

DES SATELLITES PEUVENT-ILS SERVIR DE BALANCE ?

Objectif : On se propose dans cette activité d'étudier les lois du mouvement de satellites terrestres pour les utiliser ensuite pour chercher à en déduire la masse de Jupiter

A. SATELLITES TERRESTRES

1) Simulation sur Internet

Aller sur le site <http://science.nasa.gov/realtime/jtrack/3d/JTrack3D.html>

Respecter la typographie majuscule-minuscule et la syntaxe.

Si une première boîte de dialogue s'ouvre : répondre « oui »

Après quelques secondes, apparaît une fenêtre dans laquelle une Terre est dessinée, on repère l'équateur. Rapidement, 500 points lumineux viennent entourer le globe : **ce sont des satellites artificiels.**

Visualiser en pleine page (*clic sur le carré en haut à droite de la fenêtre*) puis utiliser VIEW : ZOOM IN (ou OUT).

Ce programme JAVA est un modèle cinématique où chaque satellite est associé à des fonctions du type r, θ, ϕ , du temps issus de modèles numériques dont les paramètres fondamentaux sont réactualisés régulièrement en fonction des observations du réseau de surveillance radar « NORAD ».

Attention pour la suite, ne touchez pas au menu VIEW, qui doit impérativement rester sur ORBIT PATH.

2) Prise en main du logiciel

On observe deux grandes répartitions des satellites :

- un regroupement de satellites au voisinage de la Terre (satellites dits « en orbites basses »)
- et une ceinture de satellites très éloignée de la Terre. (et grossièrement dans le même plan)

- Cliquer sur un point lumineux : la trajectoire du satellite apparaît.
- Cliquer sur la Terre en maintenant la pression, on peut ainsi changer le point de vue, en restant dans le référentiel géocentrique. Quand la trajectoire est uniformément rouge, elle est dans le plan de l'écran. Il est intéressant de voir l'orbite par la tranche, pour visualiser l'inclinaison du plan sur l'équateur terrestre.
- On peut choisir le temps pour rafraîchir l'image avec OPTIONS :UPDATE RATE . Prendre 1/2 s

Il faudra utiliser le menu OPTIONS :TIMING, pour accélérer ou ralentir la visualisation du phénomène : exemple x 100

- Pour connaître des données concernant le satellite utiliser VIEW : SATELLITE POSITION
- Pour choisir un satellite SATELLITE : SELECT. Par exemple Station (pour l'ISS la station internationale)
- Pour changer de référentiel, à l'aide du menu SATELLITE :CENTER : On se place alors dans le référentiel du satellite pour observer le mouvement relatif de la Terre et des autres satellites.

Par exemple, observer la marche des satellites de télécommunication de la "constellation" Iridium. À l'aide de SATELLITE : SELECT et de VIEW :ZOOM IN,(cliquer plusieurs fois) suivre tout d'abord Iridium 22.

Sélectionner Iridium 23, puis 24 etc... jusqu'à 26.

3) Exploitation des observations (Noter toutes les observations sur la feuille réponse)

a) satellite appartenant à la ceinture très éloignée de la Terre.

- Cliquer sur un satellite appartenant à la ceinture très éloignée de la Terre. : noter son nom
- Placer sa trajectoire dans le plan d'observation de l'écran par rotation de l'image avec clic gauche maintenu jusqu'à obtenir une coloration rouge uniforme de sa trajectoire. *plan de la trajectoire ?*
- « Mesurer » l'altitude z (en km) en fonction du temps VIEW : SATELLITE POSITION, après avoir accéléré le mouvement (OPTIONS :TIMING x 1 000), relevez les valeurs extrémales de z , relever la valeur de la période T . *Conclure : comment caractériser la trajectoire ?*
- Changer de référentiel à l'aide du menu SATELLITE :CENTER pour observer le mouvement de la Terre relativement au satellite. VIEW :ZOOM IN,(cliquer plusieurs fois). *Catégorie de ce satellite?*

