

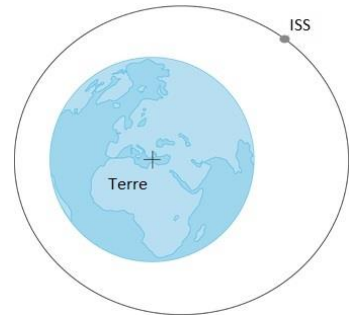
L'ISS rencontre la Lune



Le 14 Janvier 2017, les membres du club d'astronomie de l'agence spatiale européenne de Madrid ont capturé à travers leur télescope le passage de la station spatiale internationale (ISS) devant la Lune.
Quelle est la vitesse de rotation de l'ISS autour de la Terre ?

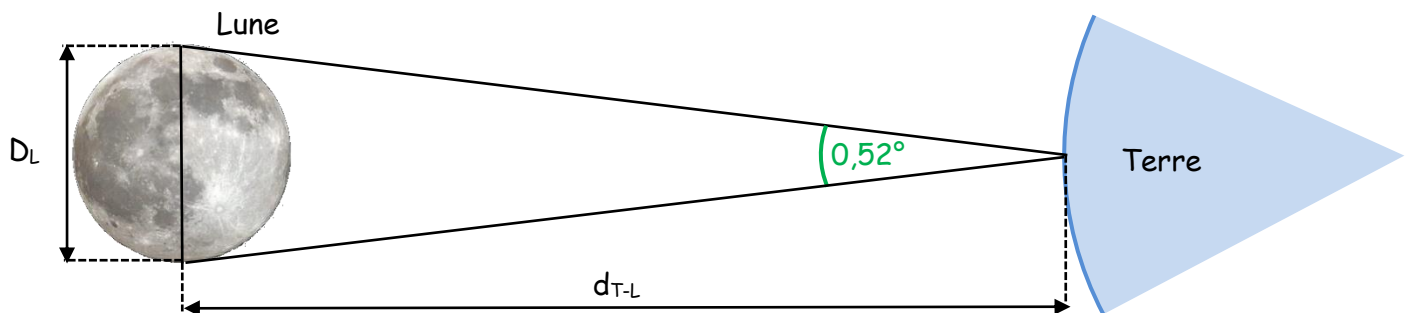
Document 1 : L'ISS en orbite autour de la Terre

La station spatiale internationale est le plus grand des objets artificiels placés en orbite terrestre. Sa masse est d'environ 400 tonnes et elle s'étend sur 110 m de longueur, 74 m de largeur et 30 m de hauteur. L'ISS se déplace autour de la Terre à une altitude maintenue autour de $h = 400$ kilomètres. Elle est occupée en permanence par six astronautes qui partagent leur temps de travail entre les opérations de maintenance, et les tâches scientifiques.



Document 2 : La Lune en orbite autour de la Terre

La Lune est l'unique satellite naturel de la Terre. La distance moyenne d_{T-L} séparant la Terre et le centre de la Lune est voisine de 386 000 km. Sa vitesse de rotation autour de la Terre est de 1 km.s^{-1} .



Document 3 : L'ISS passe devant la Lune

Il n'aura fallu qu'une demi seconde à l'ISS pour « traverser » notre satellite. Ci-contre on présente la photographie composée des 13 images successives prises par les astronomes de l'ESA.



Questions préliminaires :

- 1) Réaliser un schéma présentant les positions de la Terre, de l'ISS et de la Lune lors de l'observation du phénomène. On indiquera sur le schéma la distance D_{ISS} parcourue par l'ISS durant le phénomène.
- 2) Déterminer la valeur du diamètre de la Lune D_L en utilisant une relation de trigonométrie.

Résolution de problème :

- 3) Déterminer la vitesse de rotation v_s de la station spatiale internationale autour de la Terre. Indiquer les sources d'erreur et discuter de la validité du résultat.

Titre de l'activité :

L'ISS rencontre la Lune

Cycle 4 :

- Approche de la notion
- Réinvestissement intermédiaire
- Fin de cycle

Notions et compétences associées :

Organisation et transformation de la matière

- Décrire l'organisation de la matière dans l'Univers

Structuration des connaissances :

Le bilan de l'activité, dans le cahier des élèves, fait apparaître :

- La description du système Terre – Lune – ISS : Position, mouvement, vitesse

Mise en œuvre :

Cette activité revient sur l'organisation du système Solaire et plus précisément du système Terre-Lune. Un temps assez long sera laissé aux élèves afin de s'approprié les données du problème de manière individuelle puis en confrontant leur propositions en formant des groupes de 3 ou 4 élèves.

Les résultats seront enfin globalisés à travers une discussion sur l'exactitude du résultat en tenant compte des différentes approximations ou paramètres négligés lors de la résolution du problème.

Vigilances didactiques et pédagogiques :

Principales compétences travaillées	Critères et indicateurs de réussite	A	B	C	D
Pratiquer des langages Domaine 1.1 et 1.3	<u>Exploiter un document constitué de divers supports (Texte, schéma, photo) et s'appuyer sur ses connaissances pour enrichir l'analyse.</u> Q1 : Réaliser un schéma légendé comportant la Lune, L'ISS et la Terre dans le bon ordre. <u>Utiliser le langage mathématique</u> Q2 : Déterminer le diamètre de la Lune en utilisant la tangente de l'angle.				
Pratiquer des démarches scientifiques et technologiques Domaine 4	<u>Proposer une démarche pour répondre à une question de nature scientifique</u> Q3 : Rédaction du raisonnement en utilisant une syntaxe et un vocabulaire correct. Expliciter le choix des hypothèses, effectuer les calculs, comparer des valeurs, adopter un esprit critique sur les résultats				

Aide pour l'évaluation

Pratiquer des langages

Niveau D : les principales informations sont extraites, mais l'élève ne parvient pas à les exploiter même avec de l'aide.

