

TRAVAUX PRATIQUES

Position du terminateur de la Lune

Jean Ripert

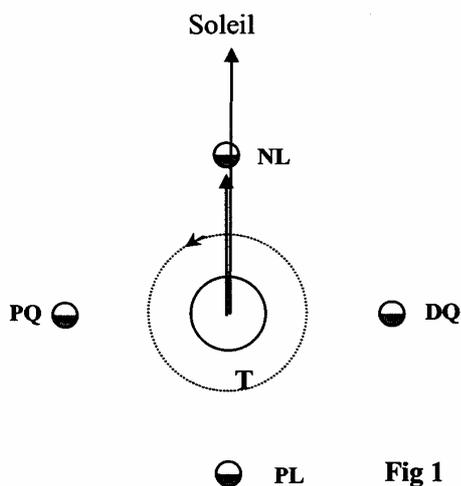
Résumé : *Lorsqu'on organise une observation de la Lune avec un groupe d'élèves, ceux-ci posent toujours des questions sur les cratères ou les reliefs qu'ils voient le mieux, c'est-à-dire ceux situés sur le terminateur. Il est donc nécessaire de préparer cette observation et de faire chercher aux élèves la position du terminateur le jour de l'observation. Ils peuvent également se documenter à l'avance sur les caractéristiques des différents reliefs.*

Le présent article propose de construire géométriquement la position du terminateur à un instant donné.

Mots-clefs : TERMINATEUR, LUNE, OBSERVATION

Lorsqu'on observe la partie éclairée de la Lune, on distingue le limbe (bord du disque lunaire), qui est un demi-cercle, et le terminateur (séparation entre la partie éclairée et la partie dans l'ombre), qui est en général une demi-ellipse, sauf à la Pleine Lune où c'est un demi-cercle (confondu avec le limbe) et aux Quartiers (PQ et DQ) où c'est un segment de droite.

PRINCIPE



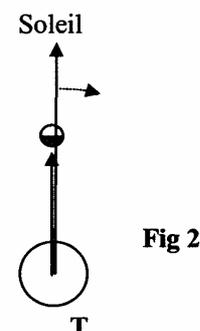
La Lune présente toujours la même face vers la Terre, car son axe de rotation est pratiquement perpendiculaire au plan de son orbite autour de la Terre, et sa période de rotation est égale à sa période sidérale de révolution (27,32 j). Mais du fait que l'axe

de rotation n'est pas parfaitement perpendiculaire au plan de son orbite (il fait un angle de $6,68^\circ$ avec la perpendiculaire au plan de son orbite), on aperçoit tantôt un peu plus de la région Nord et tantôt un peu plus de la région Sud. C'est la libration en latitude.

De plus, l'orbite de la Lune étant une ellipse (première loi de Kepler), d'après la loi des aires (deuxième loi de Kepler), son mouvement n'est pas uniforme, et donc au cours d'une révolution, on aperçoit tantôt un peu plus du bord Est et tantôt un peu plus du bord Ouest. C'est la libration en longitude.

Dans la construction ci-dessous, on ne tiendra pas compte des librations (phénomènes de faible amplitude).

Au cours d'une lunaison (période synodique de révolution : 29,5 j) la direction Terre – Lune tourne de 360° dans le sens direct par rapport à la direction Terre – Soleil ("direction" au sens de l'astronomie et non de la géométrie).



On observe le même phénomène (même éclairement de la Lune) en faisant tourner la direction Terre - Soleil de 360° dans le sens rétrograde en une lunaison. On admettra la distance Terre - Soleil très grande devant la distance Terre - Lune (Fig.2).

Supposons que l'on veuille observer la Lune quatre jours après la Nouvelle Lune. Le Soleil aura tourné d'un angle α tel que :

$$\alpha \Rightarrow 4 \text{ j et } 360^\circ \Rightarrow 29,5 \text{ j} ; \text{ d'où } \alpha = [360 \times 4] / 29,5 = 48,8^\circ.$$

Il est alors possible de (Fig. 3) :

- construire les directions Terre - Lune et Terre - Soleil,
- tracer le terminateur perpendiculaire aux rayons solaires,
- repérer les parties de la Lune éclairées et dans l'ombre (grisées),
- repérer la partie visible depuis la Terre (entre les repères A et B).

