



4. La Lune

Niveau : Collège, Lycée

OBJECTIFS

- Montrer comment on a déterminé la distance de la Lune, son diamètre, les dimensions de son relief.
- Utilisation de théorème de géométrie, problèmes d'échelles...

INTRODUCTION

Dans la partie 1, le calcul géométrique de la distance de la Lune amène à un problème assez ouvert pour des élèves de 3^e ou de lycée (en particulier l'exercice 2), alors que le calcul par la mesure du temps que met la lumière pour faire l'aller et retour (exercice 3) ne présente pas de difficulté.

Dans la deuxième partie, on calcule la hauteur d'une montagne ou le diamètre d'un cratère lunaire. La troisième partie permet de comparer la période sidérale et la période synodique de la Lune à partir de fonctions et d'une équation. La fiche se termine avec un barycentre et des statistiques.

EXERCICES

1	3 ^e - 2 ^{de}	Sinus (triangle rectangle ou triangle quelconque).
2	2 ^{de}	Sinus et al Kashi.
3	6 ^e à 3 ^e	$d = vt$.
4	6 ^e à 2 ^{de}	Longueur du cercle et proportionnalité ou trigo ou radians.
5	6 ^e à 3 ^e	$t = d/v$.
6	4 ^e à T	Pythagore et texte.
7	4 ^e à 2 ^{de}	Échelles et Pythagore.
8	4 ^e à 2 ^{de}	Pythagore.
9a	6 ^e à 3 ^e	Échelles.
9b	3 ^e - 2 ^{de}	Trigonométrie.
10	3 ^e - 2 ^{de}	Fonction et équation.
11	4 ^e - 3 ^e	Moyenne et pourcentage.
12	1 ^{ère}	Barycentre.

SUPPLÉMENTS

Vous trouverez en plus sur le CD les solutions avec des commentaires et une feuille de calcul, un complément sur le calcul de la hauteur d'une montagne, un autre sur la distance de la Lune et sa résolution avec GeoGebra et une animation pour l'exercice 10.

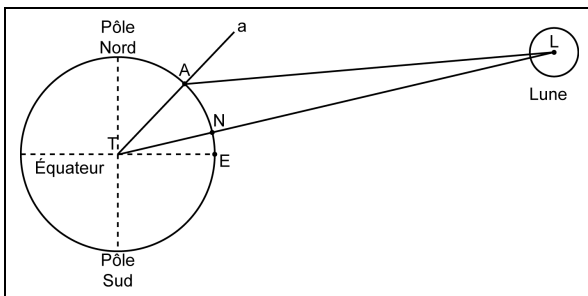
Distance et diamètre

1. Distance de la Lune (1)

Lagos, la capitale du Nigeria est située à la latitude de $6,45^\circ$ nord et à la longitude de $3,5^\circ$ est (point N). Auxerre, en Bourgogne, est sur le même méridien, à la latitude de $47,8^\circ$ nord (point A).

On observe depuis Lagos au Nigéria (N) la Lune (L) passant exactement au zénith.

Le même jour à la même heure, on mesure à Auxerre la distance zénithale du centre de la Lune et on trouve $41,97^\circ$ (la distance zénithale est l'angle \widehat{aAL} de la figure).



Calculer la distance de la Terre à la Lune (rayon terrestre : 6370 km).

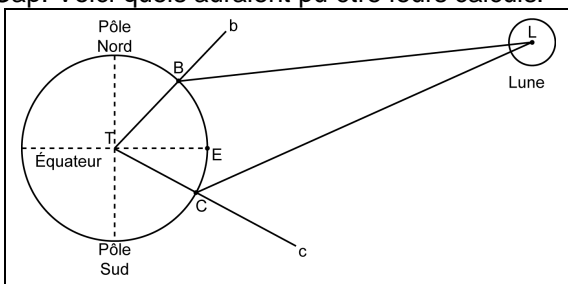
2. Distance de la Lune (2)

En 1751, les astronomes Lalande et Lacaille ont mesuré la distance de la Lune en l'observant depuis Berlin et Le Cap. Voici quels auraient pu être leurs calculs.

Depuis Berlin, la Lune est observée à $31,77^\circ$ de distance zénithale vers le sud (angle \widehat{bBL}).

