

TP Phys  
n°9

# MISE EN ORBITE D'UN SATELLITE

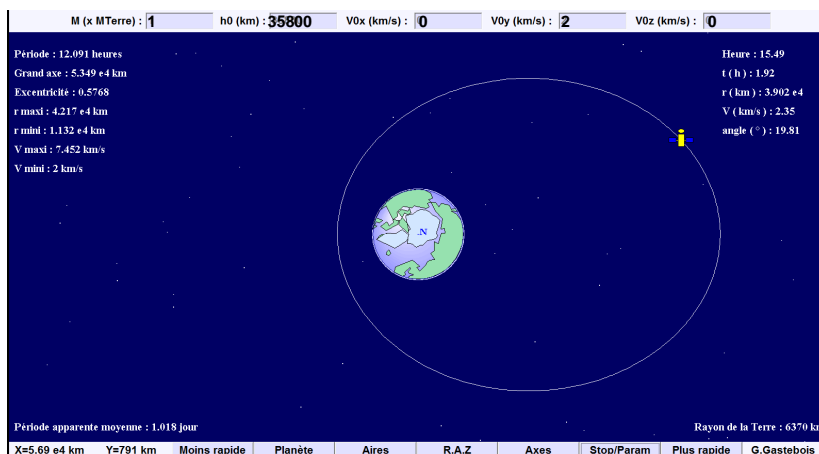


**Objectifs:** *Savoir que la nature d'un mouvement dépend des conditions initiales.  
Savoir mettre en orbite un satellite autour de la Terre.*

## I. PRINCIPE

• La mise en orbite d'un satellite artificiel autour de la Terre nécessite d'abord de l'amener avec une fusée à une certaine altitude puis de lui communiquer une vitesse suffisante pour qu'il décrive une orbite circulaire.

• Les prix d'un satellite et de son lancement sont tels que l'on ne peut pas se permettre de le perdre ! La vitesse à communiquer au satellite pour obtenir l'orbite circulaire souhaitée est très précise.



• Un logiciel de simulation (Logiciel Gravitation de Gilbert Gastebois) nous aidera dans cette entreprise. Il utilise la loi de la gravitation et les conditions initiales pour prévoir le mouvement du satellite.

## II. MISE EN ORBITE D'UN SATELLITE

### 1) Étude préliminaire

a) Quel est le système étudié ? Quel est le référentiel d'étude ?

b) Représenter sur un schéma la ou les forces appliquée(s) au satellite au cours de son mouvement autour de la Terre.

c) Écrire l'expression de la force  $\vec{F}_{T/S}$  exercée par la Terre (de masse  $M_T = 5,98 \times 10^{24}$  kg) sur le satellite (de masse  $M_S = 1$  tonne) situé à la distance  $r = 42\,200$  km du centre de la Terre. Calculer la valeur de cette force.  
Donnée :  $G = 6,67 \times 10^{-11}$  S.I.

d) Le mouvement du satellite peut-il être rectiligne et uniforme ? Pourquoi ?

### 2) Simulation de la satellisation

• Charger le logiciel et régler les paramètres du logiciel :  $h_0 = 35\,800$  km (hauteur au-dessus de la surface de la Terre),  $V_{0x} = 0$  km/s,  $V_{0y} = 2$  km/s,  $V_{0z} = 0$  km/s. Cliquer sur le bouton Start pour observer le mouvement : vous devez obtenir la trajectoire de l'écran ci-dessus.

a) La trajectoire est-elle circulaire ou elliptique ?

b) La vitesse du satellite est-elle constante sur toute l'orbite (mouvement uniforme) ? Où est-elle maximale ? Minimale ?

• On souhaite circulariser l'orbite du satellite. Nous allons commencer par diminuer la vitesse  $V_{0y}$  du satellite puis nous l'augmenterons.

c) Diminuer  $V_{0y}$  à 1,8 km/s. Qu'observez-vous ?

- d) Continuer à diminuer la vitesse  $V_{0y}$  par pas de 0,2 km/s. Qu'obtenez-vous pour une certaine vitesse ?
- e) Déterminer par tâtonnement, la vitesse minimale  $V_{min}$  (avec 3 chiffres significatifs) pour laquelle le satellite ne s'écrase pas sur la Terre.
- f) Reprendre la valeur  $V_{0y} = 2$  km/s et l'augmenter par pas de 1 km/s. Rechercher la valeur maximale de  $V_{0y}$ , notée  $V_{max}$  (avec 3 chiffres significatifs), au-delà de laquelle le satellite n'est plus en orbite autour de la Terre.  
Indication : une grandeur physique, en haut à gauche de l'écran, permet de savoir si le satellite est en orbite : laquelle ? Quelle valeur prend cette grandeur lorsque le satellite n'est plus en orbite ? Que représente physiquement cette grandeur ?
- g) Déterminer un encadrement de la vitesse  $V_{0y}$ , qui permettent de mettre en orbite le satellite.
- h) Que se passe-t-il si  $V_{0y} < V_{min}$  ? Si  $V_{0y} > V_{max}$  ?

### 3) Recherche de l'orbite circulaire

- a) Quelle grandeur (en haut à droite de l'écran) doit rester constante pour une orbite circulaire ?
- b) Rechercher la valeur de  $V_{0y}$ , notée  $V_C$  (avec 3 chiffres significatifs), qui permette de s'approcher au mieux de cette orbite circulaire.
- c) La théorie de la gravitation donne :  $V_C = \sqrt{\frac{GM_T}{r}}$  .  
Calculer  $V_C$  en  $m.s^{-1}$  puis en  $km.s^{-1}$ . Comparer cette valeur avec celle déterminée avec le simulateur.
- d) Le mouvement du satellite est circulaire (de rayon  $r$ ) et uniforme : calculer le périmètre du cercle parcouru par le satellite en km.  
Rechercher parmi les indications donnée par le logiciel, la durée  $T$  pour que le satellite fasse exactement un tour et l'exprimer en seconde.  
En déduire la valeur de  $V_C$ .

### 4) Satellite géostationnaire

- a) Observer au cours du temps, la position du satellite par rapport à un point fixe de la surface de la Terre : que constate-t-on ?
- b) Pourquoi le satellite est-il qualifié de « géostationnaire » ?
- c) Quelle peut-être l'utilité d'un satellite géostationnaire ?

### 5) S'il vous reste du temps ...

- a) Comparer  $\sqrt{2}.V_C$  et  $V_{max}$  : conclusion ?
- b) Comparer  $\left(\sqrt{\frac{2R_T}{r+R_T}}\right).V_C$  et  $V_{min}$  : conclusion ? *Donnée  $R_T = 6400$  km.*
- c) Déterminer un encadrement de  $V_{0y}$  pour la satellisation autour de la Terre en fonction des paramètres  $V_C$ ,  $r$  et  $R_T$ .