

TÉMOIGNAGE

Petite enquête sur deux pleines Lunes

Daniel Bardin

Au cours de l'école d'été de Gap (août 2012), un groupe de stagiaires recevait pour documents deux photos de la pleine Lune légèrement différentes. En examinant ces images, le groupe était invité à poser des questions pour remonter à l'origine de ces deux clichés et découvrir des informations que ces images pouvaient recéler. Les propos tenus au cours de cet atelier sont transcrits en italique, précédés de « S » pour les stagiaires et de « A » pour l'animateur ; le reste est en caractères ordinaires.



S : Les deux images n'ont pas la même taille. Si elles proviennent de deux clichés numériques, ont-elles été tirées sur papier avec des rapports d'agrandissement quelconques ?

A : Le labo a soigneusement agrandi les images numériques au même rapport.

S : Est-ce que l'objectif photo était le même à chaque prise de vue ?

A : Oui, un Nikon de 600 mm de focale couplé avec un doubleur Nikon T.C.301 (spécial grandes focales) ce qui donne 1 200 mm de focale résultante.

S : Les détails de la surface lunaire ne sont pas centrés de la même manière sur chaque cliché ; quelle en est la cause ?

A : Nous verrons cela un peu plus tard.

S : Les deux images ont été probablement prises à des moments différents... ?

A : En effet. S : À quelles dates ?

A : Des dates en 2011 mais, là encore, nous les déterminerons tout à l'heure.

S : Nous savons que la distance Terre-Lune varie au cours de chaque lunaison ; les photos ont donc été prises lorsque la Lune était proche de la Terre, pour l'une, et loin pour l'autre ?

A : Oui, et chacune à un moment de pleine Lune.

S : Au cours d'une lunaison, le rapprochement minimum et l'éloignement maximum se nomment bien périgée et apogée sur l'orbite de notre satellite ?

A : Oui, ce sont les extrémités du grand axe de l'ellipse.

S : Est-ce que l'orientation du grand axe est immuable ?

A : Pas vraiment, mais la rotation de cette ligne s'effectue en presque neuf ans et nous pouvons la négliger pour cette enquête ; cherchons donc les configurations Soleil-Terre-Lune pour que les attractions gravitationnelles soient les plus fortes et aboutissent à des périgées et des apogées les plus importants grâce à l'alignement des trois astres.

Après quelques rapides essais fut proposé le croquis ci-dessous (aux proportions aménagées pour être plus explicites). Il a donc fallu choisir des situations de part et d'autre du Soleil.

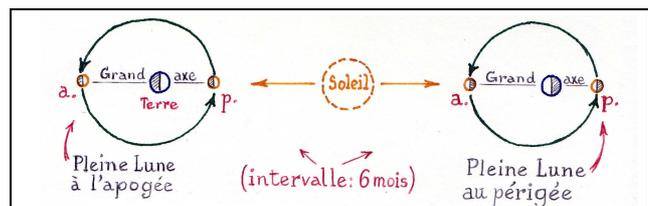


Fig.1. (le plan de l'écliptique est dans le plan de la feuille).

S : Les deux prises de vues sont probablement espacées de six mois afin qu'à chaque fois le grand axe soit orienté vers le Soleil ?

A : Bonne approximation en effet ; plus la correspondance entre ces moments et les instants exacts des pleines Lunes est bonne et plus la chance de trouver des distances Terre-Lune extrêmes sera grande.

S : Nous proposons maintenant de mesurer les diamètres des deux photos ; aurions-nous pu faire les mesures sur des images d'ordinateur ?

A : Oui, en comptant les pixels sur les diamètres. Ici, nous mesurerons en millimètres. Nous chercherons ensuite dans des bases de données pour comparer nos mesures avec les valeurs données dans la littérature.

Les moyennes des mesures effectuées donnent : photo n° 1 : 120,5 mm ; photo n° 2 : 106 mm. Rapport : $120,5/106 = 1,1368$.