Au même instant depuis Le Cap, on l'observe vers le nord avec une distance zénithale de $56,06^\circ$ (angle \widehat{cCL}).

Calculer la distance de la Lune.



La latitude de Berlin est de $52,52^\circ$ N et que celle du Cap est de $33,92^\circ$ S.

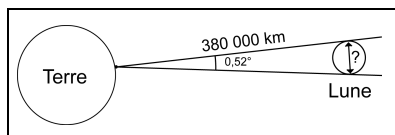
On prendra 6 370 km comme rayon de la Terre.

3. Distance de la Lune (3)

Pour mesurer précisément la distance de la Lune depuis l'observatoire de Nice, on envoie dans sa direction un faisceau laser qui se réfléchit sur un miroir pour revenir à l'observatoire. On mesure le temps de l'aller-retour et on trouve 2,534 s. Quelle est la distance de l'observatoire de Nice au miroir sur la Lune ?

4 Diamètre de la Lune

Sachant que la Lune est située à 380 000 km et que son diamètre apparent vu depuis un point de la Terre est de $0,52^\circ$, on demande de calculer son diamètre réel.



5. Temps de parcours

La distance de la Terre à la Lune est en moyenne de 384 000 km.

1. Calculer le temps qu'il faudrait pour se rendre sur la Lune :

- à la vitesse d'un marcheur (6 km/h)
- à la vitesse d'un TGV (300 km/h)
- à la vitesse de la lumière (300 000 km/s)

2. Le sous-titre du roman de Jules Verne "De la Terre à la Lune" est "trajet direct en 97 heures 20 minutes". Calculer la vitesse moyenne de l'obus qui transporte ses passagers vers la Lune.

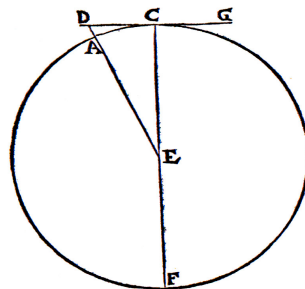
Mesures sur la Lune

6. Un texte de Galilée à étudier pour mesurer la hauteur d'une montagne

« J'avais très souvent observé, dans les différentes positions de la Lune par rapport au Soleil, que quelques sommets situés dans la partie non éclairée de la Lune, même assez éloignés de la limite ombre-lumière, semblaient illuminés par la lumière solaire.

En comparant leur distance par rapport à cette limite au diamètre de la Lune, j'observai que cet intervalle dépassait parfois un vingtième du diamètre. Ceci étant admis, supposons que le corps lunaire soit un grand cercle CAP, de centre E. Le diamètre CF est par rapport à celui de la Terre comme deux à sept. Or le diamètre de la Terre est selon les plus exactes observations de 7000 milles italiques (*). Donc CF mesurera 2000, CE 1000, et le vingtième de CF sera 100.

Soit CF le diamètre du grand cercle qui sépare la partie lumineuse de la Lune de la partie obscure (en raison du très grand éloignement du Soleil par rapport à la Lune, ce cercle ne diffère pas sensiblement d'un grand cercle. Soit un point A distant du point C du vingtième de ce diamètre, prolongeons le rayon EA qui rencontre la tangente GCD au point D (cette tangente représente le rayon illuminant). L'arc CA, ou le segment CD, vaudra donc 100 des unités dont CE vaut 1000, et la



somme des carrés de DC et CE vaudra 1 010 000, quantité égale au carré de DE. DE vaudra donc plus de 1004, et AD plus de 4 des unités dont CE contenait 1000. Donc le segment AD, qui correspond sur la Lune à un sommet qui monte jusqu'au rayon solaire GCD et qui est séparé de la limite C par la distance CD, a plus de 4 milles italiques de hauteur, alors que sur Terre il n'existe pas de montagnes qui atteignent une hauteur d'un seul mille à la verticale ; il est donc clair que les sommets sont plus élevés sur la Lune que sur la Terre.»

