

## Partie 2 : Sciences physiques

### EXERCICE A – Mouvement de la sonde TGO autour de Mars

Parmi les sondes actives autour de la planète Mars, on s'intéresse à celle de l'agence spatiale européenne : Trace Gas Orbiter (TGO).

Le 21 avril 2018, la sonde TGO a débuté la phase scientifique de sa mission qui a pour objectif d'étudier la présence et l'origine des gaz (comme le méthane) présents dans l'atmosphère martienne à l'état de traces.



Figure 1. Sonde Trace Gas Orbiter

L'objectif de cet exercice est de déterminer l'altitude  $h$  de la sonde TGO au-dessus du sol martien.

#### Données :

- constante gravitationnelle :  $G = 6,7 \times 10^{-11} \text{ m}^3 \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{s}^{-2}$  ;
- masse de Mars :  $m_M = 6,4 \times 10^{23} \text{ kg}$  ;
- rayon moyen de Mars :  $r_M = 3,4 \times 10^6 \text{ m}$  ;
- période de révolution de TGO en orbite circulaire autour de Mars :  $T = 7,2 \times 10^3 \text{ s}$  ;
- le référentiel utilisé est nommé référentiel marsocentrique, il est constitué du centre de Mars et de trois étoiles lointaines dont les directions sont considérées comme fixes. Il est supposé galiléen.

Pour l'étude, on se place dans le repère de Frenet : base orthonormée  $(\vec{u}_t, \vec{u}_n)$  associée à une origine qui coïncide avec le centre de masse de TGO et on suppose que la trajectoire de TGO, assimilée à son centre de masse, est circulaire.

**Q1.** Reproduire qualitativement le schéma ci-dessous et représenter la force gravitationnelle notée  $\vec{F}_{M/TGO}$  exercée par Mars sur la sonde TGO, sans souci d'échelle.

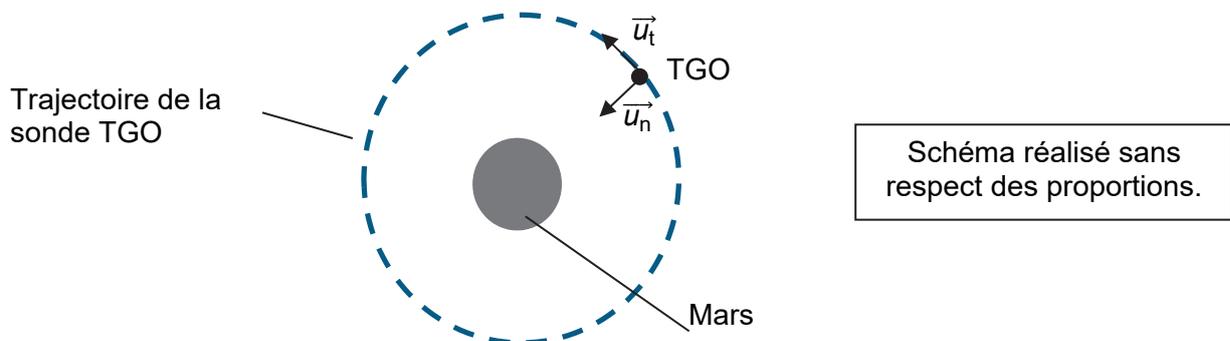


Figure 2. Schéma de la trajectoire de la sonde TGO

**Q2.** En utilisant la deuxième loi de Newton, montrer que l'expression du vecteur accélération du centre de masse  $\vec{a}_{\text{TGO}}$  de la sonde TGO dans le repère de Frenet en fonction de  $G$ ,  $m_M$ ,  $r_M$  et  $h$  altitude de la sonde TGO par rapport à la surface de Mars est :

$$\vec{a}_{\text{TGO}} = G \frac{m_M}{(r_M + h)^2} \vec{u}_n$$

**Q3.** En déduire que le mouvement du centre de masse de la sonde TGO est uniforme dans le référentiel marsocentrique.

**Q4.** Montrer que l'expression  $v_{\text{TGO}}$  de la vitesse de la sonde en fonction de  $T$ ,  $r_M$  et de l'altitude  $h$  de la sonde TGO par rapport à la surface est :

$$v_{\text{TGO}} = \frac{2 \pi (r_M + h)}{T}$$

On montre aussi que la vitesse de la sonde TGO a aussi pour expression :

$$v_{\text{TGO}} = \sqrt{\frac{G m_M}{r_M + h}}$$

**Q5.** Déterminer alors la valeur de l'altitude  $h$  de la sonde TGO par rapport à la surface.