

Galileo : « On aurait mieux fait de le lancer avec Ariane »

Galileo, système de positionnement par satellites

Galileo est un projet européen de système de positionnement par satellites (radionavigation) destiné à supprimer la dépendance de l'Europe en matière spatiale notamment vis-à-vis du système américain « GPS » (*Global Positioning System*).

A terme, le système Galileo comportera une constellation de 30 satellites. Les quatre premiers satellites ont été mis sur orbite en 2011 et 2012. Le 22 août 2014, les satellites Galileo 5 et 6 ont été lancés par une fusée russe Soyouz depuis la base de Kourou.

Document 1. Échec du lancement des satellites Galileo 5 et 6

Aucun scénario n'est encore définitif après l'échec, le 22 août, du lancement des deux satellites 5 et 6 du futur GPS européen Galileo. Ces derniers en effet ont été placés sur une mauvaise orbite. C'est « Fregat », le dernier étage de la fusée Soyouz, qui est en cause. Ce dernier était censé donner deux impulsions pour placer les satellites sur leur orbite de destination, mais « pour une raison encore inconnue, la deuxième impulsion n'a pas été donnée dans la bonne direction » a déclaré Jean-Yves Le Gall, président du Centre National d'Études Spatiales (CNES) au journal l'Usine Nouvelle.

Extrait de <http://www.sciencesetavenir.fr/espace/20140829.OBS7643>

Document 2. Les deux satellites du système européen de navigation Galileo, futur concurrent du GPS, qui devraient être à 23 522 kilomètres se sont retrouvés plus bas à environ 17 000 kilomètres de la Terre.

Depuis 24 heures à Kourou en Guyane, les experts d'Arianespace, du Centre National d'Études Spatiales (CNES), de l'Agence Spatiale Européenne (ESA) et du Roscosmos tentent de comprendre ce qu'il s'est passé au niveau du lanceur russe Soyouz.

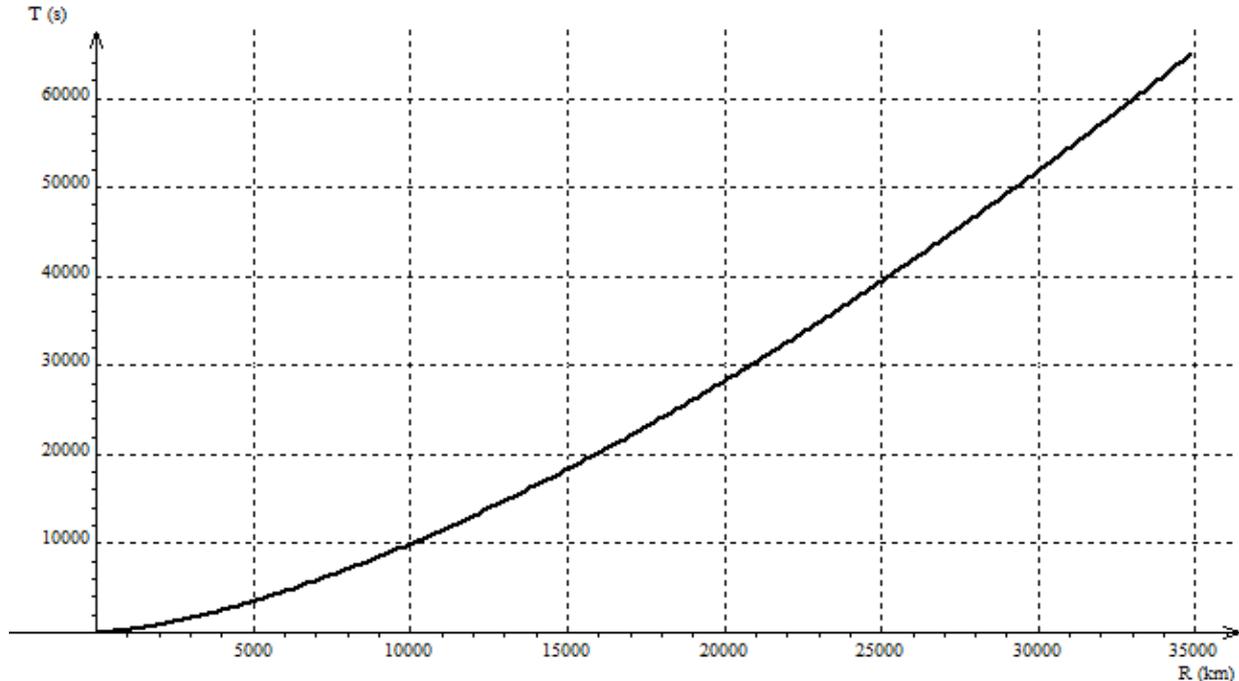
Tout en déterminant l'orbite exacte où se trouvent les satellites et ses caractéristiques, les ingénieurs étudient la possibilité de les ramener vers la position initiale prévue. Ils regardent également si les satellites pourraient émettre à partir de leur trajectoire actuelle, ce qui semble difficile, l'orbite étant elliptique et non parfaitement circulaire.