(Extrait du Sidereus Nuncius de Galileo Galilei 1610)

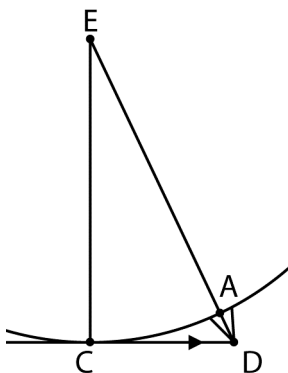
(*) Un mille italique vaut cinq mille sept cent douze pieds, soit 1 685 mètres.

7. Application de la méthode de Galilée sur une photo

Sur cette photo de la Lune au dernier quartier, on aperçoit le sommet éclairé d'une montagne (flèches).

Sauriez vous calculer la hauteur de cette montagne ?

Vous pourrez utiliser le schéma ci-dessous (ce schéma est fait dans le plan qui contient le rayon de Soleil CD et le centre de la Lune)



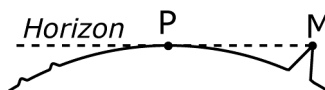
Rappel :

Le diamètre de la Lune vaut 3 500 km.



8. Distance de l'horizon

La Lune est supposée sphérique, de 1740 km de rayon. Vous venez de vous poser dans la mer des Pluies et vous voyez juste dépasser à l'horizon le Mont Blanc lunaire. À quelle distance en êtes-vous ? Le Mont Blanc lunaire culmine à 3 600 m.



Mouvements

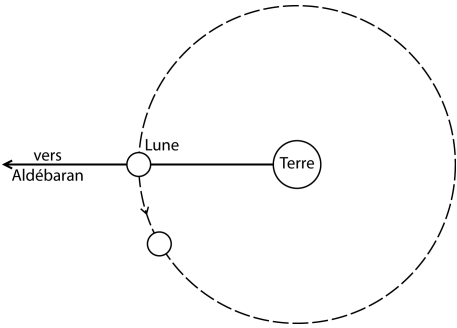
10. Lunaison et période sidérale

A. Période sidérale

On a pu voir la Lune passer devant l'étoile Aldébaran le 25 novembre 1996 à 16h, puis à nouveau le 23 décembre 1996 à 0h. Calculer l'intervalle de temps séparant ces deux évènements (on obtient ce qu'on appelle la période de révolution sidérale de la Lune).

B. La Lune autour de la Terre

On considère la Terre immobile. La Lune tourne autour de la Terre en 27,3 jours (période sidérale). On suppose qu'elle suit une orbite circulaire à vitesse constante. A un instant donné, la Lune est dans la direction de l'étoile Aldébaran, en L_0 . On appellera x le nombre de jours écoulés depuis cet instant et $a(x)$ le nombre de tours effectués par la Lune autour de la Terre.



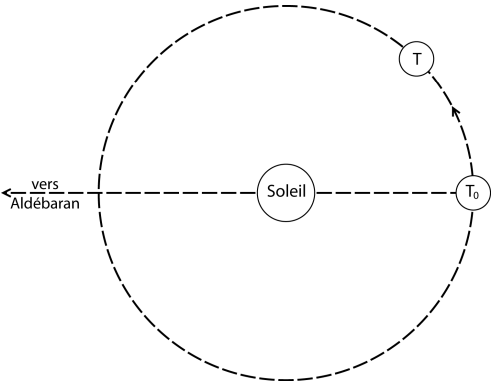
a. Compléter le tableau suivant :

Nombre de jours x					54,6	1	40	x
Nombre de tours $a(x)$	1	3	0,5	0,1				

b. Écrire $a(x)$ en fonction de x .

C. La Terre autour du Soleil

Pendant que la Lune tourne autour de la Terre, le système Terre Lune tourne autour du Soleil. On considère que l'orbite de la Terre est circulaire et parcourue à vitesse constante en 365 jours . Au départ (quand x vaut 0), on suppose que le Soleil vu depuis la Terre est dans la direction d'Aldébaran. On appelle $b(x)$ le nombre de tours effectués par la Terre autour du Soleil.



a. Compléter le tableau suivant :

Nombre de jours x				1	40	x
Nombre de tours $b(x)$	1	2	0,1			

b. Écrire $b(x)$ en fonction de x .

