

Mesure de la distance Terre - Lune

Niveau

Dès la seconde

Objectif

Mesurer en utilisant trois méthodes distinctes la distance séparant la Terre de la Lune. Une méthode utilisera les éclipses de Lune, une autre utilisera la triangulation (ou parallaxe), la dernière méthode utilisera l'écho laser.

Compétences

Utiliser les puissances de 10 dans l'évaluation des ordres de grandeur, dans les calculs, et dans l'expression des données et des résultats.

Repérer un angle.

Mesurer une petite et une grande distance :

- Mettre en œuvre une technique de mesure utilisée en Travaux Pratiques.
- Garder le nombre de chiffres significatifs en adéquation avec la précision de la mesure.
- Exprimer le résultat avec une unité adaptée.

Connaître la valeur de la vitesse de la lumière dans le vide et savoir qu'il s'agit d'une vitesse limite.

Pré requis

Connaître le mouvement de la Lune autour de la Terre, et de la Terre autour du Soleil. Savoir qu'il existe des éclipses de lune. Connaître la relation entre la vitesse, la distance et le temps. Connaître les bases de la trigonométrie au collège.

Durée

Activité 1 : 15 minutes

Activité 2 : 15 minutes

Activité 3 : 10 minutes

Déroulement

L'objectif est de montrer aux élèves l'évolution des techniques de mesure de grandes distances au cours de l'Histoire, à travers trois méthodes. La première méthode, datant de l'antiquité grecque, a permis à Hipparque de déterminer la distance Terre-Lune à partir de l'observation des éclipses de Lune. La deuxième méthode, datant du XVIII^{ème} siècle, a été proposée par deux scientifiques français Lalande et La Caille. Elle utilise la méthode de triangulation (ou parallaxe) pour calculer la distance Terre – Lune. Enfin la dernière méthode, très récente, utilise la technique de l'écho laser.

1) La méthode des éclipses

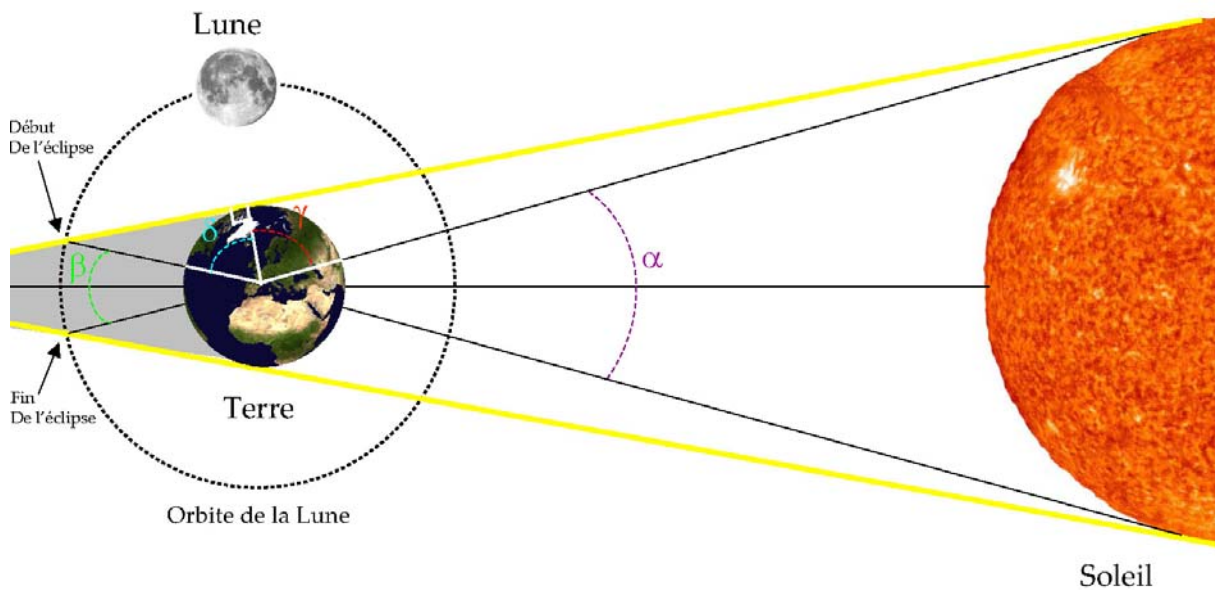
Aristarque de Samos (300 – 230 av J.C.) fut un des premiers à essayer de déterminer la distance entre la Terre et la Lune, en utilisant l'observation des éclipses de Lune.

Pour faire ses calculs, il a eu besoin de connaître le rayon de la Terre, rayon qu'Erathostène calcula en 236 av J.C..

Nous allons ici nous intéresser plutôt à la méthode proposée par Hipparque en 167 av J.C., qui est un peu plus précise.

