

Eclipse de Soleil matinale

Pierre Causeret

Pierre.causeret@wanadoo.fr

Mots-clefs : EXERCICE - SOLEIL – LUNE

Nouveau problème

Avez-vous vu le lever de Soleil le 31 mai dernier ?
En voici une photo. Je n'ai pas regretté de me lever
tôt ce samedi-là.

Pourriez-vous dire, à partir de cette photo, quel
était le diamètre apparent de la Lune (celui du
Soleil était de 31,5') ?

En étant bien placé sur la Terre, aurait-on pu voir
une éclipse totale ?



Histoires de diamètres apparents

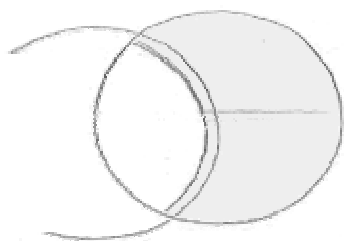
Mots-clefs : SOLEIL - LUNE - ECLIPSE - DIMENSION - DISTANCE

Solution du "Remue-Méninges" du n° 103

Pour connaître le diamètre apparent de la Lune, il fallait le comparer avec celui du Soleil. Mais, comme les deux astres étaient bas sur l'horizon, la réfraction avait aplati les disques. On pouvait décalquer la forme du Soleil levant et essayer de la superposer à la Lune. On voyait bien ainsi que le diamètre apparent du Soleil était supérieur à celui de la Lune.

Pour plus de précision, ce schéma permet de mesurer que le diamètre apparent de la Lune vaut très approximativement 90% du diamètre apparent du Soleil, soit à peine 29'.

Les éphémérides donnaient entre 29' et 30'. L'éclipse était annulaire (vue depuis l'Islande).



Diamètre apparent du Soleil

Dans le cahier CC103 nous vous avons présenté la méthode simple et précise proposée par R. Marical pour mesurer le diamètre apparent du

Soleil. Nous vous donnons sous forme graphique les résultats qu'il a obtenus avec les élèves de son Club d'astronomie de Fleury-sur-Andelle en mesurant le temps de défilement de l'image du Soleil (Figure 1).

Sous cette forme on perçoit mieux la précision des mesures (Figure 2). C'est un résultat remarquable si on sait combien faible est la variation de diamètre apparent du Soleil au cours d'une année (1,5%). Rappelons que cette variation résulte principalement de la variation de la distance Terre-Soleil. On voit très bien que nous sommes plus près du Soleil en hiver. Il n'est pas inutile de rappeler ce fait (voir Courrier des lecteurs).

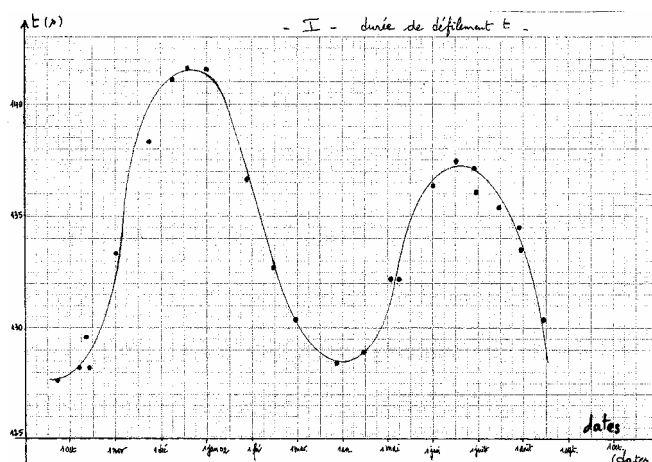


Figure 1: Variation du temps de défilement de l'image du Soleil.

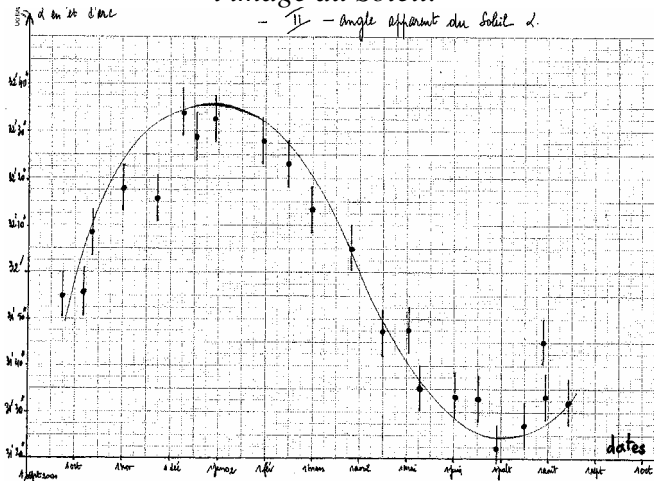


Figure 2: Mesure de la variation du diamètre apparent du Soleil au cours de l'année.