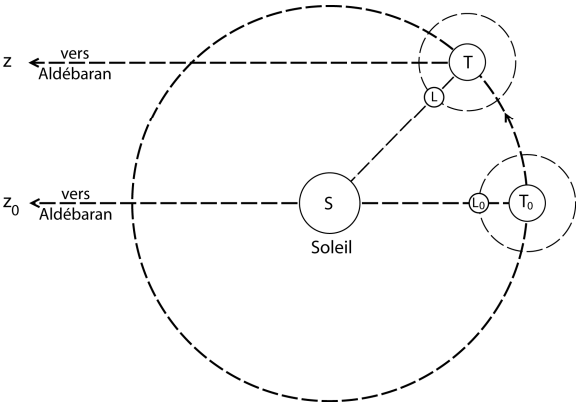
D. Composition des deux mouvements

Au départ (quand x vaut 0), la Terre est en T_0 , la Lune est en L_0 , entre la Terre et le Soleil, et nous présente sa face non éclairée, c'est la Nouvelle Lune.

La Nouvelle Lune suivante aura lieu quand le Soleil, la Lune et la Terre seront à nouveau alignés, en S, L et T.

On cherche à calculer la durée de la lunaison, c'est-à-dire le nombre x de jours qui se sont écoulés entre ces deux nouvelles lunes.

On rappelle que $a(x)$ est le nombre de tours effectués par la Lune autour de la Terre et $b(x)$ le nombre de tours effectués par la Terre autour du Soleil.



z_0 est la direction de l'étoile Aldébaran vue depuis la Terre en T_0 et z la direction d'Aldébaran vue depuis la Terre en T . Comme l'étoile Aldébaran est très éloignée, on considèrera (T_0z_0) et (Tz) parallèles.

- a. Comparer les angles $\widehat{T_0ST}$ et \widehat{zTS}
- b. Expliquer pourquoi on doit avoir : $a(x) = 1 + b(x)$
- c. En déduire le nombre de jours x cherché.

Variations de distance

11. Le tableau ci-dessous donne la distance Terre Lune en km pendant 27 jours, la durée d'une révolution, entre le 22 avril et le 18 mai 2012.

22/4	406 427	1/5	374 500	10/5	372 662
23/4	406 128	2/5	368 619	11/5	378 769
24/4	405 063	3/5	363 486	12/5	384 810
25/4	403 155	4/5	359 599	13/5	390 411
26/4	400 341	5/5	357 377	14/5	395 306
27/4	396 596	6/5	357 074	15/5	399 337
28/4	391 960	7/5	358 728	16/5	402 438
29/4	386 560	8/5	362 145	17/5	404 615
30/4	380 626	9/5	366 951	18/5	405 920

- a. Calculer la distance moyenne Terre - Lune arrondie à la centaine de km près.
- b. Quelle est la distance minimale ? maximale ?
- c. "La distance Terre - Lune varie de plus de 5% par rapport à la distance moyenne". Cette affirmation est-elle vraie ou fausse ?

Masse de la Lune

12. Des observations relatives à la révolution de la Terre autour du Soleil montrent une erreur angulaire pouvant atteindre 6,4" sur la position de la Terre par rapport au modèle keplérien de son orbite.

Mais en fait, ce n'est pas la Terre qui décrit un mouvement keplérien mais le centre de masse du système Terre-Lune, c'est à dire le barycentre de (T, m_T) et (L, m_L), m_T étant la masse de la Terre T et m_L la masse de la Lune L.



S = Soleil

T = Terre

B = Centre de masse.

Données : $ST = SB = 150 \times 10^6$ km.

Rayon de la Terre : $R_T = 6\,370$ km

Rayon de la Lune : $R_L = 1\,740$ km

Masse de la Terre : $m_T = 5,98 \times 10^{24}$ kg

Distance Terre-Lune : $TL = 384\,000$ km.

a. Calculer BT.

b. Où est situé B par rapport au sol terrestre ?

c. Calculer la masse de la Lune et comparer avec la masse de la Terre.

d. Comparer les masses volumiques de la Terre et de la Lune.

e. Comparer la pesanteur à la surface de la Terre et à la surface de la Lune (la pesanteur à la surface d'une planète sphérique de masse m et de rayon R est égale à Gm/R^2 où G est une constante).

Compléments sur le CD

Distance de la Lune à partir d'une éclipse de Soleil.

Les différentes méthodes pour mesurer la hauteur d'une montagne sur la Lune.