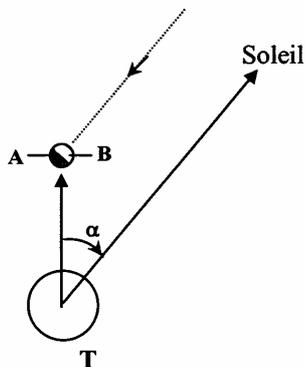


Fig 3

Si on regarde de plus près la Lune (Fig. 4), on constate que :

- P_N est le pôle Nord de la Lune,
- B est sur l'équateur et sur le limbe (partie éclairée visible depuis la Terre)
- le segment $P_N C$ représente la partie du terminateur visible depuis la Terre.

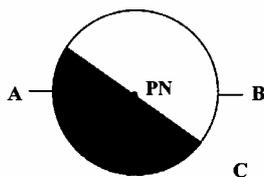


Fig 4

Quand on regarde la Lune depuis la Terre, on n'est pas placé au-dessus du pôle Nord de la Lune, mais pratiquement dans le plan de l'équateur lunaire. Les parallèles sont donc vus pratiquement sous forme de segments de droite.

Construction

On trace des parallèles centrés sur P_N . Les points d'intersection ($T'_1, T'_2 \dots$) de ces parallèles avec le terminateur seront projetés sur les parallèles correspondants tels qu'ils sont vus depuis la Terre. On obtient les points $T_1, T_2 \dots$.

En joignant ces points, on obtient la trace du terminateur dans l'hémisphère Nord et par symétrie dans l'hémisphère Sud.

Si ce travail a été fait sur un calque, il suffit de placer celui-ci sur une carte de la Lune de même diamètre pour repérer les cratères situés au voisinage du terminateur.

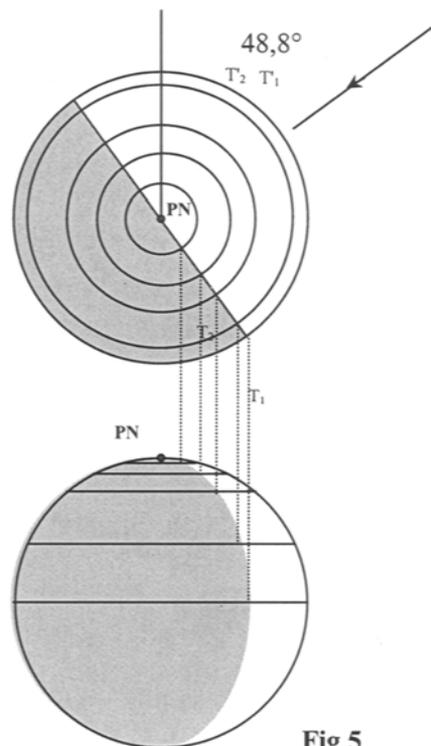


Fig 5

Exemple : Détermination du terminateur le 22 août 2004 à 2h 00min heure légale, soit 0h 00min TU. Quel est le temps t qui s'est écoulé depuis la dernière Nouvelle Lune (le 16 août 2004 à 1h24min TU) ?

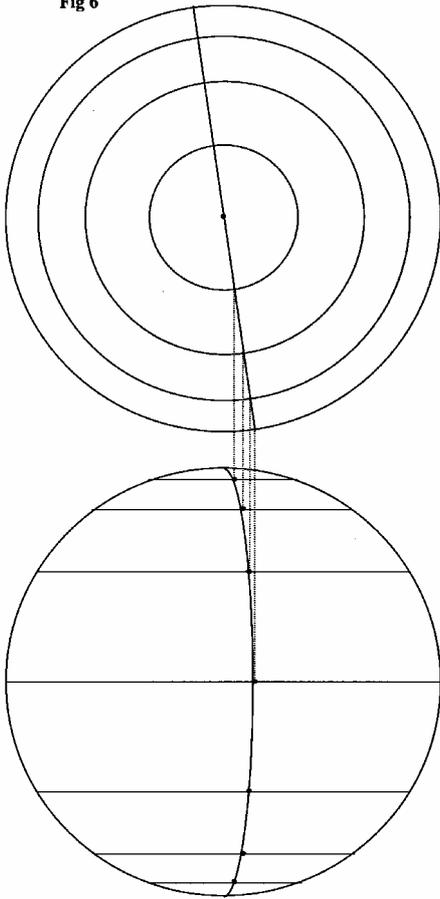
$$T = 5j22h36min = 5,94j.$$

L'angle α dont a tourné la direction Terre - Soleil est donc :

$$\alpha = [360 \times 5,94] / 29,5 = 72,5^\circ$$

D'où la construction de la figure 6.

Fig 6



- tracé du terminateur (perpendiculaire aux rayons solaires),
- obtention des points $T'_1, T'_2 \dots T'_n$,
- projection de ces points sur les parallèles correspondants $\Rightarrow T_1, T_2, \dots T_n$,

Remarque on peut tracer directement le terminateur car il fait un angle α avec le segment AB.