b) Satellites d'orbite basse

- Sélectionner plusieurs satellites (*au minimum 5 satellites*) de rayons d'orbite différents à l'aide de SATELLITE : SELECT ou incliquer sur des points brillants. Par exemple : STATION, EYESAT-1, INTERCOSMOS 24, , SWAS,, JAS2. Remplir la feuille réponse. (*choisir des satellites aux données suffisamment différentes*)
- Noter sur la feuille réponse les informations relatives à chaque satellite (*nom du satellite, z_{max} , z_{min} , période T*)
- Préparer un tableau EXCEL **à 8 colonnes**.
- Sauvegarder immédiatement votre fichier en plaçant en première ligne vos deux noms et la classe
- Remplir les 4 premières colonnes (nom du satellite, z_{max} , z_{min} , période T) à l'aide de la simulation.
Remarque : pour T, entrer l'heure en H :mn : (ex : 01 :35 :23) s recopier la cellule en format nombre standard, Excel qui affiche alors l'heure en jours, la conversion en s est facile ensuite.
- Calculer les rayons extrémaux r_{max} , r_{min} sachant que le rayon terrestre moyen R_T vaut 6378 km.
- Calculer le rayon moyen r_{moy} et la variation relative $100.(r_{max}-r_{min})/2r_{moy}$, qui est l'écart à une trajectoire circulaire.
- Faire le graphe adapté permettant de vérifier la troisième loi de Képler (*préciser sur la feuille réponse les grandeurs choisies représentées respectivement en abscisse et ordonnée et fournir l'impression du tableau de données et du graphe obtenu*)
- En déduire la valeur de M_T : la masse de la Terre en précisant la formule de calcul
- Comparer à la valeur de la littérature $M_T = 5,9736.10^{24}kg$ ($G = 6,67384 \times 10^{-11} uSI$)
- Refaire le graphe et le calcul de M_T en ajoutant le satellite étudié dans la partie a) et un satellite ayant une orbite intermédiaire (par ex : GPS BIIA-14)

B. MASSE DE JUPITER (Répondre aux questions sur la feuille réponse)

Contexte historique

En 1609, l'invention du télescope par **Galilée** permet l'observation d'objets invisibles à l'œil nu. Galilée découvre que Jupiter est entouré de 4 satellites. Il les observe longuement. Le système de Jupiter était particulièrement important par sa ressemblance avec le système des planètes orbitant autour du Soleil. Son étude a aidé à comprendre les mouvements dans le système solaire. Le système de Jupiter montrait que le modèle héliocentrique du système solaire proposé par Copernic était physiquement possible. Malheureusement, l'inquisition s'inquiéta de ses découvertes et Galilée fut forcé de se renier. Ce sont les observations de Galilée et les calculs de Kepler que vous allez refaire ici.

1) Observations avec une lunette astronomique

- Regarder la video sur le site : <http://natgeotv.com/fr/on-a-marche-sur/videos/galilee-jupiter>

Questions

- a) Dans la video, on peut voir les schéma de Galilée représentant l'évolution des « lunes » de Jupiter : refaire grossièrement ces schéma sur la feuille réponse.
- b) quelle est la trajectoire apparente de chaque « lune » de Jupiter.
- c) A certain moment, certaine « lune » semble disparaître du champ de vision de la lunette : interpréter cette observation.
- d) Interpréter cette vision apparente.
- e) Des **directions** de chacune des trajectoires apparentes de chaque « lune », que peut-on déduire ?
- f) Comment dans la lunette, peut-on estimer la distance « apparente » d'une « lune » à Jupiter ?

2) Graphe des observations

Les positions apparentes des différentes « lunes » de Jupiter sont repérées à des dates différentes (mesure toutes les quatre heures

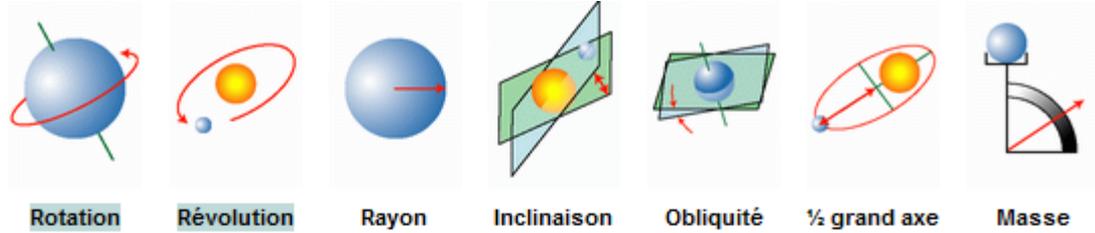
Questions

- g) Interpréter le « rectangle » autour de l'axe horizontal ? Quelle est l'étendue en distance (suivant les ordonnées) de ce rectangle.

