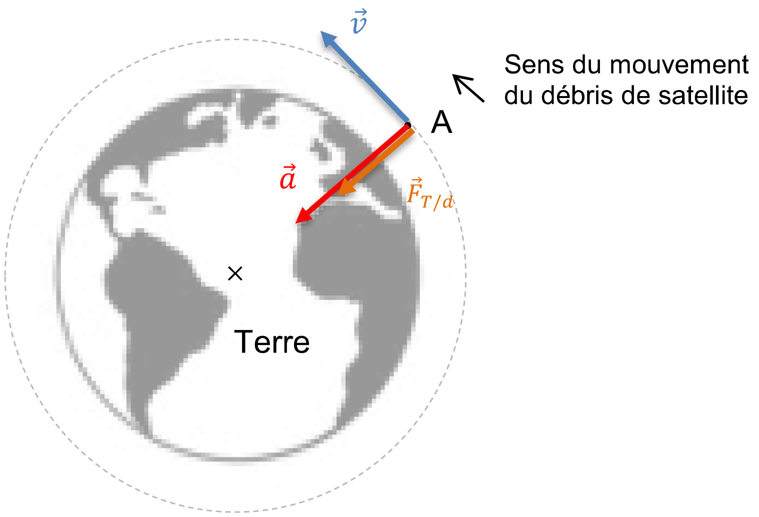
<table>
<tr><th>Questions</th><th>Exercice B – Embouteillages et collisions dans l’espace</th></tr>
<tr><td>1</td><td>



</td></tr>
<tr><td>2</td><td>

On applique la deuxième loi de Newton au centre de masse du débris de satellite de masse m dans le référentiel géocentrique (mouvement circulaire) :

$$m\vec{a} = \vec{F}_{\frac{T}{d}}$$

$$m\vec{a} = G\frac{mM_T}{R^2}\cdot\overrightarrow{u_N}$$

$$\vec{a} = G\frac{M_T}{R^2}\cdot\overrightarrow{u_N}$$

Dans le repère de Frenet, le vecteur accélération a pour expression

$$\vec{a} = \frac{dv}{dt}\cdot\overrightarrow{u_T} + \frac{v^2}{R}\cdot\overrightarrow{u_N}$$

Par identification des termes :

$$\begin{cases} \dfrac{dv}{dt} = 0 \\ \dfrac{v^2}{R} = \dfrac{GM_T}{R^2} \end{cases}$$

On en déduit :

- $v = \text{constante}$: le mouvement est circulaire uniforme
- $v = \sqrt{\dfrac{GM_T}{R}}$

</td></tr>
<tr><td>3</td><td>

Soit h l’altitude du débris. Le rayon de la trajectoire circulaire est : $R = R_T + h$.

$$v = \sqrt{\frac{GM_T}{R_T + h}}$$

$$v = 7{,}35 \times 10^3 \text{ m·s}^{-1}$$

$$v = 2{,}65 \times 10^4 \text{ km·h}^{-1}$$

Cette valeur est inférieure à la valeur de 30 000 km.h^{-1} de l’infographie (texte + image), vraisemblablement arrondie pour davantage de lisibilté, mais l’ordre de grandeur est respecté. On peut aussi évoquer le fait que l’orbite a été assimilée à une orbite circulaire pour le calcul.

