

## Exercice B – Embouteillages et collisions dans l'espace

### Mots-clefs : décrire un mouvement, mouvement dans un champ de gravitation

Depuis le début de l'ère spatiale à la fin des années 1950, plus de cinq mille satellites ont été placés en orbite terrestre. En raison de leur durée de vie limitée, seulement un peu plus de deux mille d'entre eux sont encore en fonctionnement. Des projets récents d'accès à Internet par satellite prévoient d'augmenter considérablement leur nombre dans les années à venir. Les satellites hors service ainsi que les derniers étages des fusées participent à l'encombrement spatial et forment des millions de fragments de taille variable.

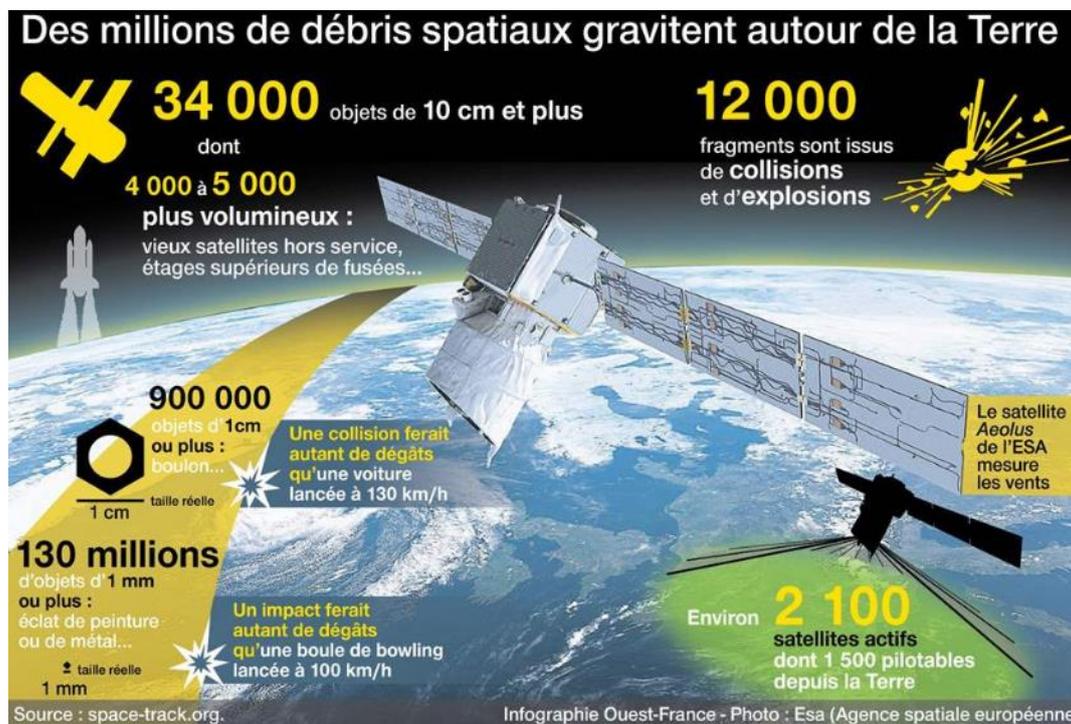
### En quoi ces débris constituent-ils un danger ? Comment s'en prémunir ?

#### Données :

- masse de la Terre :  $M_T = 5,97 \times 10^{24} \text{ kg}$  ;
- rayon de la Terre :  $R_T = 6371 \text{ km}$  ;
- constante universelle de gravitation :  $G = 6,67 \times 10^{-11} \text{ m}^3 \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{s}^{-2}$ .

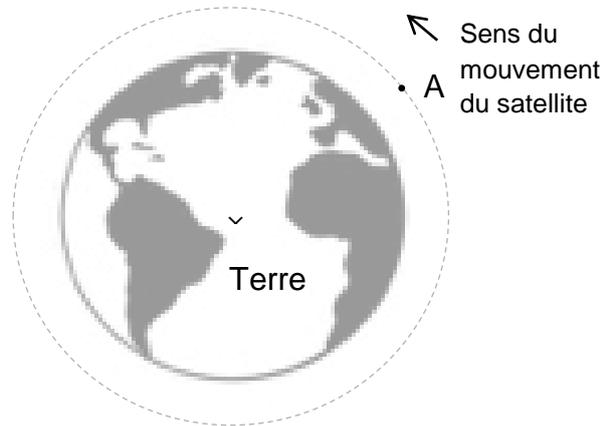
#### Les débris de l'espace

À 1 000 km d'altitude, un objet se déplace à  $30\,000 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$  et mettra 1 000 ans à s'écraser sur Terre ou brûler dans l'atmosphère. Sur cette durée, il est probable qu'il puisse rencontrer un satellite et l'endommager. Des projets sont développés pour capturer les débris existants, mais aussi pour accélérer la désorbitation des nouveaux satellites.



<https://www.ouest-france.fr/> 21 Février 2020

On considère un débris de satellite dont le centre de masse A décrit une trajectoire circulaire de rayon  $R$  dans le champ de gravitation terrestre.



1. Reproduire sur la copie le schéma représentant la trajectoire circulaire du centre de masse d'un débris de satellite autour de la Terre et représenter au point A de la trajectoire, sans souci d'échelle, les vecteurs vitesse  $\vec{v}$  et accélération  $\vec{a}$  du centre de masse du débris ainsi que la force  $\vec{F}_{T/d}$  exercée par la Terre sur le débris.
2. Établir que la vitesse du débris est constante. Donner son expression en fonction de  $G$ ,  $M_T$  et  $R$ .
3. Calculer la valeur de la vitesse d'un débris situé à une altitude de 1 000 km et commenter l'écart observé avec la valeur citée dans l'infographie ci-dessus.

Un débris métallique de  $5 \text{ mm}^3$ , à cette altitude de 1 000 km, est souvent comparé à une boule de bowling. La comparaison précise que le débris a une énergie cinétique équivalente à celle d'une boule de masse  $m_B = 3,5 \text{ kg}$  animée d'une vitesse  $v_B$ .

4. Évaluer la valeur de la vitesse  $v_B$  de cette boule de bowling. Commenter et comparer la valeur obtenue avec l'indication de l'infographie.  
*Le candidat est invité à prendre des initiatives, notamment sur les valeurs numériques éventuellement manquantes, et à présenter la démarche suivie, même si elle n'a pas abouti.*

Les nouveaux satellites, tels que Microscope lancé en 2016 par le CNES (France) à 700 km d'altitude, sont équipés d'une voile qui sera déployée pour écourter la durée de son retour sur Terre grâce à la « trainée atmosphérique », et donc sa combustion dans l'atmosphère.

5. Expliquer avec des considérations physiques ce qui permet de freiner le satellite, et pourquoi la désorbitation, et donc son retour sur Terre, est ainsi plus rapide.