S : On trouve dans les ouvrages de vulgarisation cette indication : « le diamètre de la Lune à l'apogée augmenté de un septième donne le diamètre au périégée » ; calculons cette formule plus imagée :

Différence entre les deux mesures : $120,5 \text{ mm} - 106 \text{ mm} = 14,5 \text{ mm}$. La proportion $106/14,5 = 7,3$ signifie que le diamètre apparent de la Lune vers l'apogée augmenté de $1/7,3$ (un « petit » septième) donne le diamètre apparent de la Lune vers le périégée.

S : Où trouver les valeurs extrêmes possibles de la distance Terre-Lune ?

A : Sur Internet mais aussi dans les livres. Pour trouver rapidement, voici un ouvrage publié par Belin « La Lune à portée de main » (P. Causeret, J-L. Fouquet et L. Sarrazin-Vilas). Les auteurs sont des amis très impliqués dans l'action du CLEA. On trouve, à la page 212, de nombreux renseignements concernant la Lune :

Diamètre : 3 475 km ; excentricité de l'orbite : 0,055 (avec des variations comprises entre 0,045 et 0,065 dues essentiellement aux attractions différentielles de la Terre et du Soleil et à la position de la Lune au cours de sa lunaison) ; distance minimale au périégée : 356 400 km ; distance maximale à l'apogée : 40 700 km.

S : Calculons le diamètre apparent de la Lune à ses positions extrêmes :

$$\tan^{-1}(3475/356400) = 0,558632^\circ = 33,52' \text{ soit } 33' 31''$$

$$\tan^{-1}(3475/406700) = 0,48955^\circ = 29,37' \text{ soit } 29' 22''$$

Puisque nous sommes en présence d'angles très petits, nous pouvons appliquer à ces valeurs le même calcul que celui des proportions entre diamètres linéaires ci-dessus : $33,52/29,37 = 1,1413$.

Ce nombre un peu plus grand que le 1,1368 trouvé plus haut en diffère peu ; les photos ont été prises alors que la Lune ne devait pas être bien loin des positions extrêmes.

A : En effet ; il faut maintenant trouver les dates de ces positions. Là encore, pour aller vite, consultons les éphémérides de la Société Astronomique de France pour 2011 aux pages consacrées à notre satellite.

Les résultats (les heures sont en temps universel) où la correspondance est la meilleure :

Périégée le 19 mars à 19 h ; distance 356 575 km.

Pleine Lune : le 19 mars à 18 h 10.

Apogée le 12 octobre à 12 h ; distance 406 434 km.

Pleine Lune : le 12 octobre à 02 h 06.

Les photos : 19 mars à 21 h 50 et 11 octobre à 21 h 30 ; nous n'étions pas loin des moments optimums.

S : D'autre part, nous avons signalé au début que les détails de la surface lunaire n'étaient pas centrés de la même manière sur le disque ; puisque la Lune présente toujours le même côté vers la Terre, n'est-ce pas cela que l'on nomme les librations ?

A : Oui, et elles sont au nombre de trois : en longitude, en latitude et diurne. La libration en longitude ($\pm 7,8^\circ$) s'explique par la différence entre la rotation régulière de la Lune et sa vitesse de révolution autour de la Terre. Cette vitesse varie comme varie la distance Terre-Lune (loi des aires de Kepler) : rapide au périégée, la Lune est plus lente à l'apogée. Lorsque la Lune prend « de l'avance » sur son orbite, la rotation semble avoir du retard et une petite partie « du côté droit » de la Lune devient alors visible (fig. 2b). (« Côté droit » : vu par un observateur situé dans l'hémisphère nord de la Terre).

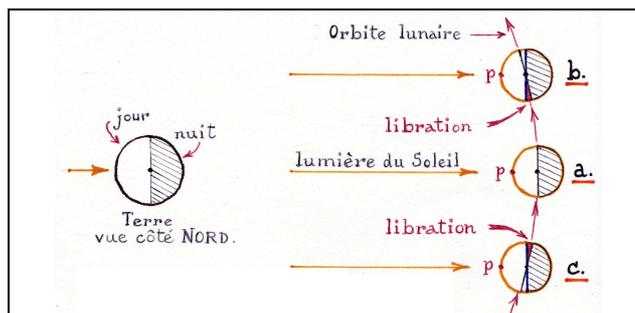


Fig.2. (le plan de l'écliptique est dans le plan de la feuille).