Niveau C : L'élève comprend globalement les documents, avec l'aide du professeur éventuellement, s'engage dans les calculs, mais commet de nombreuses erreurs.

Niveau B : l'élève parvient, avec parfois l'aide du professeur, à réaliser la tâche. Les calculs sont corrects.

Niveau A : l'élève parvient à organiser sa pensée, éventuellement après avoir identifié ses difficultés, et auxquelles il apporte une réponse quasi de lui-même. Les calculs sont justes, avec les unités.

Pratiquer des démarches scientifiques

Niveau D : l'élève ne parvient pas à comprendre ce qu'on attend de lui.

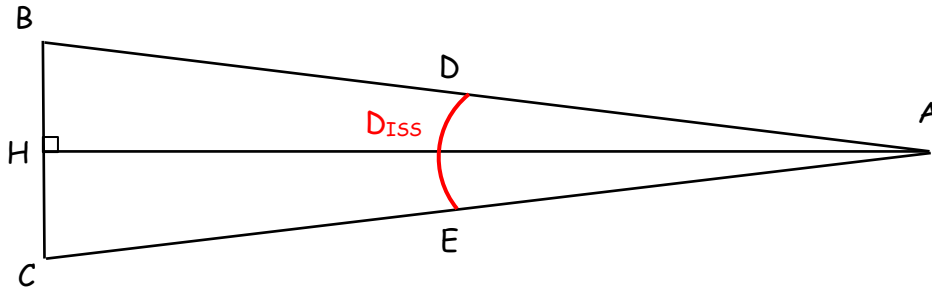
Niveau C : l'élève engage un début de recherche mais reste assez rapidement bloqué.

Niveau B : l'élève parvient au résultat. Le professeur peut l'accompagner dans le calcul. Il sait communiquer ses résultats en argumentant, même avec des maladresses.

Niveau A : l'élève parvient en quasi autonomie au résultat. Il sait communiquer ses résultats et les mettre en forme correctement, de manière structurée et détaillée. Il élabore au moins un début de critique.

Exemple de réponses attendues

Q1 : Représentation de la situation :



On a ici :

AH : Distance entre la surface de la Terre et le centre de la Lune d_{T-L}

BC : Diamètre de la Lune D_L

DE : Distance parcourue par l'ISS lors de son passage devant la Lune D_{ISS}

Q2 :

Dans le triangle rectangle ABH on utilise la relation :

$$\tan \widehat{HAB} = \frac{HB}{HA} = \frac{D_L/2}{d_{T-L}}$$

On cherche ici à déterminer D_L :

$$D_L = 2 \times \tan \widehat{HAB} \times d_{T-L}$$

$$D_L = 2 \times \tan \frac{0,52}{2} \times 386000 \approx 3,5 \cdot 10^3 \text{ km}$$

Le diamètre de la Lune est voisin de $3,5 \cdot 10^3$ km.

Q3 :

La vitesse v_s de l'ISS est donnée par la relation : $v_s = \frac{D_{ISS}}{\Delta t}$

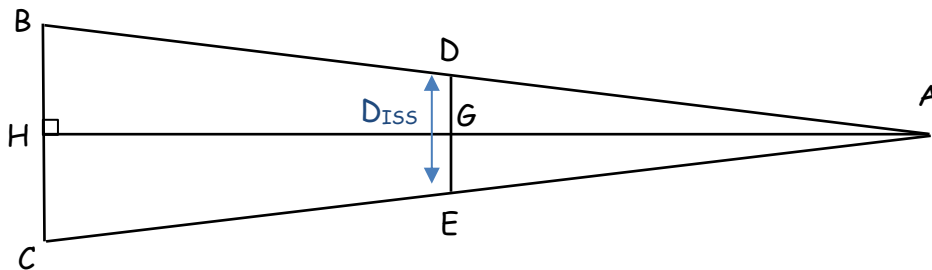
D'après le document 3 on sait que le passage de l'ISS devant la Lune dure une demie seconde soit :

$$\Delta t = 0,50 \text{ s}$$

On doit ensuite déterminer la valeur de la distance D_{ISS} parcourue par l'ISS.

Méthode 1 :

Si on néglige la courbure de la trajectoire de l'ISS on peut considérer sur la figure de la question 1 que la droite (DG) est parallèle à la droite (BH). Avec $AG = h = 400$ km



Dans le triangle rectangle ADG on utilise la relation :

$$\tan \widehat{GAD} = \frac{DG}{GA} = \frac{D_{ISS}/2}{h}$$

On cherche ici à déterminer D_L :

$$D_{ISS} = 2 \times \tan \widehat{GAD} \times h$$

$$D_{ISS} = 2 \times \tan \frac{0,52}{2} \times 400 \approx 3,6 \text{ km}$$

Méthode 2 :

En appliquant le théorème de Thalès on obtient la relation suivante :

$$\frac{AD}{AB} = \frac{AG}{AH} = \frac{DG}{BH}$$

Obtient alors :

$$\frac{h}{d_{T-L}} = \frac{D_{ISS}/2}{D_L/2}$$

Soit :

$$D_{ISS} = \frac{D_L \times h}{d_{T-L}} = \frac{3,5 \cdot 10^3 \times 400}{386000} \approx 3,6 \text{ km}$$

L'ISS a parcouru une distance de 3,6 km lors de son passage devant la Lune.

On calcule alors la vitesse de la station :

$$v = \frac{D_{ISS}}{\Delta t} = \frac{3,6}{0,50} = 7,2 \text{ km} \cdot \text{s}^{-1}$$

Ce résultat est à comparer avec la vitesse réelle voisine de 7,66 km.s⁻¹.
