

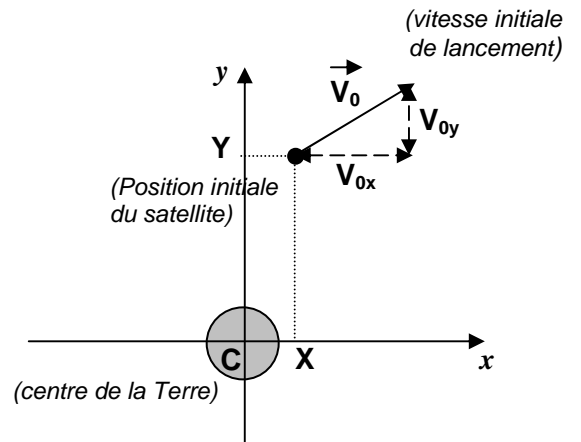
- Objectifs :
- Utiliser le logiciel de simulation **Satellite**
 - Déterminer les conditions de lancement d'un satellite artificiel de la Terre et les différents paramètres influant la satellisation
 - Étudier la trajectoire d'un satellite géostationnaire

↳ **Présentation du logiciel *Satellite* utilisé**

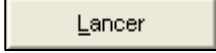
Lancer le logiciel. Celui-ci permet d'étudier les trajectoires des satellites en orbite autour de la Terre (mais éventuellement aussi autour du Soleil ou d'autres planètes...).



Il s'agit de jouer le rôle des ingénieurs de la NASA et de réussir le lancement d'une fusée puis de réussir la mise en orbite d'un satellite. Plusieurs essais en simulateur devraient aider à éviter quelques crashes...



La position initiale du projectile (satellite) a pour coordonnées (X ; Y). La vitesse initiale de lancé du projectile a pour coordonnées (V_{0x} ; V_{0y}) : par exemple si V_{0y} = 0, cela signifie que le projectile sera lancé parallèlement à l'axe (Ox).

Explorer d'abord l'onglet « Système », l'onglet « Chrono » et l'onglet « Echelle » et repérer les différentes options. Lors des expériences suivantes, après avoir défini les paramètres du lancement, il suffira de cliquer sur  pour que le mouvement du satellite se déclenche.

☞ Régler d'abord les différentes conditions de simulation (pour simuler la Terre comme "attracteur" et un satellite de masse de 3000 kg) :

« Système » :

Choix de l'attracteur : la Terre de masse M_T = 6,0 × 10²⁴ kg de rayon R_T = 6380 km

Masse du satellite : 3 × 10³ kg : « 3E3 » (kg)

Méthode de calcul : choisir Rk4

« Chrono » : pour « Durée dt entre deux positions successives calculées », choisir 500 secondes pour le « Multiplicateur de la durée élémentaire », laisser à 100

« Echelle » : choisir « Echelle terrestre » et 1 carreau pour 10 000 km

Remarque :

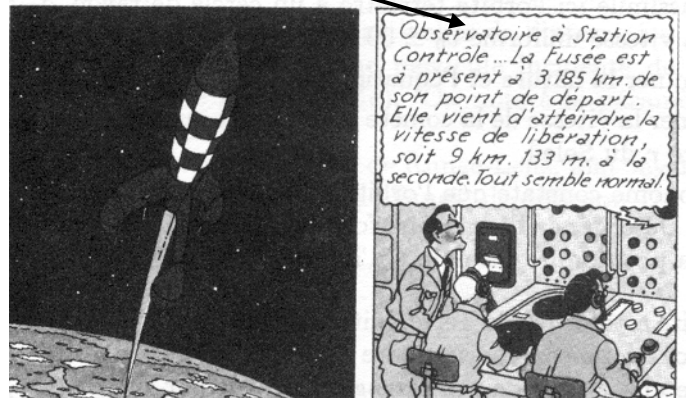
La durée totale de chaque simulation sera donc de : 500 × 100 = 50000 s ≈ 14 h

↳ **Les différentes expériences**

Situation 1 : Lancement d'une fusée

Lire la BD !

- Quelle est la distance entre la fusée et le centre de la Terre ? (rappel : rayon de la Terre R_T ≈ 6380 km)
- Quelle est la vitesse de la fusée définie par ces ingénieurs ?
- Trouves-tu cette vitesse réaliste ? Pourquoi ?
- Placer la fusée de Tintin à l'altitude indiquée par les ingénieurs de Tintin : X = 0 et choisir Y selon la réponse à la question 1.
- Donner à la fusée une vitesse initiale verticale : V_{0x} = 0 et faire varier V_{0y} de 1000 en 1000 de 0 jusqu'à 10000 m/s. (se placer à chaque fois sur « chrono » pour voir l'avancement du vol).



- Qu'arrive-t-il à la fusée lorsque V_{0y} est voisine de la vitesse indiquée par les ingénieurs qui travaillent avec Tintin ? Que se passe-t-il pour des vitesses inférieures ?
- Pourquoi parlent-ils de vitesse de libération ?

