

Mesurer la distance de la Lune à partir d'une éclipse de Soleil

Pierre CAUSERET, Collège Les Hautes Pailles à Echenon
pierre.causeret@ac-dijon.fr

Dernière éclipse de Soleil : 3 octobre 2005
Prochaine éclipse de Soleil : 29 mars 2006

Bras tendu, observez votre pouce avec l'oeil droit puis avec l'oeil gauche. Vous le verrez se déplacer devant le paysage. La mesure de ce déplacement angulaire et la connaissance de l'écartement de vos yeux devraient vous permettre de calculer la distance de votre pouce, bien que ce ne soit pas la méthode la plus simple.



Vu avec l'œil droit, le pouce cache l'arbre.



Mais pas pour l'œil gauche

Remplacez votre pouce par la Lune, le paysage du fond par le Soleil, vos deux yeux par deux observateurs à la surface de la Terre et vous pourrez alors calculer la distance de la Lune. Cette méthode de mesure des distances, dite méthode de la parallaxe, est au programme de sciences physiques des classes de seconde mais le problème peut être traité en maths en lycée et même en collège. Je vous propose ici de calculer la distance de la Lune à partir de l'éclipse du 3 octobre dernier. Cette éclipse était partielle en France et annulaire sur une ligne passant par Madrid et Alger. Annulaire parce que, la Lune étant plus éloignée qu'à son habitude (396 000 km contre 384 000 km en moyenne) elle ne pouvait pas cacher totalement le Soleil et un anneau de lumière était toujours visible au moment du maximum.

Je pensais utiliser une photo que j'aurais prise avec mes élèves à 10h58 depuis Dijon. A la même heure, des astronomes amateurs de la Société Astronomique de Bourgogne étaient à Madrid et faisaient des photos de l'éclipse annulaire.

Malheureusement, le ciel était totalement couvert ce jour-là en Côte d'Or, j'ai donc dû utiliser une photo d'un ami prise à Caen à 11h08. A la même heure, l'éclipse était centrale du côté d'Alger (où là aussi le ciel était couvert, je vous ai donc mis ci-dessous une photo prise de Madrid...)



Photo René Cavaroz

A 11h08 (9h08 TU), l'éclipse était partielle à St Contest à côté de Caen (49,21° N et 0,40° O).

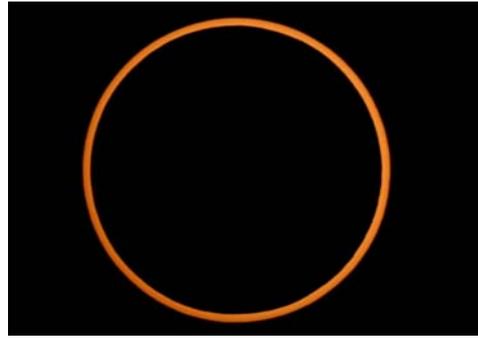


Photo Aurore Lasalle (SAB) à Madrid

A la même heure, l'éclipse était centrale à Bouira à côté d'Alger (36,37° N et 3,92° O).

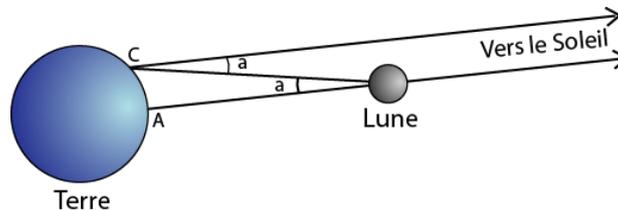
La prochaine éclipse de Soleil visible à Dijon aura lieu le 29 mars 2006, entre 11h36 et 13h32, le maximum ayant lieu à 12h34 (heures légales).

Le principe

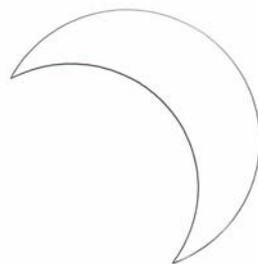
Vue depuis deux points éloignés de la Terre, la Lune n'a pas la même position par rapport au fond d'étoiles lointaines.

Sur le schéma ci-dessous, un observateur en A (Alger) voit la Lune devant le Soleil alors que pour un observateur en C (Caen), la direction de la Lune et la direction de cette étoile forment un angle a .

La mesure de cet angle et la connaissance de la distance entre les deux points d'observation vont permettre de déterminer la distance de la Lune.

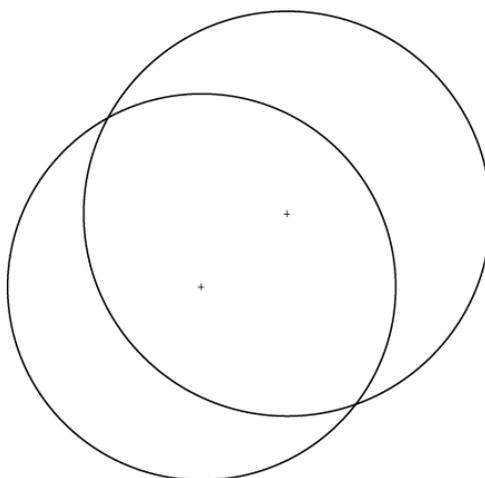


Calcul de l'angle a



On utilise la photo de l'éclipse prise à Caen. Elle a subi ici un traitement informatique (filtre contour).