Quand la Lune est « en retard » sur son orbite, c'est un peu du « bord gauche » qui se dévoile (fig. 2c) ; dans les deux cas, on a accès à des secteurs éclairés de manière très rasante par le Soleil.

Les astronomes ont déterminé un point central de la face visible sur l'équateur de la Lune ; si l'orbite de notre satellite était rigoureusement circulaire (avec la rotation toujours constante), ce point, noté « p » resterait toujours immobile au centre du disque (fig. 2a).

La libration en latitude ($\pm 6,7^\circ$) intervient dans le basculement apparent du disque dans le sens vertical : elle a pour cause l'inclinaison de l'axe de rotation de la Lune et, dans une mesure moindre, l'inclinaison du plan de l'orbite lunaire par rapport au plan de l'écliptique.

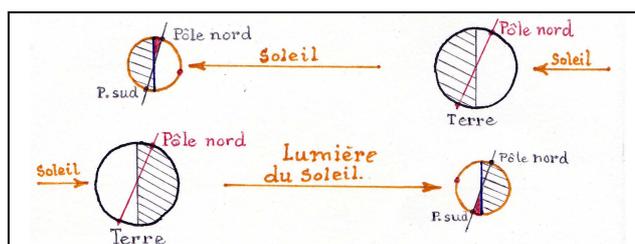


Fig.3. (les axes des pôles sont dans le plan de la feuille).

On peut donc observer un peu « en arrière » au-delà du pôle sud ou un peu au-delà du pôle nord suivant les moments de la lunaison.

La libration diurne ($\pm 1^\circ$) a pour origine la position de l'observateur sur la Terre : un astronome qui voit la pleine Lune se coucher et un autre (situé 180° de longitude plus loin) qui la voit, peu après, se lever sont tous deux distants l'un de l'autre de 12 000 km au maximum, soit presque un diamètre terrestre ; même constatation si les deux personnages sont l'un dans l'extrême nord de l'Europe et l'autre dans l'océan, au sud du cap de Bonne Espérance, à condition que la Lune soit proche de l'équateur céleste .

Les deux librations principales montrent donc au fil des semaines le point « p » qui se promène en dansant lentement dans le secteur central du disque lunaire et surtout les points marginaux (fig.4) dont les distances au bord du limbe varient continuellement. Ces basculements permettent d'apercevoir des secteurs ou le terminateur reste visible malgré tout: sur la photo n° 1, le bord entre Platon et la Mer des Crises paraît assez accidenté ; sur la photo n° 2, c'est entre les voisinages de Tycho et de Grimaldi que l'on aperçoit des ombres au bord du disque.

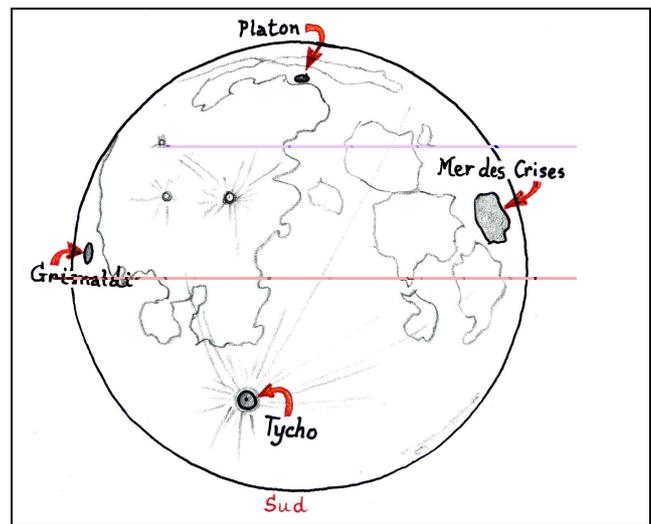


Fig.4.

L'analyse de ces images pourrait sans doute révéler d'autres subtilités. En tout cas, l'animateur tient à féliciter et remercier les stagiaires dont le sérieux, les connaissances préalables et la sagacité ont rendu cette petite enquête fort agréable. ■