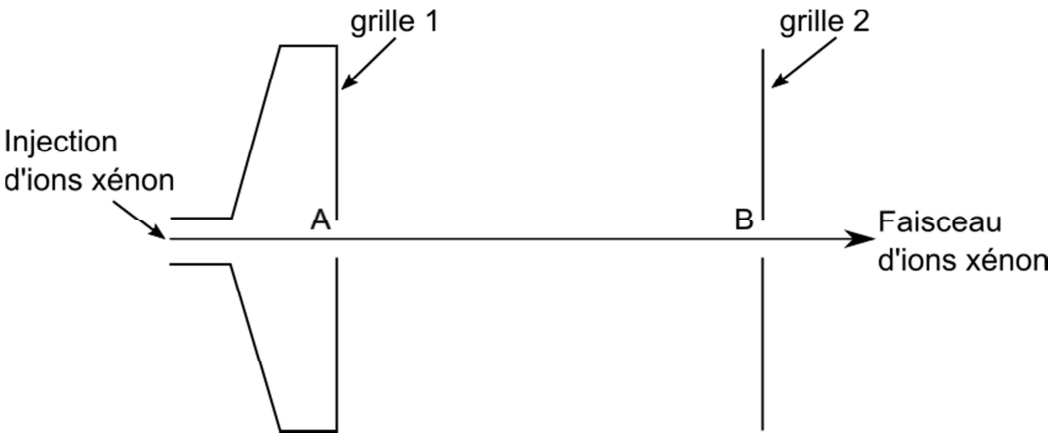
On se propose, dans cet exercice, d'étudier le mode de propulsion de la sonde Hayabusa 2, la transmission de données photographiques, le largage du module Mascot (Mobile asteroid surface scout) et la composition de la matière de l'astéroïde.

### 1. Propulsion de la sonde Hayabusa 2

La sonde Hayabusa 2 dispose de quatre moteurs à propulsion ionique au xénon qui sont utilisés pour ajuster sa trajectoire. Chaque moteur éjecte à grande vitesse des ions xénon par sa tuyère, ce qui a pour effet de pousser la sonde à l'opposé de celle-ci. Ce moteur convient pour de longs voyages spatiaux, puisqu'il consomme peu.

*D'après CNESmag Educ n°63 - octobre 2014*

Un schéma simplifié du moteur à propulsion ionique de la sonde Hayabusa 2 est donné ci-dessous :




Des ions xénon $Xe^+$ sont lentement injectés dans une première chambre. On considère que leur vitesse initiale est nulle au point A. Ils sont ensuite fortement accélérés par le champ électrostatique horizontal supposé uniforme qui règne entre deux grilles planes verticales aux bornes desquelles on applique une tension électrique $U$ = 1500 V. Finalement, les ions xénon sont éjectés du moteur par le point B. On négligera le poids des ions xénon $Xe^+$ par rapport à la force électrique qui s'exerce sur eux.



Le corrigé détaillé est sur galilee.ac
Page 1 / 4
Sujet officiel du baccalauréat · Ministère de l'Éducation nationale
Voir le corrigé
scanner ou cliquer

# Polynésie septembre 2019

19PYSCSPO3

**Données :**

- Masse d'un ion xénon $Xe^+$ : $m_{Xe+} = 2{,}18 \times 10^{-25}$ kg
- Masse de la sonde Hayabusa 2 : $m_{sonde} = 608{,}6$ kg
- Charge élémentaire : $e = 1{,}60 \times 10^{-19}$ C

1.1. Représenter sur la copie les grilles 1 et 2 puis, sans souci d'échelle, le champ électrostatique $\vec{E}$ en un point quelconque situé entre les grilles pour qu'un ion $Xe^+$ soit accéléré de la grille 1 à la grille 2. Justifier.

1.2. On étudie le mouvement d'un ion xénon $Xe^+$ de masse $m_{Xe+}$ dans le référentiel du moteur supposé galiléen.
Cet ion quitte le point A avec une vitesse initiale nulle. Son énergie cinétique au point B est alors égale au travail de la force électrique qui s'exerce sur lui entre A et B.
Les deux grilles sont séparées par une distance $d$.
La valeur $E$ du champ électrique est reliée à la tension électrique $U$ par la relation : $E = \dfrac{U}{d}$.

1.2.1. Établir l'expression littérale du travail de la force électrique que subit l'ion xénon entre A et B en fonction de $e$, $E$ et $d$.