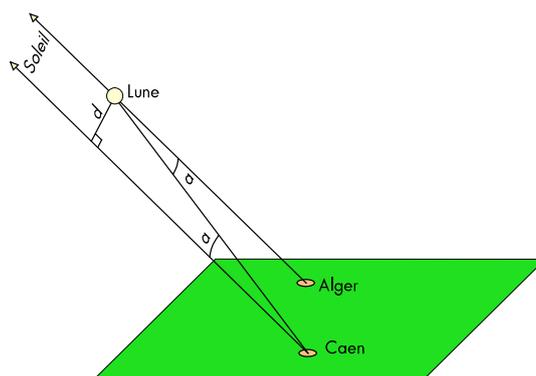
On cherche la distance angulaire entre le centre du disque Soleil et le centre du disque Lune. Il faut donc déjà tracer les deux disques. On peut trouver leur centre à l'intersection de médiatrices de cordes (méthode des mathéux, les physiciens préférant en général essayer avec un calque et des cercles de différents rayons). On obtient ainsi ces deux cercles.



Le diamètre du Soleil est de 53 mm sur l'image. Nous savons que le diamètre angulaire du Soleil était de $0,532^\circ$ ce jour-là, l'échelle est donc de $0,01^\circ/\text{mm}$. On mesure ensuite la distance en cm entre les deux centres, on obtient 15 mm donc $0,15^\circ$.

$$a \approx 0,15^\circ$$

Calcul de la distance d

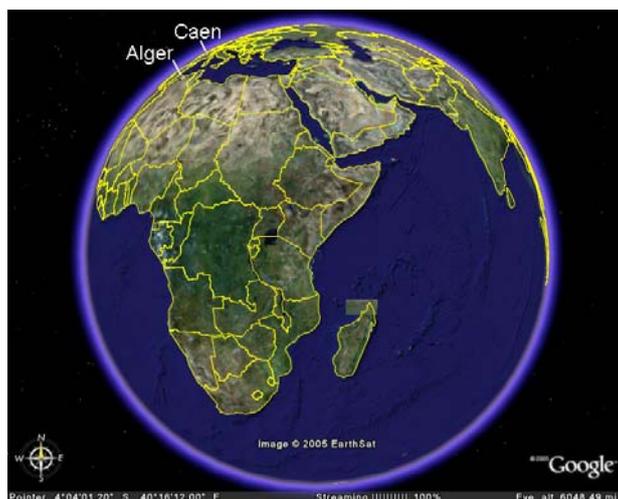


Pour trouver la distance de la Lune, il faut encore connaître la distance d entre les lignes de visée en direction du Soleil depuis Caen et Alger (parallèles sur le schéma).

Pour la trouver, on peut utiliser un globe terrestre, matérialiser la direction du Soleil depuis Caen et Alger avec des bâtonnets (il faut connaître l'azimut et la hauteur du Soleil à l'heure dite) et mesurer la distance entre les deux bâtonnets (que l'on suppose parallèles puisqu'ils sont sécants au centre du Soleil...).

On peut aussi se servir d'une image de la Terre vue du Soleil le 3 octobre 2005 à 9h08 TU (11h08 en heure légale). On trouve ce type d'image sur le site suisse fourmilab (www.fourmilab.com/earthview/vplanet.html demander "view the Earth from the sun" puis entrer la date et l'heure).

Je me suis servi en plus de Google Earth qui m'a permis de repérer précisément Caen et Alger sur le globe.



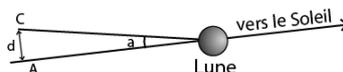
On a donc ici la Terre vue du Soleil à l'heure de la photo (sans la Lune pour nous gêner). La distance d que l'on cherche doit être mesurée perpendiculairement à la ligne de visée Terre Soleil. C'est donc exactement la distance mesurée sur la carte.

Le diamètre équatorial de la Terre est de 61 mm sur l'image pour 12756 km en réalité, ce qui donne une échelle de 209 km au mm.

La distance entre Caen et Alger mesurée sur l'image est de presque 5 mm soit 1000 km en réalité. Notons qu'il est plus facile d'utiliser l'image originale donnée par Google Earth puisque l'on peut travailler au pixel près. J'avais trouvé ainsi 990 km

$$d \approx 1000 \text{ km}$$

Distance de la Lune



On connaît a et d , il ne reste plus qu'à calculer la distance AL ou CL .

Avec une tangente, on obtient environ 382 000 km. On peut aussi le faire sans trigo, en assimilant le segment de longueur d à un arc de cercle centré sur L : le cercle complet mesure $1000 \text{ km} / 0,15 * 360$ soit 2 400 000 km et on obtient le rayon en divisant par 2π . On trouve le même résultat.

Distance de la Lune : 382 000 km

Ce jour-là, la Lune était située à 393 000 km de nous, l'erreur est de 3%. Ce n'est pas si mal.

(On retrouve les calculs de la distance de la Lune dans le numéro 111 des Cahiers Clairaut, la revue du Comité de Liaison Enseignants et Astronomes, www.ac-nice.fr/clea)