

OBSERVATION

Deux éclipses de Lune à observer

Pierre Causeret, pierre.causeret@wanadoo.fr

Résumé : En 2006-2007, nous aurons droit à deux éclipses de Lune. La première le 7 septembre 2006 sera partielle et la deuxième le 3 mars 2007 sera totale. C'est l'occasion de rappeler diverses activités que l'on peut faire avec les élèves, dans le cadre de cours (maths, sciences physiques...), de clubs...

Les données de ces éclipses

Ces données sont extraites du Hors Série n°9 des Cahiers Clairaut "Maths et Astronomie". Elles proviennent elles-mêmes de l'IMCCE (Institut de Mécanique Céleste et de Calcul des Ephémérides) soit directement soit après quelques calculs effectués à partir de ces données. Dans ce même hors-série, vous trouverez le détail de quelques calculs rapidement rappelés ici.

Date	07/09/06	3-4/03/2007
Grandeur	0,184	1,233
Rayon de l'ombre (km)	4727	4490
Distance d (km)	5824	1941
D. Terre Soleil (km)	150 700 000	148 300 000
D. Terre Lune (km)	357000	402000
Maximum de l'éclipse (TU)	18h51	23h21
Longueur du cône (km)	1384000	1362000
Rayon de l'ombre (km)	4727	4490
Vitesse Lune (km/h)	3664	3254
Entrée dans l'ombre	18h06	21h30
Début de la totalité	*	22h44
Maximum de l'éclipse	18h51	23h21
Fin de la totalité	*	23h57
Sortie de l'ombre	19h37	01h11

* : éclipse partielle

Pour comprendre ces données, voici quelques précisions

Grandeur d'une éclipse

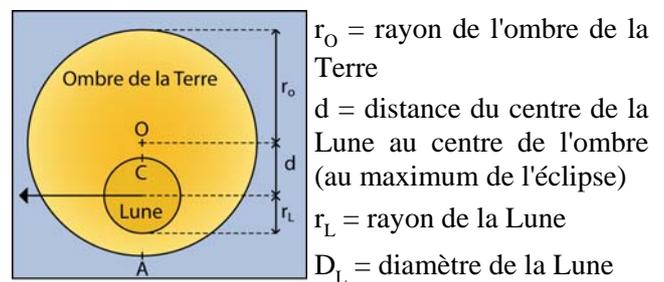
On appelle grandeur de l'éclipse la quantité

$$g = (r_O + r_L - d) / 2 r_L$$

Comme :

$$r_O + r_L - d = OA + LC - (LC + OC) = OA - OC = AC,$$

on peut aussi écrire $g = AC / 2 r_L$ ou $g = AC / D_L$



Quand la grandeur g est comprise entre 0 et 1, l'éclipse est partielle ($AC < D_L$), quand g est supérieur à 1, l'éclipse est totale.

Le 7/09/06, $g = 0,184$: seule une petite partie de la Lune est éclipsée.

Le 3/03/07, $g = 1,233$: l'éclipse est totale.

Longueur du cône d'ombre de la terre et diamètre de l'ombre

Ces longueurs se calculent en utilisant le théorème de Thalès à partir des distances Terre Soleil et Terre Lune, des rayons du Soleil (700 000 km) et de la Terre (6370 km). Le diamètre de l'ombre est calculé pour la position de la Lune.

Comparaison des deux éclipses

Le cône d'ombre de la Terre est plus court en mars qu'en septembre car le Soleil est plus proche, la Terre passant au plus près du Soleil début janvier.

De plus la Lune sera pratiquement au plus loin de la Terre pendant la deuxième éclipse, à 402 000 km (apogée le 7 mars) alors que pour la première, elle sera quasiment au périgée, à 357 000 km.

Ces deux phénomènes font que le rayon de l'ombre de la Terre est nettement plus petit en mars qu'en septembre (4490 km contre 4727).

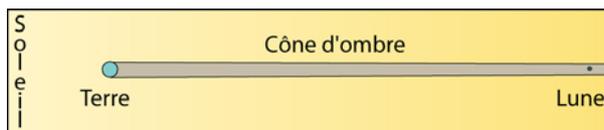
On peut aussi remarquer que la vitesse de la Lune est plus grande en septembre car la Lune est plus proche (2ème loi de Kepler).

Quelques activités

Une maquette à l'échelle

Lorsque l'on parle d'éclipse de Lune à nos élèves, une des premières questions posées est de savoir pourquoi il n'y a pas d'éclipse de Lune à chaque pleine Lune. Avant de parler d'inclinaison du plan de l'orbite, on peut essayer de faire une maquette à l'échelle.

