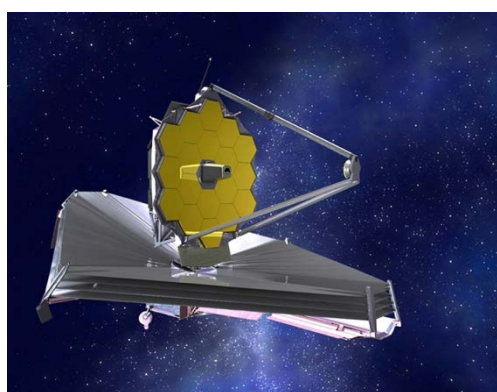


Partie 2 : Sciences physiques

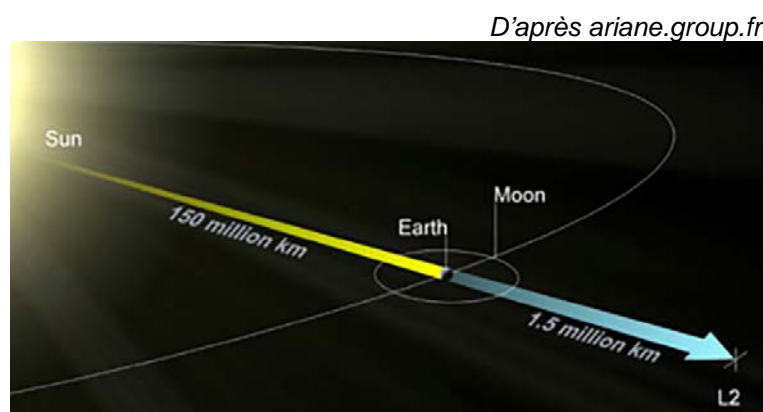
EXERCICE A – Mouvement du télescope James-Webb dans un champ de gravitation

Le télescope spatial James-Webb, lancé par Ariane 5 le 25 décembre 2021, stationne au point de Lagrange L_2 pour effectuer sa mission d'observation de l'espace lointain. L_2 est situé à environ 1,5 million de km de la Terre, soit à 1 % seulement de la distance Soleil-Terre. C'est un bon emplacement pour un observatoire de l'espace lointain comme l'est James-Webb.

L_2 est l'un des cinq points remarquables du système Soleil-Terre. Tout objet de faible masse qui s'y trouve garde sa position relative par rapport à la Terre et au Soleil en dehors de toute perturbation. Cet alignement assure au télescope de demeurer dans l'ombre portée de la Terre et donc à l'abri du rayonnement thermique du Soleil.



Télescope James-Webb



Position du point L_2 par rapport à la Terre et au Soleil

D'après ariane.group.fr

Données :

Constante de gravitation universelle : $G = 6,67 \times 10^{-11} \text{ N}\cdot\text{m}^2\cdot\text{kg}^{-2}$

Masse du Soleil : $M_S = 1,99 \times 10^{30} \text{ kg}$

Masse de la Terre : $M_T = 5,97 \times 10^{24} \text{ kg}$

Masse de James-Webb : $m = 6 \times 10^3 \text{ kg}$

Distance moyenne Soleil James-Webb : $D = 1,51 \times 10^{11} \text{ m}$

Distance moyenne Terre James-Webb : $d = 1,50 \times 10^9 \text{ m}$

Durée d'une année terrestre : 365,24 jours

On étudie le système {télescope James-Webb}, représenté par le point J, dans le référentiel héliocentrique supposé galiléen. Il subit simultanément l'interaction gravitationnelle du Soleil et celle de la Terre. Son mouvement est considéré ici comme circulaire, comme l'est celui de la Terre.

1. Positionner, sans souci d'échelle, sur le schéma du **DOCUMENT-RÉPONSE À RENDRE AVEC LA COPIE**, la base de Frenet au point L_2 ainsi que les forces gravitationnelles exercées par le Soleil S sur J, $\vec{F}_{S/J}$, et par la Terre T sur J, $\vec{F}_{T/J}$

2. À partir de la deuxième loi de Newton, montrer que dans l'approximation d'une trajectoire circulaire, le mouvement de J est uniforme.

3. Montrer que l'expression de la valeur de la vitesse v de J dans le référentiel héliocentrique

$$\text{est : } v = \sqrt{D \times G \times \left(\frac{M_T}{a^2} + \frac{M_S}{D^2} \right)}.$$

La valeur v de la vitesse du télescope est d'environ $30 \text{ km}\cdot\text{s}^{-1}$ (proche de celle de la Terre).

4. Établir l'expression de la période de révolution T du télescope spatial James-Webb en fonction de D et v .

5. Calculer la période de révolution T du télescope, exprimée en jours. Conclure en commentant « l'alignement » du télescope.

DOCUMENT-RÉPONSE À RENDRE AVEC LA COPIE

EXERCICE A – Mouvement du télescope James-Webb dans un champ de gravitation

Question 1.

Schéma de l'orbite de la Terre et de J (en L_2) autour du Soleil (l'échelle n'est pas respectée).