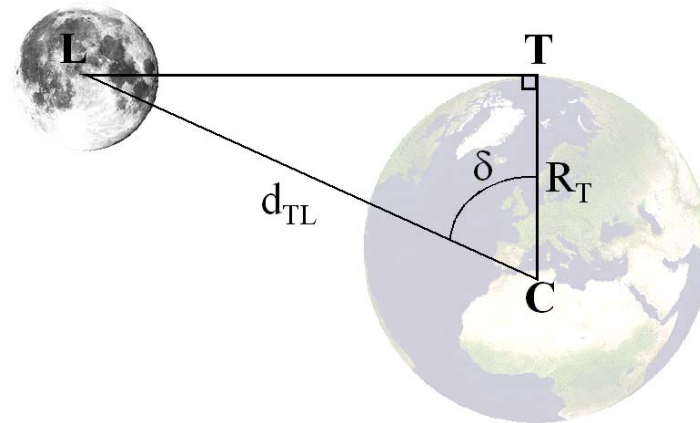
Voici les hypothèses formulées par Hipparque pour calculer la distance Terre – Lune :

- La Terre est ronde.
- La durée d'une éclipse de Lune est de 2,5 h maximum.
- La durée de la lunaison est de 29,5 jours (période synodique).
- Le diamètre apparent du soleil est de $0,50^\circ$ soit 30 minutes d'arc.
- La parallaxe de la Terre depuis le Soleil est négligeable ($\gamma \approx 90^\circ$)



© vallejo 2009

- a) Calculer l'angle β sachant qu'il s'agit de l'angle formé par la position entrante et la position sortante de la Lune dans le cône d'ombre de la Terre.
- b) En déduire l'angle δ .

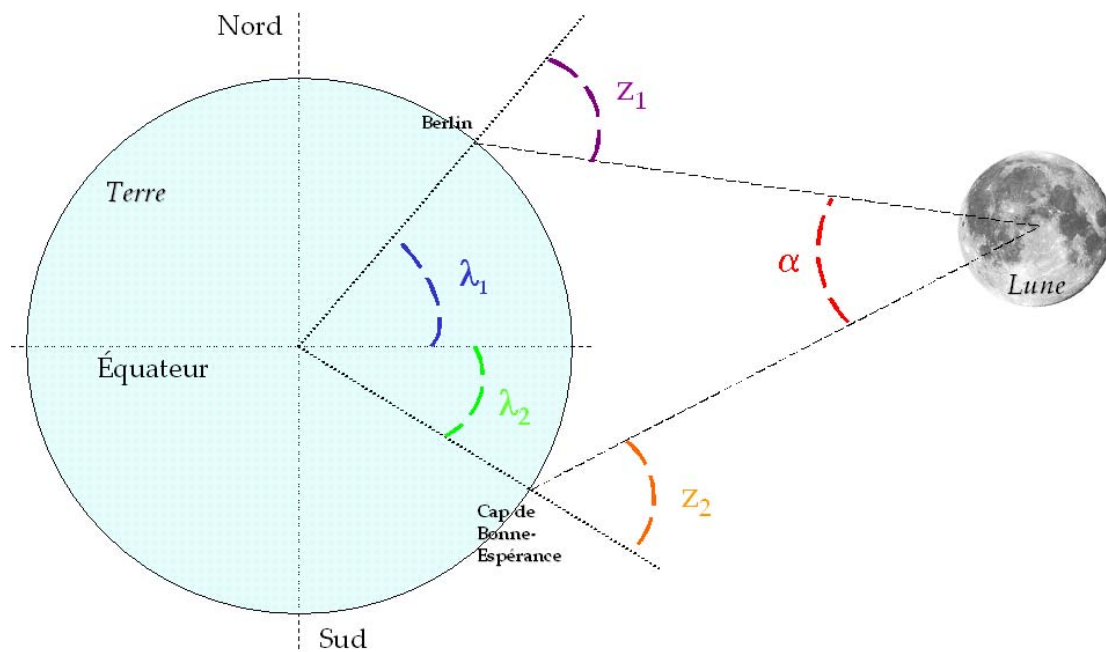


- c) A partir des relations trigonométriques dans le triangle CLT, rectangle en T, en déduire la distance Terre – Lune en fonction du rayon de la Terre R_T .
- d) Sachant qu'Ératosthène a estimé le rayon de la Terre à 6500 km, donner l'estimation d'Hipparque de la distance Terre – Lune.

2) La méthode de parallaxe

Lalande et La Caille ont proposé en 1751 une méthode de triangulation pour calculer la distance Terre – Lune. Cette méthode appelée aussi méthode de la parallaxe consiste à mesurer l'angle sous lequel on voit la Lune par rapport au zénith à deux positions éloignées sur la Terre. Lalande se trouvait à Berlin (Allemagne) alors que La Caille se trouvait au Cap de Bonne Espérance (Afrique du Sud). Au point B, c'est à dire à Berlin, Lalande mesure un angle z_1 entre le zénith et la Lune. Au point C, c'est à dire au Cap de Bonne Espérance, La Caille mesure un angle z_2 entre le zénith et la Lune.

λ_1 et λ_2 sont les latitudes respectives de Berlin et du Cap de Bonne Espérance.