1.2.2. Montrer que la vitesse de l'ion xénon au point B s'écrit : $v = \sqrt{\dfrac{2 \times e \times U}{m_{Xe+}}}$.

1.2.3. Calculer la valeur de la vitesse de l'ion xénon au point B.

1.3. La sonde dispose de 66,5 kg de xénon dans ses réservoirs. Chaque moteur éjecte 0,34 mg d'ions xénon par seconde et la sonde fait fonctionner en permanence trois de ses moteurs pendant la phase de propulsion.
On étudie le système {sonde + ions xénon}, considéré comme isolé, dans le référentiel héliocentrique supposé galiléen.

À la date $t = 0$ s, le système est immobile.
À la date $t = 1$ s, la sonde a éjecté une masse d'ions xénon notée $m_{ions}$ à la vitesse $\overrightarrow{V_{ions}}$. On note $\overrightarrow{V_{sonde}}$ la vitesse de la sonde. On considère que la masse de la sonde reste constante durant cette phase.

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

$$\overrightarrow{V_{sonde}} = -\frac{m_{ions}}{m_{sonde}} \overrightarrow{V_{ions}}$$

1.3.2. En déduire pourquoi, comme indiqué dans le texte introductif, l'éjection à grande vitesse des ions xénon par la tuyère a pour effet de pousser la sonde à l'opposé de celle-ci.

1.3.3. Calculer la durée de fonctionnement maximal des moteurs. Proposer une hypothèse sur l'écart entre la durée de la mission Hayabusa 2 donnée dans l'introduction de l'exercice et la valeur obtenue.



Le corrigé détaillé est sur galilee.ac
Page 2 / 4
Sujet officiel du baccalauréat · Ministère de l'Éducation nationale
Voir le corrigé
scanner ou cliquer

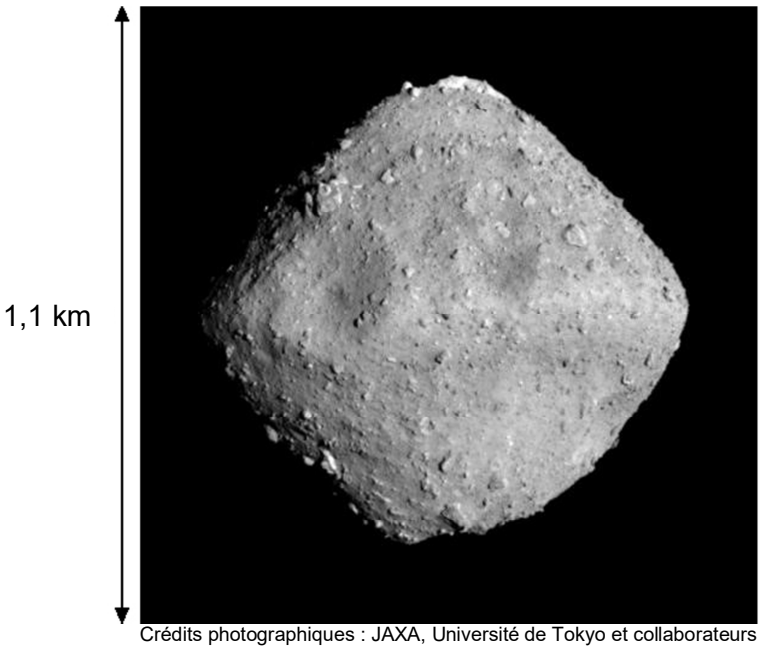
# Polynésie septembre 2019

19PYSCSPO3

## 2. Photographie de l'astéroïde Ryugu et transmission des données

La sonde Hayabusa 2 communique les données scientifiques avec la Terre en transmettant des signaux avec un débit de transmission de 32 kilobits par seconde.

La photographie ci-après de l'astéroïde Ryugu a été acquise le 26 juin 2018 par la caméra ONC de la sonde, alors que celle-ci se trouvait à une distance de 20 km de l'astéroïde. Cette image représente un carré de 1,1 km de côté et possède une définition de 512 × 512 pixels, chaque pixel étant codé par 1 octet.




Crédits photographiques : JAXA, Université de Tokyo et collaborateurs

2.1. Est-il possible de distinguer un détail de dimension égale à 3 m sur la photographie ? Justifier.

2.2. Évaluer le diamètre moyen de l'astéroïde Ryugu à partir de sa photographie. Vérifier la cohérence du résultat avec les informations données au début de l'exercice.