Situation 2 : Mise en orbite d'un satellite

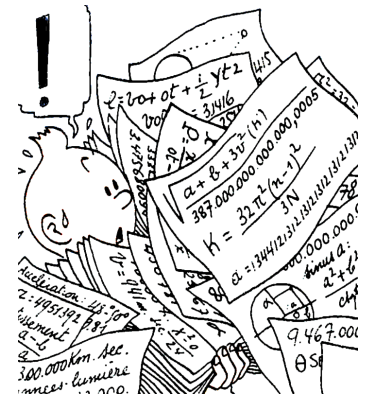
☞ Première simulation

- Placer le satellite à une distance initiale du centre de la Terre de 30 000 km par exemple : X = 0 et Y = 30 000 km.
- Donner une vitesse initiale perpendiculaire à la trajectoire initiale de la fusée : V_{0y} = 0 et augmenter progressivement V_{0x} en commençant par une valeur initiale de 0.

- Décrire chacune des possibilités de trajectoires par un schéma.
- Déterminer (en laissant $V_{0y} = 0$) la valeur de la vitesse initiale V_{0x} qui permet au satellite de se déplacer en orbite circulaire autour de la Terre (le centre du cercle doit coïncider avec le centre de la Terre). La noter sur le compte-rendu.

☞ **Suite de la simulation**

- Fixer la vitesse à la valeur V_{0x} trouvée à la question précédente (laisser $V_{0y} = 0$).
- Simuler une expérience pour vérifier l'influence de la masse du satellite.
- Décrire cette expérience et conclure. Appeler le professeur pour passer à la suite.



Situation 3 : Cas des satellites géostationnaires

Avant de réaliser la simulation d'un satellite géostationnaire, essayons de comprendre ce que c'est : on va pour cela comparer les images prises par 2 satellites différents.

- Aller sur le site Internet *EarthView* donnant des images de la Terre prises par des satellites en temps réel : <http://www.fourmilab.ch/earthview/satellite.html>
- Prendre comme exemple Météosat 7. Cliquer sur « View Earth from satellite ».
 - Noter l'altitude, la longitude, la latitude de ce satellite (ne pas modifier le zoom) et l'heure de prise de vue.
 - Visualiser les images données par ce satellite à deux autres heures d'une journée en modifiant l'heure dans « UTC » et noter à chaque fois l'heure puis l'altitude, la longitude et la latitude. (cliquer sur « Update » pour mettre à jour l'image)
 - Changer de satellite en cliquant sur « New Satellite » et refaire les questions a et b pour le satellite Spot 2.
 - Fermer la fenêtre.

pour modifier l'heure ou la date

Time: Now UTC: Julian:

Image size: pixels No night

- Quel est, à votre avis, celui des deux exemples de satellites qui est géostationnaire ? Pourquoi ? Quelle est sa période de rotation ?
- A quelle distance est-il du centre de la Terre ? Dans quel plan est située sa trajectoire ?

☞ **Simulation**

- Revenir sur le logiciel *Satellite*
- Dans « chrono », choisir « ajuster à un jour ».
- Définir, d'après l'étude précédente, l'altitude initiale Y du satellite géostationnaire et laisser fixé $X = 0$ et $V_{0y} = 0$.
- Réaliser la simulation en faisant varier la vitesse initiale V_{0x} jusqu'à se retrouver dans la configuration d'un satellite géostationnaire. Appeler le professeur pour passer à la suite.

Situation 4 : Pour les plus rapides... Cas de notre satellite naturel : la Lune

L'objectif est de déterminer la vitesse de la Lune sur son orbite (considérée circulaire) autour de la Terre (le centre de courbure coïncidant avec le centre de la Terre). On rappelle la distance moyenne Terre-Lune est de $3,84 \cdot 10^5$ km.

☞ Régler d'abord les différentes conditions de simulation (pour simuler la Terre comme "attracteur" et la Lune comme satellite de masse de $7,35 \cdot 10^{22}$ kg) :

« Système » :

Choix de l'attracteur : la Terre de masse $M_T = 6,0 \times 10^{24}$ kg de rayon $R_T = 6380$ km

Masse du satellite : $7,35 \times 10^{22}$ kg : « 7.35E22 » (kg)

Méthode de calcul : choisir **Rk4**

« Chrono » : pour « Durée dt entre deux positions successives calculées », choisir **23600 secondes** pour le « Multiplicateur de la durée élémentaire », laisser à **100**

« Echelle » : choisir « Echelle terrestre » et 1 carreau pour **100 000 km**

Remarque :
La durée totale de la simulation sera ici de :
 $23600 \times 100 = 2360000$ s = 655,5 h = **27,3 j**

☞ **Simulation**

- Régler la coordonnée initiale Y (en laissant $X = 0$) puis, déterminer (en laissant $V_{0y} = 0$) la valeur de la vitesse initiale V_{0x} qui permet à la Lune d'être animée d'un mouvement circulaire uniforme par rapport à la Terre d'une période de 27,3 jours environ.
- Se placer dans « Vitesse » et donner la vitesse en km/h de la Lune dans le référentiel géocentrique.