</td></tr>
</table>

4	Comparons les énergies cinétiques des deux objets : Celle du débris : $E_c = \frac{1}{2}\ \rho\ V\ v^2$ Avec ρ la masse volumique du débris métallique. Exemple de l'acier : $\rho = 8 \times 10^3$ kg·m^{-3} Celle d'une boule de bowling (masses de 3 à 7 kg environ, choisissons 3,5 kg) : $E_{cB} = \frac{1}{2}\ m_B\ v_B^2$ Donnons l'expression de la vitesse v_B de la boule de Bowling en considérant $E_c = E_{cB}$. $$\frac{1}{2}\ m_B\ v_B^2 = \frac{1}{2}\ \rho\ V\ v^2$$ $$v_B = \sqrt{\frac{\rho V}{m_B}} \times v$$ Application numérique : $v_B = \sqrt{\frac{8\times10^3\ \text{kg·m}^{-3}\times5\times10^{-9}\ \text{m}^3}{3{,}5\ \text{kg}}} \times 30 \times 10^3\ \text{km·h}^{-1}$: $v_B = 1 \times 10^2\ \text{km·h}^{-1}$ La valeur de la vitesse de la boule de bowling obtenue est du même ordre de grandeur que celle donnée dans l'infographie ($100\ \text{km·h}^{-1}$). Cette comparaison permet de se rendre compte des conséquences d'une collision entre un débris et un autre satellite (l'énergie cinétique de l'objet est de l'ordre de 2 kJ).
5	La « trainée atmosphérique » est une force de frottement qui freine le satellite (énergie mécanique convertie en partie en chaleur) et le rapproche plus rapidement des hautes couches de l'atmosphère où le freinage sera encore plus fort (il peut être tellement freiné qu'il brûle). Remarque : contrairement à ce que l'on pourrait croire, la vitesse du satellite (en $R^{-1/2}$) augmente lors de ce freinage.
Questions	**Exercice C – Pollution acoustique dans une webradio**
1	On a : $I = \frac{P}{S}$ En réinjectant les valeurs numériques dans la relation mathématique précédente : $$I = \frac{4{,}0 \times 10^{-6}}{4\times\pi\times0{,}50^2} = 1{,}3 \times 10^{-6}\ \text{W·m}^{-2}$$
2	Le niveau d'intensité sonore s'exprime à partir de l'intensité sonore du signal considéré et de l'intensité sonore de référence par : $L = 10 \times \log\left(\frac{I}{I_0}\right)$ Avec les valeurs numériques : $I = 1{,}3 \times 10^{-6}$ W·m^{-2} et $I_0 = 1{,}0 \times 10^{-12}$ W·m^{-2}, on obtient : $$L = 10 \times \log\left(\frac{1{,}3 \times 10^{-6}}{1{,}0\times10^{-12}}\right) = 61\ \text{dB}$$
3	L'atténuation acoustique due à la vitre est une atténuation par absorption.
4	La distance entre le micro et la vitre est de l'ordre du mètre. Elle représente 10^{-3} de la distance entre la source, l'avion au décollage, et la vitre. On peut donc considérer que le niveau d'intensité sonore dû au décollage de l'avion au niveau du micro peut être confondu avec celui mesuré juste derrière la vitre. On calcule, dans, un premier temps l'intensité sonore du signal produit par l'avion au niveau de la vitre sans atténuation. $I_1 = \frac{P_1}{S_1}$ Soit : $I_1 = \frac{1{,}0 \times 10^5}{4\times\pi\times(4{,}0 \times 10^3)^2} = 5{,}0 \times 10^{-4}$ W·m^{-2} Le niveau sonore sans atténuation est donc : $L_1 = 10 \times \log\left(\frac{5{,}0\times10^{-4}}{1{,}0\times10^{-12}}\right)$= 87 dB On calcule le niveau d'intensité sonore derrière la vitre en tenant compte de l'atténuation par absorption : L'_1= 87 – 25 = 62 dB Le niveau sonore est supérieur à celui de la voix de l'animateur, donc l'avion constituera une gêne audible.
5	L'intensité sonore de la conversation parasite, dont la source est située à 1,50 m du récepteur, au niveau du microphone avant atténuation est $I_2 = \frac{P_2}{S_2}$ Soit : $I_2 = \frac{1{,}0 \times 10^{-6}}{4\times\pi\times1{,}50^2} = 3{,}5 \times 10^{-8}$ W·m^{-2} Son niveau d'intensité sonore est donc : $L_2 = 10 \times \log\left(\frac{I}{I_0}\right) = 10 \times \log\left(\frac{3{,}5 \times 10^{-8}}{1{,}0\times10^{-12}}\right)$ = 45 dB Pour que la conversation ne gêne pas l'émission de radio, son niveau d'intensité sonore doit valoir au maximum 30 dB. Il faut donc une atténuation minimale de 45 - 30 = 15 dB. Une détermination graphique permet de mesurer, au compas, que l'angle entre l'axe principal du microphone et la direction de la conversation doit être compris entre 129° et 231°. Voir le schéma ci-après.