2.3. Déterminer la durée nécessaire pour transmettre toutes les données de cette photographie.

## 3. Largage du module Mascot

La sonde Hayabusa 2 embarque l'atterrisseur Mascot qui doit permettre d'aider à la sélection des sites de prélèvement des échantillons. Mascot sera séparé d'Hayabusa 2 à seulement 60 m d'altitude de Ryugu le 3 octobre 2018. Après une descente balistique et sans dispositif de stabilisation, on s'attend à ce qu'il touche la surface de l'astéroïde à la vitesse de 10 $cm.s^{-1}$ avec à la clé quelques rebonds.

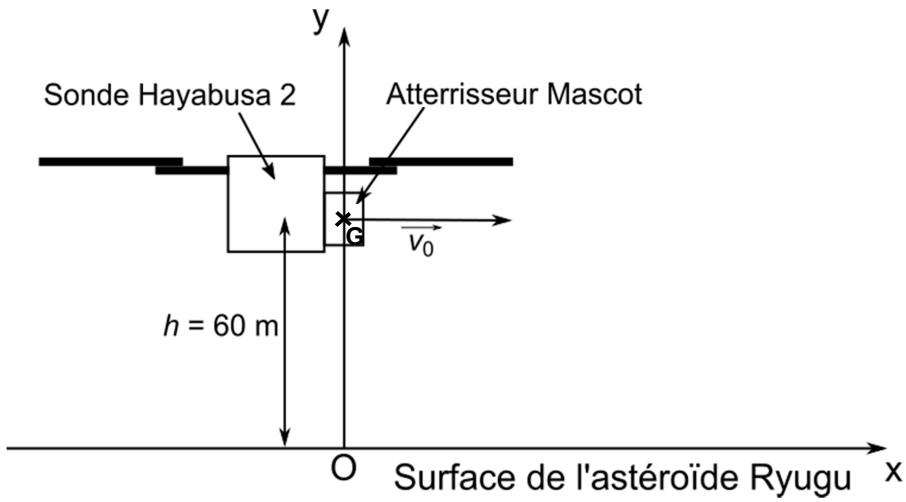
*D'après un article de Futura-Sciences, 27 juin 2018*

# Polynésie septembre 2019

19PYSCSPO3

Le mouvement de l'atterrisseur Mascot est étudié dans le référentiel de l'astéroïde supposé galiléen et muni d'un repère (Ox, Oy) comme indiqué sur le schéma ci-après.

L'atterrisseur Mascot, assimilé à un point matériel G, est largué d'une hauteur $h$ au-dessus de la surface de l'astéroïde Ryugu avec une vitesse initiale $\overrightarrow{v_0}$ horizontale alors que la sonde Hayabusa 2 est maintenue en vol stationnaire au-dessus de l'astéroïde grâce à ses propulseurs.
L'instant du largage est choisi comme origine des temps.




On considère que l'atterrisseur Mascot n'est soumis qu'à son poids.
On admet que le mouvement a lieu dans le plan (Oxy).

**Données :**

- Intensité du champ de pesanteur de l'astéroïde Ryugu : $g_R = 1{,}1 \times 10^{-4}$ m.s$^{-2}$
- Vitesse initiale de l'atterrisseur Mascot : $v_0 = 5{,}5 \times 10^{-2}$ m.s$^{-1}$
- Masse de l'atterrisseur Mascot : $m$ = 10 kg
- On assimilera l'atterrisseur Mascot à un cube de 30 cm de côté.

3.1 Montrer que les coordonnées du vecteur vitesse et du vecteur position du point matériel G modélisant l'atterrisseur Mascot sont respectivement :

$$\begin{cases} v_x(t) = v_0 \\ v_y(t) = -g_R t \end{cases} \quad \text{et} \quad \begin{cases} x(t) = v_0 t \\ y(t) = -\dfrac{g_R t^2}{2} + h \end{cases}$$

3.2 Déterminer la valeur de la vitesse de l'atterrisseur Mascot au moment où il touche la surface de l'astéroïde Ryugu.
Est-ce cohérent avec l'article de Futura-Sciences ?



Le corrigé détaillé est sur galilee.ac

Voir le corrigé
scanner ou cliquer