- a) Exprimer α , la parallaxe lunaire, en fonction de z_1 , z_2 , λ_1 et λ_2 .
- b) Applications numériques :
- $\lambda_1 = 52,52^\circ$
 - $\lambda_2 = 34,36^\circ$
 - $z_1 = 53,52^\circ$
 - $z_2 = 34,66^\circ$
- c) En faisant l'approximation suivante $\frac{\sin z_1 + \sin z_2}{\alpha} = \frac{d_{TL}}{R_T}$ (où d_{TL} est la distance Terre – Lune et R_T est le rayon terrestre) calculer la valeur de la distance Terre - Lune.
Données : $R_T = 6378$ km

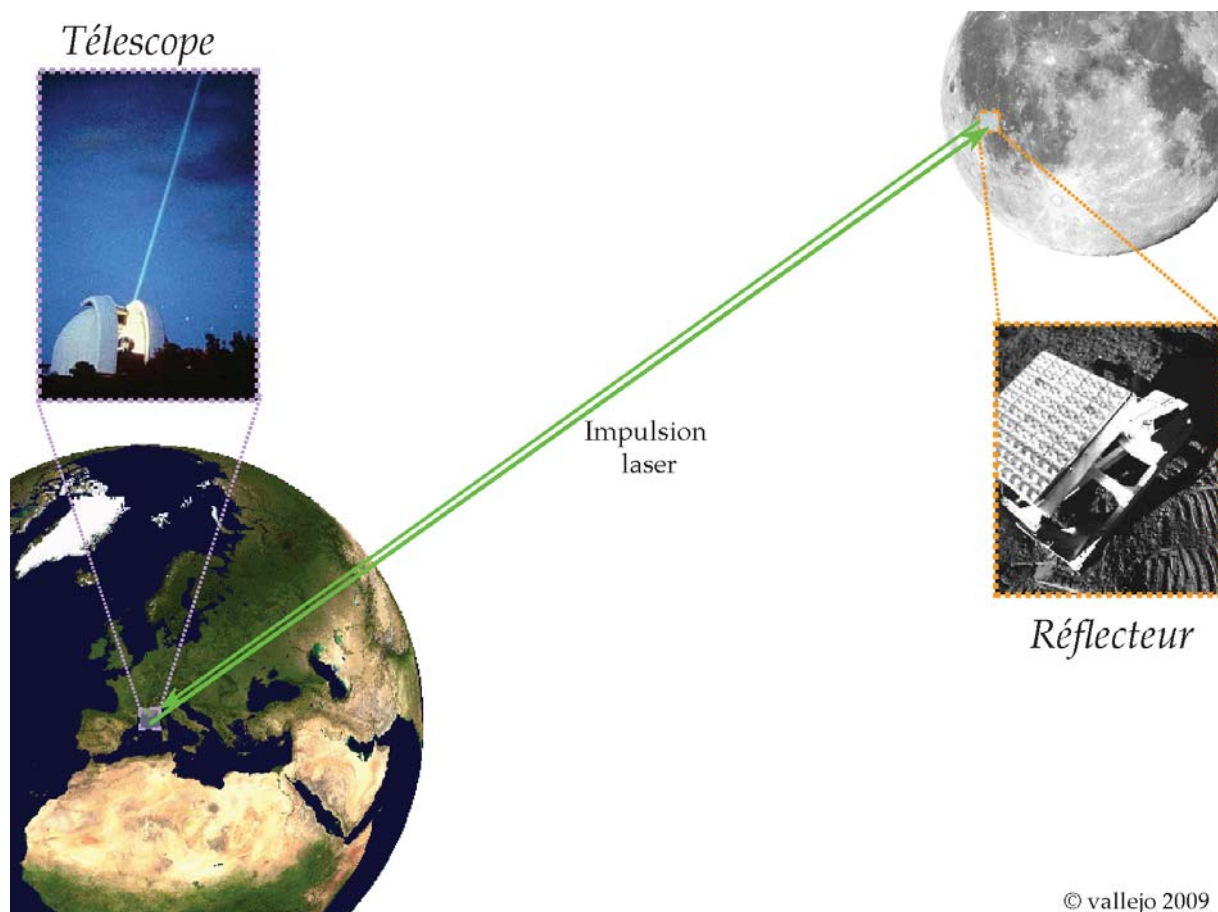
3) La méthode de l'écho laser

En 1969, lors de la mission Apollo 11, plusieurs réflecteurs ont été déposés à la surface de la Lune, à des positions bien précises.

Le but de ces réflecteurs était de pouvoir renvoyer un faisceau laser provenant de la Terre, afin de déterminer la distance Terre – Lune.

Le principe est simple, un laser très puissant envoie son signal en direction de la Lune, en pointant précisément un des réflecteurs, le signal est réfléchi et revient peu de temps après au même endroit sur Terre.

On mesure ensuite le temps que le signal a mis pour faire l'aller-retour Terre – Lune, et on en déduit la distance. C'est la technique de l'écho laser.



© vallejo 2009

- a) Connaissant le temps τ mis par la lumière pour faire l'aller-retour, exprimer la distance Terre – Lune en fonction de ce temps.
- b) Application numérique :
- $\tau = 2.536 \text{ s}$
 $c = 299\,792 \text{ km.s}^{-1}$