

- Objectifs :
- Etudier les lois de Kepler à partir des satellites réels autour de la Terre
 - Utiliser les ressources présentes sur internet
 - Utiliser un tableur pour réaliser des calculs répétitifs

I. Présentation et utilisation des sites internet

1. Connexion aux sites internet

☞ Se connecter aux deux sites suivants dans deux fenêtres différentes (via les favoris):

☞ **fenêtre n°1 :** <http://science.nasa.gov/realtime/jtrack/3d/JTrack3D.html>

Une fenêtre (une console Java) avec un dessin de la Terre et son équateur apparaît. Après quelques secondes de chargement, des centaines de points lumineux entourent le globe : **ce sont les satellites artificiels actuellement en orbite autour de la Terre !**

☞ **fenêtre n°2 :** <http://www.fourmilab.ch/earthview/satellite.html>

Une fenêtre « View from Satellite » apparaît proposant une liste de centaines de satellites.

2. Intérêt et utilisation de ces deux outils

fenêtre n°1 :

On distingue des satellites regroupés au voisinage de la Terre et d'autres répartis sur une ceinture très éloignée de la Terre (et oui, la Terre a son anneau...). Il est possible d'étudier, dans le référentiel géocentrique, les trajectoires et positions de chacun de ces satellites.

- ☞ Agrandir la fenêtre pour visualiser en pleine page et cliquer sur l'onglet « View » puis « Zoom in » ou « Zoom out » pour agrandir ou réduire la vue. Le mode « Orbit Path » doit rester cocher.
- ☞ Cliquer sur un point lumineux : la trajectoire du satellite correspondant apparaît dans le référentiel géocentrique.
- ☞ Changer de point de vue : cliquer sur la Terre en maintenant la pression.
- ☞ Dans l'onglet « Options », choisir le temps pour « rafraîchir » l'image en cliquant sur « Update Rate ». Prendre par exemple « 1/4 second » : image mise à jour toutes les 0,25 s.
- ☞ Dans l'onglet « Options », pour accélérer ou ralentir (artificiellement) le mouvement du satellite, cliquer sur « Timing » et choisir « x 1000 » par exemple.
- ☞ Dans l'onglet « View », cliquer sur « Satellite Position » pour connaître les données concernant le satellite : altitude, vitesse, période, inclinaison...
- ☞ Pour choisir un satellite en particulier, cliquer sur l'onglet « Satellite » puis « Select ». Par exemple, commencer par observer le satellite météorologique *Météosat 7*.
- ☞ Cliquer sur l'onglet « Satellite » puis « Center » pour se placer dans le référentiel du satellite et ainsi observer le mouvement relatif de la Terre et des autres satellites. Zoomer plusieurs fois la vue.

fenêtre n°2 :

Une fois que vous avez sélectionné et étudié la trajectoire ainsi que les positions d'un satellite dans la fenêtre n°1, il est possible de visualiser la Terre depuis le satellite dans la fenêtre n°2. Cette observation peut se faire en temps réel mais aussi à différents instants dans le passé (base de données importante).

☞ Choisir *Météosat 7* et cliquer sur « View Earth from satellite »

Les informations concernant la position (latitude, longitude et altitude) sont indiqués au dessous de l'observation :

Mettre à jour l'image

Update

Display: Map, From Sun, From Moon, Night side

Lat: 0°9' Long: 0°28' Alt: 35746 km

From satellite: METEOSAT-8 (MSG-1) [New satellite](#)

Changer de satellite

☞ Modifier, en bas de page, l'heure de prise de vue : cocher « UTC » au lieu de « Now » et changer l'heure ou de date. Terminer avec la mise à jour de l'image en cliquant sur « Update ».

« Now » ou « UTC »

Time: Now UTC: 2008-04-08 10:37:26 Julian: 2454564.94266

Image size: 320 pixels No night

Changer l'heure ou la date

II. Observation de différents types de satellites

Dans la fenêtre n°1, choisir les différents satellites proposés dans le tableau ci-dessous. **Pour chacun d'eux :**

- ☞ Observer leur trajectoire dans le référentiel géocentrique (pour plus de visibilité, choisir d'accélérer le mouvement x1000 ou x100 et mettre la trajectoire dans le plan de l'écran : elle est alors colorée en rouge).
- ☞ Compléter le tableau en notant l'inclinaison de chaque trajectoire par rapport au plan équatorial terrestre, les altitudes maximale et minimale (en km) et les vitesses à chacune de ces altitudes (en km/s) ainsi que la période de rotation T (en Heures : Minutes : Secondes).

Dans la fenêtre n°2, choisir les mêmes satellites :

- ☞ Observer la Terre dans le référentiel du satellite choisi **à différentes heures ou dates.**

Nom du satellite	Inclinaison	Apogée : Z_{max}	$v(Z_{max})$	Périgée : Z_{min}	$v(Z_{min})$	Période T	Commentaires
<i>Météosat 7</i>							
<i>Spot 2</i>							
<i>Cobe</i>							
<i>Eutelsat 25A</i>							

- Compléter la dernière colonne par un commentaire judicieux concernant l'orbite de chaque satellite.
- Qu'appelle-t-on satellite géostationnaire ?
- Parmi les satellites étudiés, quels sont ceux qui sont géostationnaires ?
- Qu'ont en commun ces satellites (altitude...)?
- A quoi servent-ils principalement ?

III. Vérification de la troisième loi de Kepler

Vous allez déterminer la période T et le demi grand-axe a de 4 satellites ayant des caractéristiques orbitales différentes.

- ☞ Ouvrir le fichier « lois_de_kepler.xls ». Une feuille de calcul comme celle ci-dessous s'ouvre alors :

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
1	III. Vérification de la troisième loi de Kepler											
2												
3	3ème loi de Kepler : $\frac{T^2}{a^3} = \frac{4 \cdot \pi^2}{G \cdot M_T}$						$R_T = 6378 \text{ km}$		$G = 6,67E-11 \text{ SI}$		$M_T = 5,976E+24 \text{ kg}$	
4												
5												
6	et $a = \frac{r_{max} + r_{min}}{2}$											
7												
8	Noms	z_{max}	$v(z_{max})$	z_{min}	$v(z_{min})$	T (en s)	r_{max}	r_{min}	a (en m)	T^2/a^3	M_T_{exp}	erreur %
9	<i>Météosat 7</i>											
10	<i>Spot 2</i>											
11	<i>Cobe</i>											
12	<i>Eutelsat 25A</i>											

- ☞ Reporter les mesures nécessaires dans le tableau de cette feuille en mettant la période T **EN SECONDES**.
- ☞ En déduire, les rayons extremaux r_{max} et r_{min} des orbites des satellites.
- ☞ Calculer le demi-grand axe a de l'ellipse **EN METRES**.
- ☞ Calculer $\frac{T^2}{a^3}$ en unité SI.
- ☞ En déduire la valeur expérimentale de la masse de la Terre M_T_{exp} à partir de la 3^{ème} loi de Kepler
- ☞ Comparer à la valeur admise aujourd'hui en calculant l'erreur relative.

- Conclure : la 3^{ème} loi de Kepler est-elle vérifiée ?

IV. Vérification de la loi des aires

Après avoir observé toutes ces trajectoires, répondre enfin aux dernières questions :

- Comment la valeur de la vitesse varie-t-elle avec l'altitude ?
- Que constate-t-on en particulier au périgée et à l'apogée ?
- La loi des aires permet-elle de comprendre cette observation ?