Relation entre temps de défilement et diamètre apparent

Pour obtenir le résultat remarquable ci-dessus, R. Marical a utilisé une relation entre le temps de défilement d'un point du ciel et l'arc parcouru, en l'occurrence entre temps de défilement du Soleil et diamètre apparent du Soleil. R. Marical nous donne une démonstration de cette relation (cf. Figure 3).

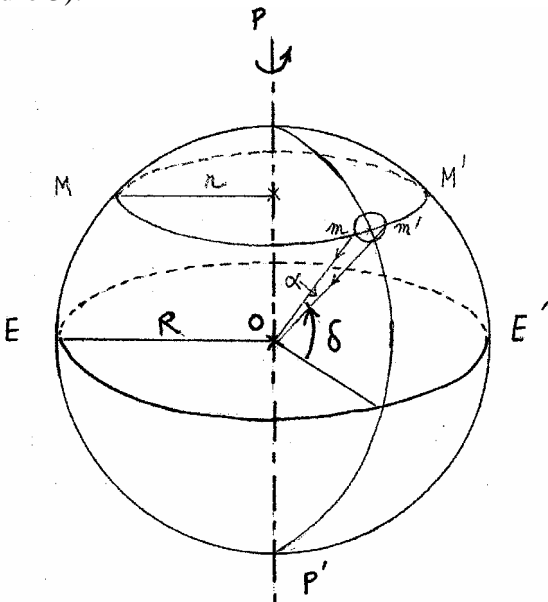


Figure 3: Illustration permettant de comprendre la relation entre temps de défilement et distance angulaire parcourue.

L'observateur O occupe une position géocentrique. PP' étant l'axe du monde. Le petit cercle de diamètre mm' représente l'objet visé, situé à la distance R de l'observateur. δ mesure la déclinaison de l'objet vu sous un angle α (en radian). EE' étant l'équateur céleste.

Sur le parallèle MM', le petit arc $mm' = R \times \alpha$ défile en t secondes. Pour le parallèle MM' de périmètre $2\pi r = 2\pi R \cos \delta$, un tour demande 86400 secondes environ (relation valable à 3/1000 par défaut pour le Soleil, car, à cause du déplacement de la Terre autour du Soleil, un tour demande plus exactement 86164 secondes).

La proportionnalité permet d'écrire:

$$\alpha = 2\pi \cos \delta (t/86400),$$

α étant en radians et t en seconde de temps. Pour exprimer α en minute d'arc (minute de degré) il suffit d'exprimer l'angle 2π radians en minute d'arc.

$2\pi = 360 \times 60 = 21600$ minutes d'arc, d'où la relation finale:

$$\alpha = (t/4) \cos \delta,$$

α est en minute d'arc et t en seconde de temps.

L'éclipse de Lune du 8 novembre 2003

Le 8 novembre 2003 une éclipse de Lune a eu lieu. La Lune est passée dans l'ombre de la Terre. Avec un simple appareil numérique, sans zoom optique, nous avons photographié le début de l'éclipse. La photo n'est pas très belle. Elle était prise sans support, l'appareil simplement appuyé contre un mur. La résolution maximum de l'appareil était de 2 millions de pixels. En agrandissant le cliché on a obtenu le résultat ci-dessous. Quelle distance Terre-Lune pourrait-on déduire de ce simple cliché?



Sur la petite photo, on mesure le diamètre de la Lune : $d=1\text{cm}$. Le diamètre de l'ombre, estimé par l'extrapolation de l'arc de cercle se projetant sur la Lune, est évalué à : $D = 2,2 \text{ cm}$.

Sachant que l'ombre de la Terre forme presque un cylindre dont la section a un diamètre de $12\,700 \text{ km}$ (diamètre de la Terre), on trouve que le diamètre de la Lune est :

$$12\,700 \times (d/D) = 5\,773 \text{ km}$$

Le diamètre apparent de la Lune étant de $0,56''$, on déduit la distance Terre-Lune approximativement :

$$D_{\text{TL}} \approx 5\,773 / \text{tg}(0,56'') = 592\,374 \text{ km}$$

La valeur exacte est d'environ $390\,000\text{km}$. Notre simple photo ne permet que d'avoir l'ordre de grandeur, mais c'est si simple !

Vous pourrez faire sans doute beaucoup mieux en utilisant l'excellente photo de cette même éclipse, prise par Daniel Toussaint.

Attention ! pour un calcul précis, vous devez prendre en compte le fait que l'ombre de la Terre est un cône, non un cylindre. Vous pouvez vous reporter à l'article « Au clair de la Lune à l'ombre de la Terre » du CC n° 37.