Dans tous les cas, cela « va être compliqué » estime le président du CNES, Jean Le Gall, également coordonnateur interministériel pour la France de Galileo.

Extrait de <http://www.lemonde.fr/sciences/article/2014/08/23>

Document 3. Galileo, pour un bon fonctionnement

Pour le bon fonctionnement du système Galileo, les satellites doivent avoir une période de révolution de 14 h et 21 min et une trajectoire parfaitement circulaire. On donne, ci-dessous, le graphe modélisant la période de révolution T d'un satellite en fonction du rayon R de la trajectoire de ce satellite autour de la Terre.



Questions

S'APPROPRIER 1 point

Q1. Quelle est la trajectoire d'un satellite du système Galileo qui a été mis correctement sur orbite autour de la Terre ? Préciser le référentiel.

S'APPROPRIER – RÉALISER 1,5 points

Q2. Sur un schéma, sans souci d'échelle, représenter la force d'attraction gravitationnelle exercée par la Terre sur un satellite du système Galileo, situé à une altitude h de la surface de la Terre. Indiquer le rayon R_T de la Terre.

ANALYSER 1 point

Q3. En s'aidant du principe d'inertie, indiquer si les forces qui s'exercent sur le satellite se compensent. Justifier la réponse.

S'APPROPRIER 1 point

Q4. Les satellites Galileo 5 et 6 ne sont pas sur la bonne orbite. En indiquer la cause.

ANALYSER - RÉALISER – VALIDER 4 points

Q5. En exploitant le graphe donné dans le document 3, estimer l'altitude h d'un satellite Galileo qui a été lancé sans anomalie.

Ce résultat est-il en accord avec les indications du texte dans le document 2 ?

Donnée : Rayon de la Terre : $R_T = 6380$ km

Q6. CONNAITRE – RÉALISER 1,5 points

Le satellite Galileo 1 passe à la verticale d'un randonneur à la surface de la Terre. Il émet un signal électromagnétique vers ce randonneur.

Sachant que ce signal se propage à la vitesse de la lumière, quelle durée Δt va mettre ce signal pour l'atteindre ?

ÉVALUATION : Galileo : « On aurait mieux fait de le lancer avec Ariane »

Question	Tâche	Compétence évaluée	Réponse attendue	Évaluation- Notation			
Q1	Simple	S'APPROPRIER	Le mouvement du satellite est circulaire (la trajectoire est un cercle) dans le référentiel géocentrique.	1			
Q2	Simple	S'APPROPRIER	On fait un schéma avec la Terre, le satellite et le vecteur force en faisant apparaître R_T et h .	1,5			
Q3	Simple	ANALYSER	Le satellite n'a pas un mouvement rectiligne. Donc d'après le principe d'inertie, il n'est pas soumis à des forces qui se compensent.	1			
Q4	Simple	S'APPROPRIER	Les satellites ne sont pas sur la bonne orbite, car le dernier étage de la fusée Soyouz n'a pas fonctionné, la deuxième impulsion n'a pas été donnée dans la bonne direction. Les satellites se sont donc retrouvés plus bas que prévu.	1			
			Évaluation des compétences A : Les critères choisis apparaissent dans leur totalité. B : Les critères choisis apparaissent partiellement. C : Les critères choisis apparaissent de manière insuffisante. D : Les critères choisis ne sont pas présents.	Niveau de maîtrise			
				A	B	C	D
Q5	Complexe	ANALYSER	L'élève extrait l'information utile dans le document 3 concernant la période. L'élève exploite le graphe pour déterminer le rayon de la trajectoire				
		RÉALISER	L'élève convertit la période de révolution en secondes. L'élève sait calculer l'altitude h .				
		VALIDER	L'élève compare le résultat obtenu avec la valeur de l'altitude indiquée dans le document 2.				
			Notation : Le regard porté sur la grille de compétences de manière globale aboutit, en fonction de la position des croix, à la note évaluant la production de l'élève. Majorité de A → 3 ou 4 Majorité de B → 2 ou 3 Majorité de C → 1 ou 2 Majorité de D → 0 ou 1	4			
Q6	Simple	CONNAITRE/ RÉALISER	La vitesse de la lumière est $c = 3,0 \times 10^8 \text{ m.s}^{-1}$. $\Delta t = h/c$; $\Delta t = (23522 \times 10^3)/(3,0 \times 10^8) = 7,8 \times 10^{-2} \text{ s}$	1,5			

Exemple de réponse à la tâche complexe (Q5)

D'après le document 3, les satellites Galileo doivent avoir une période de révolution de 14 h 21 min, soit 51660 s. En utilisant le graphe, on trouve que cette période correspond à un rayon de la trajectoire d'environ 29 500 km.

En retranchant le rayon de la Terre de 6380 km, on trouve une altitude h d'environ 23000 km pour ces satellites.

Ce résultat est proche des 23522 km cités dans le document.

Remarque : on peut aussi faire le raisonnement inverse : à partir de la valeur de h , retrouver celle de R , puis à l'aide du graphe, retrouver celle de T .