Il suffit alors de reproduire la position du terminateur sur un transparent et de placer celui-ci sur la carte de la Lune (Fig. 7).

On constatera que le terminateur passe dans la case 66 de la carte. C'est là que se trouve le cratère ... CLAIRAUT.

Citons l'éditeur de la carte : « Alexis Clairaut 1713 - 1765, mathématicien, géodésien et astronome français de premier plan (et l'éditeur ne connaissait pas les Cahiers du même nom !), son nom a été donné à un cirque de 75km de diamètre dont la muraille est interrompue au. Sud par deux petits cirques »

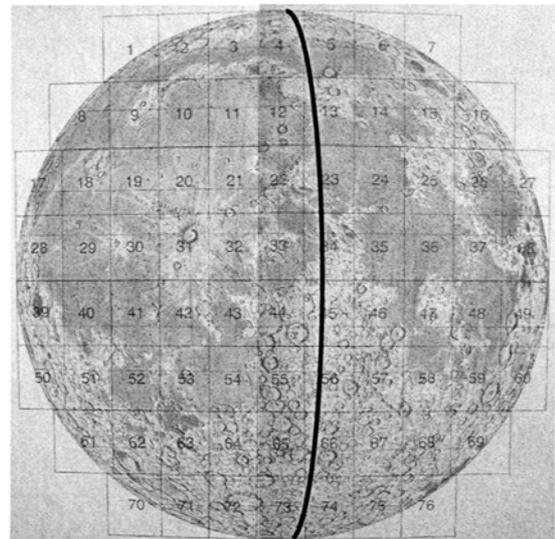


Fig 7

Cette carte a été tirée de "Atlas de la Lune", collection "Approche de la Nature", Gründ, ouvrage peu onéreux qui donne une cartographie détaillée de la Lune.

Librations :

Les puristes peuvent essayer de tenir compte des phénomènes de libration. Les éphémérides donnent les longitudes (λ ou l) et les latitudes (β ou b) sélénographiques de la Terre, c'est-à-dire du point central observé à un instant donné.

Les longitudes sélénographiques sont comptées positivement vers l'Est de la Lune (Ouest géocentrique), c'est-à-dire vers la Mer des Crises. Les latitudes sélénographiques sont comptées positivement vers le Nord de la Lune (vers la Mer des Pluies).

Donc, si $\beta > 0$, on voit un peu plus de la région Nord ; si $\lambda > 0$, on voit un peu plus de la région Est de la Lune, donc vers la Mer des Crises. Pour 1991, les valeurs extrêmes sont :

$$-7,73^\circ \leq \lambda \leq +7,52^\circ \quad -6,80^\circ \leq \beta \leq +6,86^\circ$$

Le 21 avril 1991 : $\lambda = +3,18^\circ$ et $\beta = +0,11^\circ$

Pour la carte reproduite dans le présent article, 6° représentent un déplacement de 6 mm au niveau de la case 33 et 3 mm au niveau de la case 15.

Avec des élèves, il est préférable d'effectuer la démarche inverse : constater que l'observation ne concorde pas avec le tracé, et donc introduire le phénomène de libration

Supposons que la construction prévoie que le terminateur passe par un cratère : au moment de l'observation, si $\lambda > 0$, ce cratère sera dans l'ombre, et si $\lambda < 0$, il sera déjà éclairé

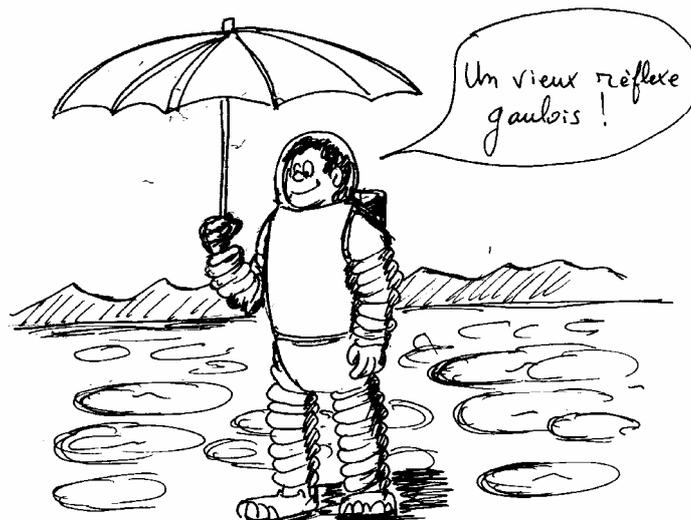
Évidemment, il faut que $|\alpha| = 3$ à 6° . Sinon, les erreurs de construction risquent de compenser le phénomène. ■

