

Bureau d'études n°5

Manœuvres orbitales

$$G \times m_{Astre} = g_0 \times R_{surface}^2 = \mu_{Astre}$$

$$\mu_T = 3,988 \times 10^{14} \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-2}$$

$$R_T = 6371 \text{ km}$$

$$g_{0T} = 9,825 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$$

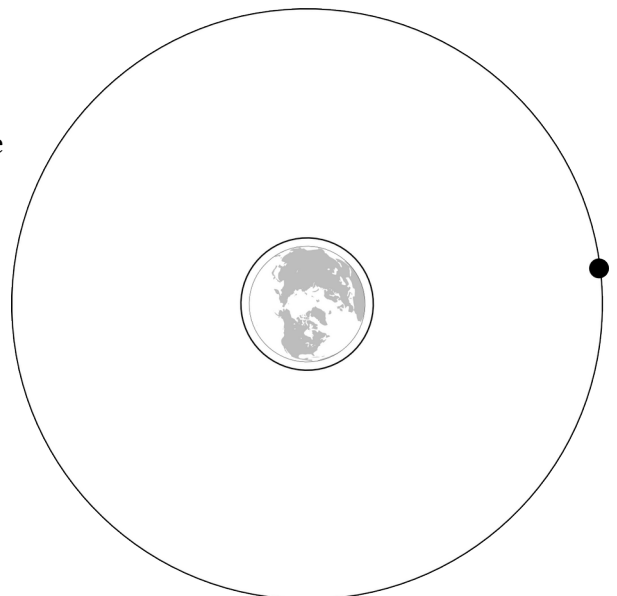
5.1 Transfert vers orbite géostationnaire

L'équipe d'étudiants de première année progresse dans son ambitieux programme spatial et sait désormais placer toutes sortes de charges en orbite basse terrestre. L'objectif suivant est de placer un satellite en orbite géostationnaire afin d'inonder la région valiroloise avec les émissions télévisées produites par l'université.

L'équipe souhaite ainsi placer un satellite de masse 10 kg sur orbite géostationnaire en partant d'une orbite équatoriale basse (185 km d'altitude).

Décrivez la manœuvre à effectuer, en quantifiant les changements de vitesse et en indiquant leur sens.

Quelle quantité de carburant l'opération coûtera-t-elle, si ce carburant peut être contenu dans petit étage propulseur de masse à vide 10 kg et d'Isp 3000 m/s ?



5.2 Planification de la manœuvre

Il est 14h00 au moment où le satellite et son propulseur survolent la longitude de Val-de-Reuil, sur leur orbite basse temporaire.

- a) Dans combien de temps la manœuvre peut-elle être effectuée ?
- b) À quelle heure le satellite sera-t-il stabilisé sur son orbite finale ?

5.3 Correction de position

L'étudiant-e en charge de l'exécution de la manœuvre de la section 5.2 ayant échoué dans ses calculs, le satellite se stabilise finalement sur une orbite différente. L'équipe d'étudiants effectue plusieurs mesures radar et détermine qu'elle a les propriétés suivantes :

- Trajectoire circulaire de même rayon que l'orbite géostationnaire ;
- Plan orbital incliné de 4 degrés par rapport au plan équatorial ;
- Nœud ascendant (intersection de la trajectoire du satellite avec le plan équatorial) au dessus d'un point de 36,8 degrés de longitude (c'est à dire presque à la verticale de Nairobi).

L'étudiant-e fautif-ve ayant été promptement jeté-e au lac, l'équipe s'attelle à rectifier la situation.

- a) Proposez une manœuvre de correction de la trajectoire pour que le satellite puisse se stabiliser à la longitude de Val-de-Reuil (1,211°E), en indiquant le sens des changements de vitesse.
- b) Quantifiez les changements de vitesse nécessaires à la manœuvre.
[contrainte facultative : optimisez la manœuvre pour minimiser le carburant nécessaire tout en maintenant sa durée en dessous de 48h]

5.4 Transfert géostationnaire réaliste (exercice facultatif)

Il est proposé de reprendre l'exercice 5.1 en tenant compte du fait qu'il est impossible d'atteindre une orbite équatoriale directement depuis Val-de-Reuil. Si le satellite part d'une orbite temporaire inclinée pour atteindre l'orbite géostationnaire, quelle alors le coût minimal en carburant pour la manœuvre ?