Pour cela, on met un rétroprojecteur d'un côté de la salle qui servira de Soleil. De l'autre côté, un élève tient une boule en polystyrène qui représente la Terre. Un autre élève doit faire passer la Lune, plus petite, dans l'ombre de la Terre en la plaçant à la bonne distance, 30 fois le diamètre de la Terre. Avec une Terre de 3 cm de diamètre, on peut prendre une Lune de 1 cm et il faudra la placer à près d'un mètre de la Terre. On s'aperçoit alors qu'il est difficile de bien viser pour simuler l'éclipse, on a tendance à faire passer la Lune au-dessus ou en dessous de l'ombre. Pour y arriver, on peut s'aider de l'ombre de la Terre sur le mur ou sur un écran.

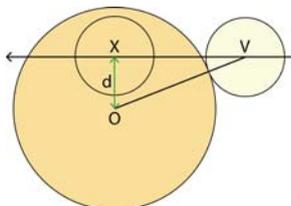


Le système Terre Lune à l'échelle

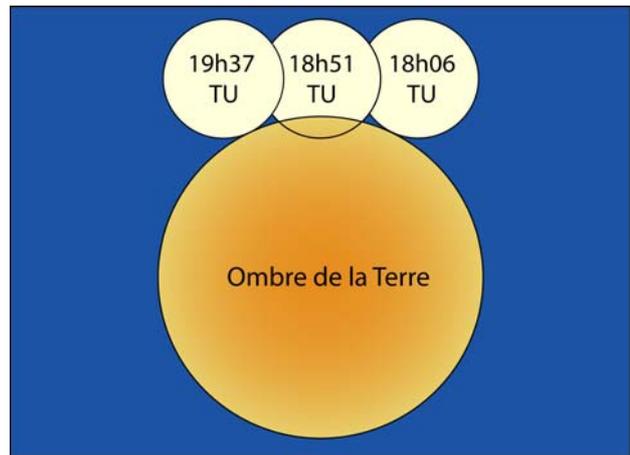
Cette expérience simple permet de comprendre qu'il suffit de pas grand-chose pour que la Lune rate l'ombre de la Terre à la pleine Lune. Une légère inclinaison du plan de son orbite par exemple...

Calculer les horaires des éclipses

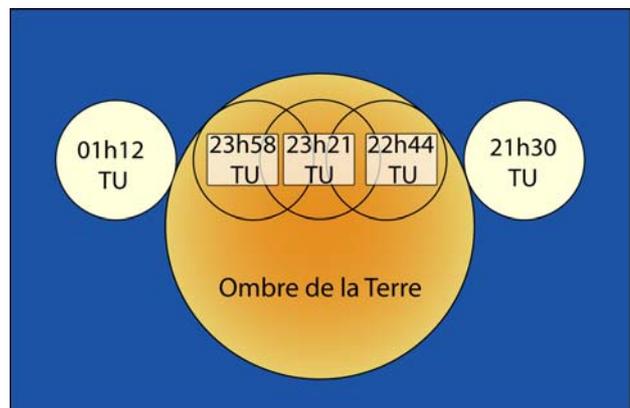
Si on connaît la vitesse de la Lune lorsqu'elle traverse l'ombre, le diamètre de cette ombre, le diamètre de la Lune, l'heure du maximum et la distance minimale du centre de la Lune au centre de l'ombre, on peut calculer simplement les horaires des différentes phases de l'éclipse. On utilise pour cela le théorème de Pythagore et on effectue quelques calculs de vitesse.



Avec d et OV ($OV = \text{rayon de l'ombre} + \text{rayon de la Lune}$), on calcule VX . Si on donne la vitesse de la Lune et l'heure de son passage en X , on retrouve l'heure du début de l'éclipse.



L'éclipse du 7 septembre 2006
(ajoutez 2 h pour avoir l'heure légale)



L'éclipse du 3 et 4 mars 2007
(ajoutez 1 h pour avoir l'heure légale)

Les différentes étapes de cette éclipse :

- Entrée dans l'ombre : 21h30
- Début de la totalité : 22h44
- Milieu de la totalité : 23h21
- Fin de la totalité : 23h58
- Sortie de l'ombre : 1h12

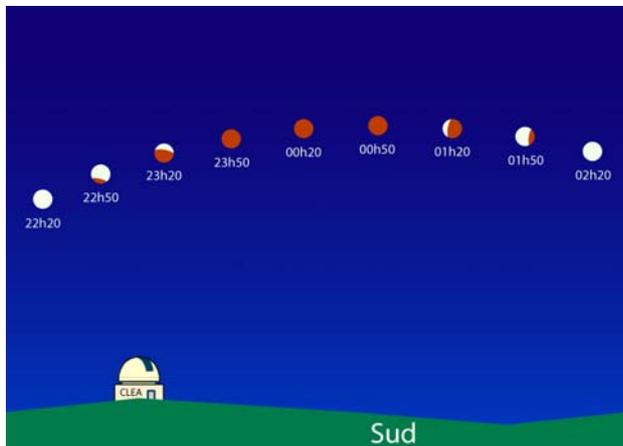
Sur les schémas ci-dessus, on a dessiné l'ombre de la Terre mais elle est évidemment invisible.