3) Exploitation

Des différentes observations faites déduire M_J : la masse de Jupiter. Expliquer sur la feuille réponse la démarche mise en œuvre. Fournir avec le compte rendu, les tableaux de données, graphe, etc.

1 ua = distance Soleil ↔ Terre = (149 597 870, 691 ± 0,003) km

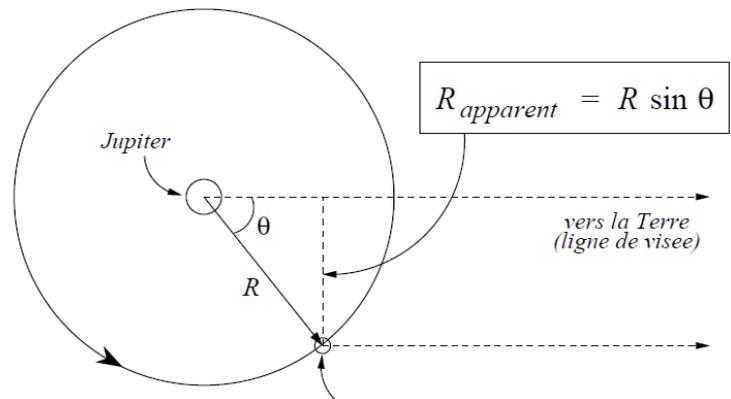


	Rotation	Révolution	Rayon	Inclinaison	Obliquité	½ grand axe	Masse
Soleil	25.6 j	0 j	696 000	7.5°	0°	0	330 432
Mercure	58.65 j	87.969 j	2 439	7.004°	0.035°	0.387	0.055
Vénus	243.01 j (r)	224.701 j	6 051	3.394°	177.3°	0.723	0.815
Terre	23.934 h	365.256 j	6 378.14	0.000°	23.45°	1.000	1.000
Mars	24.630 h	686.960 j	3 393.4	1.850°	23.98°	1.524	0.107
Jupiter	9.841 h	4 335.4 j	71 492	1.308°	3.12°	5.203	317.833
Saturne	10.233 h	10 757.7 j	60 268	2.488°	26.73°	9.516	95.159
Uranus	17.9 h (r)	30 708.2 j	25 559	0.774°	97.86°	19.165	14.500
Neptune	19.2 h	60 224.9 j	24 764	1.774°	29.56°	30.003	17.204

