



Chapitre 7 : La mécanique céleste.

II. Etude du mouvement d'un satellite.

Document 1 :

On rappelle l'expression de la valeur de la force d'interaction gravitationnelle entre deux corps de masse m_A et m_B , de centres A et B, de répartition de masse à symétrie sphérique, distants de $d = AB$:

$$F = G \cdot \frac{m_A m_B}{d^2}$$

1. C'est quoi un satellite ?

Quand deux blondes discutent ensemble...

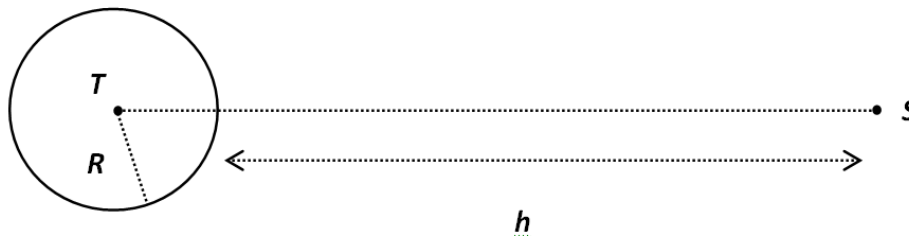
Hillary, une candidate de l'émission « Les ch'tis dans la jet set », fait beaucoup parler d'elle depuis hier. Lors d'un épisode diffusé sur la chaîne W9, la jeune blonde s'est fait remarquer pour sa sous-culture

Vidéo 1 : <http://www.quoidenews.fr/2014/11/05/lune-satellite-w9-chtis/>

Vidéo 2 : <http://education.francetv.fr/videos/a-quoi-sert-un-satellite-1-jour-1-question-v114507>

a) Et alors c'est quoi un satellite ?

b) Représenter sur la **figure** la force d'interaction gravitationnelle exercée par la Terre (sa répartition de masse étant supposée à symétrie sphérique) sur le satellite supposé ponctuel et noté S. Donner l'expression vectorielle de cette force en représentant le vecteur unitaire choisi sur la figure.



c) Calculer la valeur de cette force pour le satellite ENVISAT.

Données : Constante de gravitation universelle : $G = 6,67 \times 10^{-11}$ USI

ENVISAT : masse : $m = 8200$ kg

altitude moyenne : $h = 800$ km

orbite contenue dans un plan passant par les pôles

TERRE : masse : $M = 5,98 \times 10^{24}$ kg

rayon : $R = 6,38 \times 10^3$ km

période de rotation propre : 1436 minutes

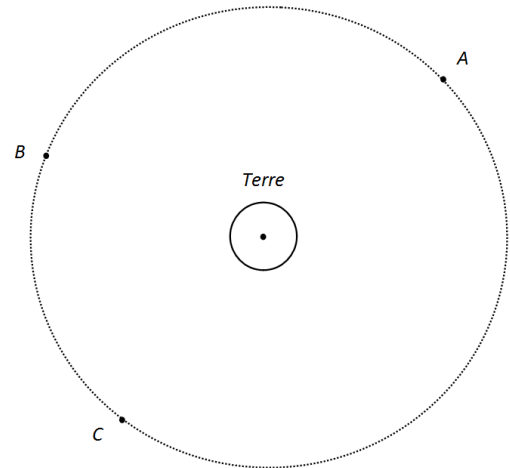
2. Comment déterminer le vecteur accélération d'un satellite ?

a) En considérant la seule action de la Terre, établir l'expression vectorielle de l'accélération du satellite dans le référentiel géocentrique, supposé galiléen, en fonction de M , h et R (expression 1).



- b) **Sur la figure**, représenter sans souci d'échelle, le vecteur accélération à trois dates différentes correspondant aux positions A, B et C du satellite.

On choisit un repère $(S, \vec{t}, \vec{n})$ dans lequel $\vec{t}$ est un vecteur unitaire tangent à la trajectoire dans le sens du mouvement et $\vec{n}$ un vecteur unitaire perpendiculaire à la trajectoire orienté vers le centre de la Terre (ce repère est appelé repère de Frenet.)



- c) *Sans souci d'échelle, représenter sur le schéma, à un instant de date t quelconque, le repère $(S, \vec{t}, \vec{n})$.*

Dans le repère de Frenet $(S, \vec{n}, \vec{\tau})$, le vecteur

accélération (expression 2) s'écrit : $\vec{a}_s = \frac{v^2}{(R+h)} \cdot \vec{n} + \frac{dv}{dt} \cdot \vec{\tau}$.

- d) En égalant les deux expressions de l'accélération, donner les 2 relations sur $\vec{n}$ et $\vec{\tau}$.

3. Comment trouver la vitesse ?

- a) *Montrer que, dans le cas d'un mouvement circulaire, dont on admettra sans démonstration qu'il est uniforme, la vitesse du satellite a pour expression : $v = \sqrt{\frac{GM}{R+h}}$.*

- b) *Calculer la vitesse du satellite en km.s^{-1} .*

- c) *Donner l'expression de la période de révolution du satellite en fonction de sa vitesse et des caractéristiques de la trajectoire R et h. Puis calculer sa valeur.*

4. Les satellites géostationnaires.

A quelle hauteur doit se trouver un satellite géostationnaire ?