Observer l'éclipse

Quand on regarde des schémas comme les deux précédents, on pourrait croire que l'on voit la Lune se déplacer de droite à gauche dans le ciel. La révolution de la Lune autour de la Terre l'entraîne bien d'ouest en est (de droite à gauche quand on regarde vers le sud) avec une période d'un mois environ, mais pendant ce temps là, la Terre tourne sur elle-même avec une période d'un jour. C'est donc bien la rotation de la Terre qui l'emporte. On voit donc la Lune se déplacer d'est en ouest ou de gauche à droite à nos latitudes (dans l'hémisphère sud, on la voit aussi se déplacer d'est en ouest mais

comme elle passe au nord, cela donne de droite à gauche).

Le 7 septembre, la Lune se lèvera au début de l'éclipse pour les personnes habitant l'est de la France. A l'ouest, par contre, la Lune se lèvera déjà éclipsée.



L'éclipse du 3-4 mars en heures légales (TU+1). Pendant que la Lune traverse l'ombre de la Terre d'ouest en est, on voit l'ensemble du ciel se déplacer d'est en ouest à cause de la rotation de la Terre (sur le schéma, le diamètre de la Lune a été grossi).

Une observation intéressante de l'éclipse consiste à dessiner ou à photographier la Lune partiellement éclipsée pour comparer l'ombre de la Terre à la Lune. On devine ainsi que la Terre est plus grosse que la Lune.



L'éclipse de Lune du 16 mai 2003

Photographier l'éclipse

Pour obtenir une image de la Lune acceptable, il faut un grossissement suffisant. L'idéal est d'avoir un appareil photo reflex adapté sur une lunette ou un télescope. Mais tout le monde n'en possède pas. Il est plus facile de trouver une paire de jumelles et un appareil photo numérique non reflex et cela suffit pour tenter quelques photos. Les jumelles étant fixées sur un pied et dirigées vers la Lune, on photographie l'image avec l'appareil tenu à la main derrière ces jumelles. Les résultats ne valent

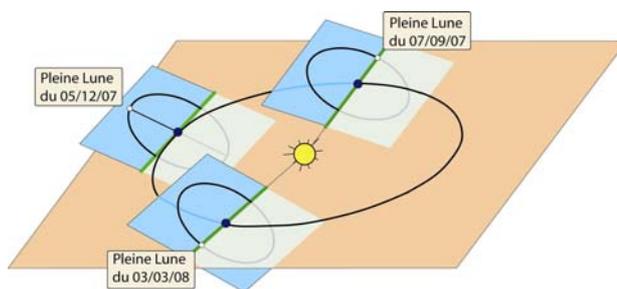
évidemment pas les photos faites avec un appareil reflex mais elles montrent déjà pas mal de détails.



La Lune photographiée avec un appareil photo numérique tenu à la main derrière une paire de jumelles fixée sur un trépied.

Vous trouverez d'autres renseignements et d'autres idées d'activités sur les éclipses de Lune

- Sur le site du CLEA (Lunap, l'Univers observé, éclipses de Lune)
- Dans le hors séries N°9 des Cahiers Clairaut "Maths et astronomie" qui contient une fiche sur les éclipses de Lune....
- Dans les Cahiers Clairaut suivants :
 - N°85 p16 L'éclipsolabe
 - N°75 p27 Calcul des horaires d'une éclipse de Lune
 - N°37 p9 .Calculer la distance de la Lune à partir d'une photo d'éclipse.
 - N°32 p34 Les éclipses en CM1
 - N°3 p28 Les éclipses
- Sur le site de l'IMCCE, www.imcce.fr (astronomie pour tous, les éclipses de Lune)



Le plan de l'orbite lunaire est incliné de 5° par rapport au plan de l'écliptique. La ligne des nœuds, en vert sur le schéma, est l'intersection du plan de l'orbite de la Lune et du plan de l'écliptique. Il ne peut y avoir éclipse que si la ligne des nœuds passe par le Soleil (ou à proximité du Soleil).