Explosions sur la Lune en 1178... et 1953

C'était le dimanche précédent la fête de Saint Jean-Baptiste en l'été 1178. Les moines de la cathédrale de Canterbury venaient de terminer leurs prières du soir et s'apprêtaient à se retirer pour la nuit. Frère Gervaise, un érudit, se rendait à sa cellule ; d'autres moines sortaient dans le jardin pour profiter de la douceur de la soirée. Quelques instants plus tard, ils devaient être les témoins d'un spectacle étonnant, une violente explosion sur la Lune. A l'époque on pensait les ciels immuables [...] Etait-il sage de discuter d'une telle vision ? [...]

Voici le témoignage reçu : C'était la nouvelle Lune brillante et comme d'habitude, à cette phase, ses cornes étaient inclinées vers l'ouest quand soudain une corne supérieure se sépara en deux. Du centre de cette division jaillit une torche enflammée qui se mit à cracher du feu, du charbon brûlant et des étincelles sur une distance incroyable....[Gervaise releva les dépositions de tous les témoins. Quand il écrivit dans son rapport le témoignage des hommes qui ont vu l'événement de leurs yeux et qui sont prêts à jurer sur l'Honneur d'avoir dit toute la vérité et ne rien avoir à ajouter [il] inscrivit le récit sur un parchemin. (D'après un texte du Dr Bernard, 1981).

Un autre événement similaire fut photographié le 15 novembre 1953 par l'astronome amateur L. Stuart (Oklahoma). Le phénomène apparaissait sur le cliché comme un point lumineux dans la partie sombre de la Lune. Il pourrait s'agir de l'impact d'un astéroïde de 20 mètres de diamètre (selon Sciences et Avenir, Avril 2003).



Un autre phénomène bien plus courant vous a peut-être déjà intrigué. Pourquoi, lorsque vous regardez la Lune alors que vous vous déplacez rapidement (en train par exemple), celle-ci semble vous suivre à la même vitesse ? La réponse à cette question posée par un CLE@naute est donnée dans le courrier des lecteurs.

LE COURRIER DES LECTEURS

Voici une question posée par un CLE@naute et la réponse formulée par Francis Berthomieu.

Bonjour à vous,

D'abord bravo pour ce site, c'est vraiment très intéressant.

La raison du message est une question se rapportant à l'effet de la Lune lorsque nous la regardons.

Mon fils de 7 ans me demande souvent : Pourquoi la lune nous suit ? Il y a sûrement une réponse scientifique et j'aimerais la connaître pour pouvoir l'informer convenablement.

La réponse de Francis:

Il y a bien sûr une réponse, pas si simple à comprendre quand on a 7 ans, et mettant en jeu des notions de mouvements relatifs... et de vitesses angulaires...

On peut cependant tenter de simplifier les explications et dire que c'est parce qu'elle est **très loin** et essayer de comprendre :

Plaçons-nous dans une voiture qui roule à vive allure sur l'autoroute ou dans un TGV. Nous avons la sensation que c'est le paysage qui défile et que **nous** restons immobiles (d'ailleurs nous devons rester immobiles sur notre siège, et c'est bien difficile quand on a 7 ans !)

Les objets proches de nous semblent se déplacer **très vite** vers l'arrière du véhicule. Les objets plus lointains semblent se déplacer plus lentement...

On peut alors extrapoler un peu : si les objets sont **très loin**, ils ne vont plus sembler se déplacer **par rapport** à nous : ils restent donc "à côté" de nous... et semblent nous accompagner !

Mais si nous réfléchissons un peu, nous réalisons que **nous** sommes en mouvement et que le paysage est **immobile**... Les objets proches **doivent** être immobiles... et l'on conclut que ceux qui sont très loin, en nous accompagnant... vont **aussi vite** que nous et donc... **nous suivent**...

J'espère que ces quelques lignes pourront vous aider... tout en sachant que les enfants ont toujours leurs propres explications (voir la rubrique ci-dessous).

■

Au fil des perles des enseignants et des astronomes

Une petite fille qui, visitant l'observatoire de Nice, s'étonna du fait que la Lune soit là dans le ciel **en plein jour**. Elle la montre à sa "copine", qui jette un regard vers la Lune, prend quelques secondes pour réfléchir, puis explique avec conviction : " C'est normal que la Lune soit ici ! On est dans un observatoire "...

FB