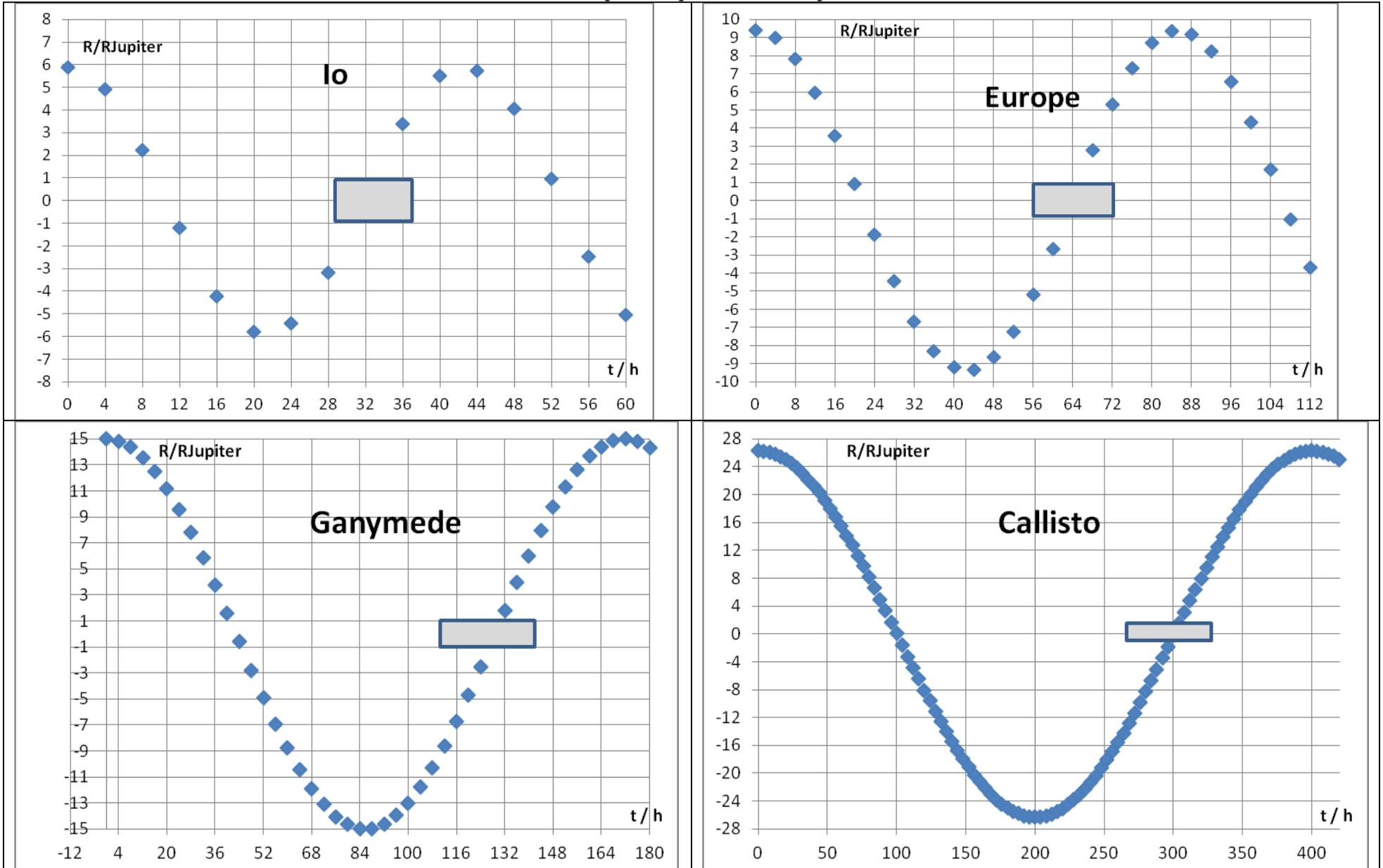
½ grand axe en UA

Masse avec comme unité M_T : la masse de la Terre

Position « apparente »
d'une « lune » de Jupiter :



Données pour chaque « lune » de Jupiter



DES SATELLITES PEUVENT-ILS SERVIR DE BALANCE ?

Feuille réponse

A. SATELLITES TERRESTRES (étude avec JTrack3D)

- 1) Dans quel référentiel sont représentées les trajectoires de tous les satellites ?
- 2) Quel est le mouvement de la Terre dans ce référentiel ?

Satellite appartenant à la ceinture éloignée de la Terre

nom du satellite :

- 3) Plan (grossièrement) de la trajectoire du satellite :
- 4) Informations sur le satellite (z : altitude, T : période)

$z_{\min} =$ $z_{\max} =$ $z_{\text{moy}} =$ T =.....

- 5) Quelle est la propriété des positions correspondant respectivement à z_{\min} et z_{\max} ?
- 6) Caractérisation de la trajectoire
- 7) Catégorie de ce genre de satellite

Satellites d'orbite basse

8) Informations sur les satellites

Nom du satellite	Z_{\min} /km	Z_{\max} /km	T / h.mn.s

- 9) Fournir tableau de données et graphe imprimé
- 10) Grandeurs du graphe permettant de vérifier la troisième loi de Képler

En abscisse : grandeur : unité :

En ordonnée : grandeur : unité :

11) M_T : la masse de la Terre

Formule de calcul : $M_T =$ Valeur : $M_T =$

12) Comparaison à la valeur tabulée. Commentaires

B. MASSE DE JUPITER

1) Observations avec une lunette astronomique

a) Schémas des observations de Galilée

b) Trajectoire apparente :

c) Explication des disparitions :

d) Interprétation

e) Interprétation des directions apparentes :

f) Estimation des distances apparentes :

2) Graphe des observations

g) Interprétation du « rectangle »

3) Exploitation (Rédigez votre démarche et discutez la précision de votre résultat et comparez avec les données tabulées)