

AVEC NOS ELEVES

La hauteur des montagnes sur la Lune

G. Paturel, Observatoire de Lyon

Avant l'exploration spatiale, les astronomes ne connaissaient pas avec précision le relief de la Lune. Ils ont pourtant réussi à mesurer la hauteur de certaines montagnes par une méthode astucieuse que nous allons appliquer ici. Le principe consiste à estimer la hauteur d'une montagne par la mesure de la longueur de son ombre. Encore faut-il connaître l'angle sous lequel le Soleil éclaire la montagne. Comment faire ?

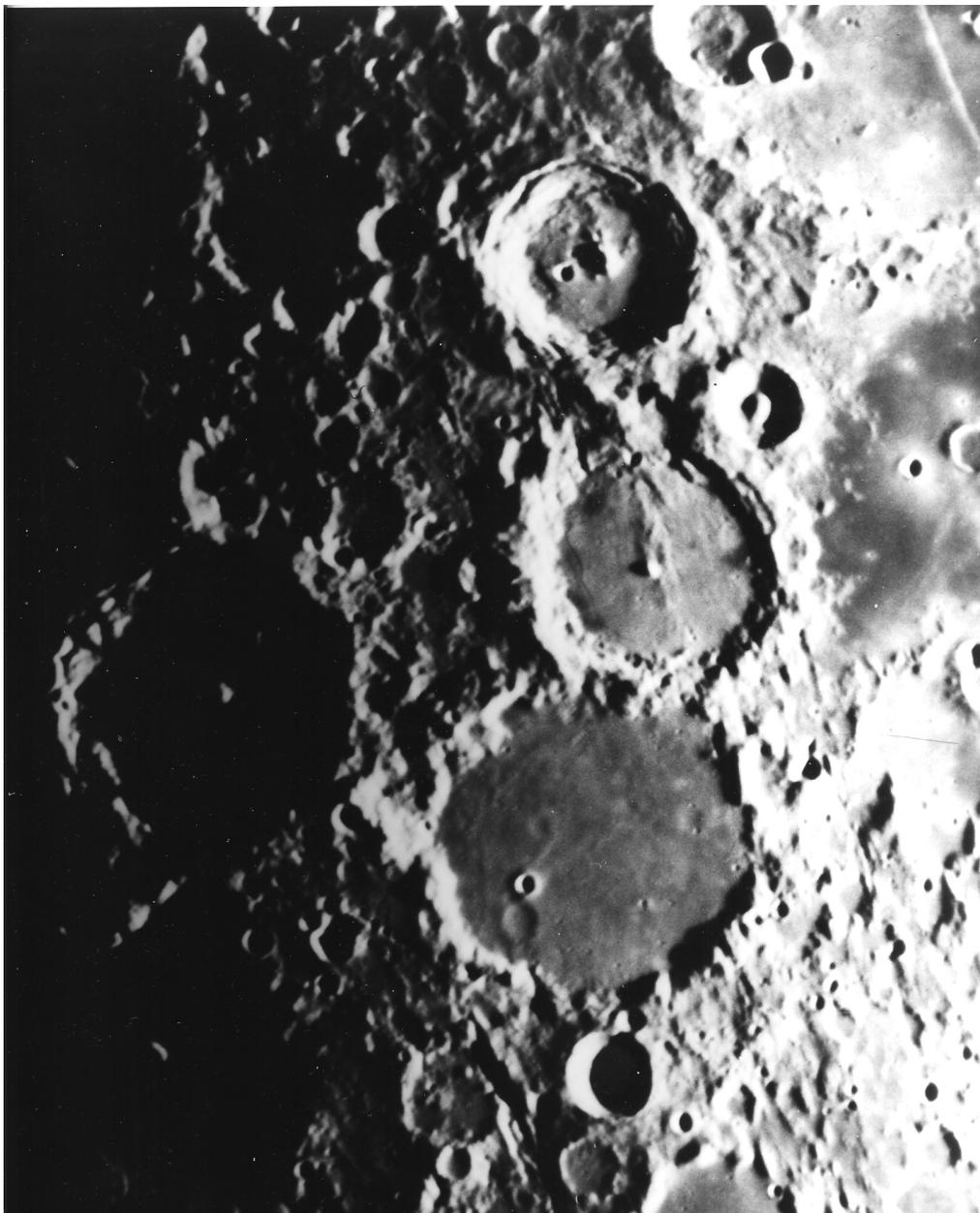
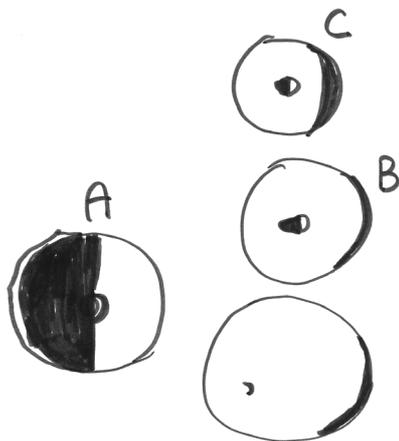
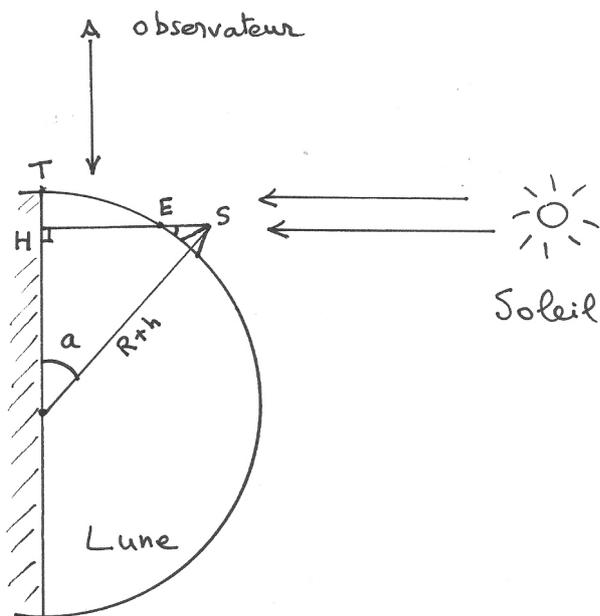


Photo 1 : Nord en bas, Est à droite - Cliché J.H. Bigay,, T193 OHP (1962)

Observez la première photo qui montre le détail de cratères : Ptolemaeus (en bas), Alphonsus (au milieu = B) et Arzachel (en haut = C) et Albategnius (à gauche = A) lors d'un dernier quartier (la photo est renversée). Vous voyez que la partie de gauche est complètement à l'ombre. Pour faciliter le repérage nous avons désigné les cratères par des lettres, selon le schéma ci-joint.



Par définition, à la position du terminateur, l'éclairage est rasant. Le cliché de la Lune est pris au dernier quartier. Le Soleil est exactement à l'horizon du lieu. Un petit croquis permet de comprendre comment déduire l'angle sous lequel un cratère est éclairé.



Comment procéder ?

Nous allons appliquer une méthode simplifiée, car il n'est pas question ici d'avoir beaucoup plus qu'une estimation.

La première chose à faire est de repérer les cratères avec une photo sur laquelle nous voyons la quasi totalité du diamètre de la Lune. Voici la photo dont la résolution est suffisante. Nous la donnons en négatif pour économiser votre cartouche d'encre.

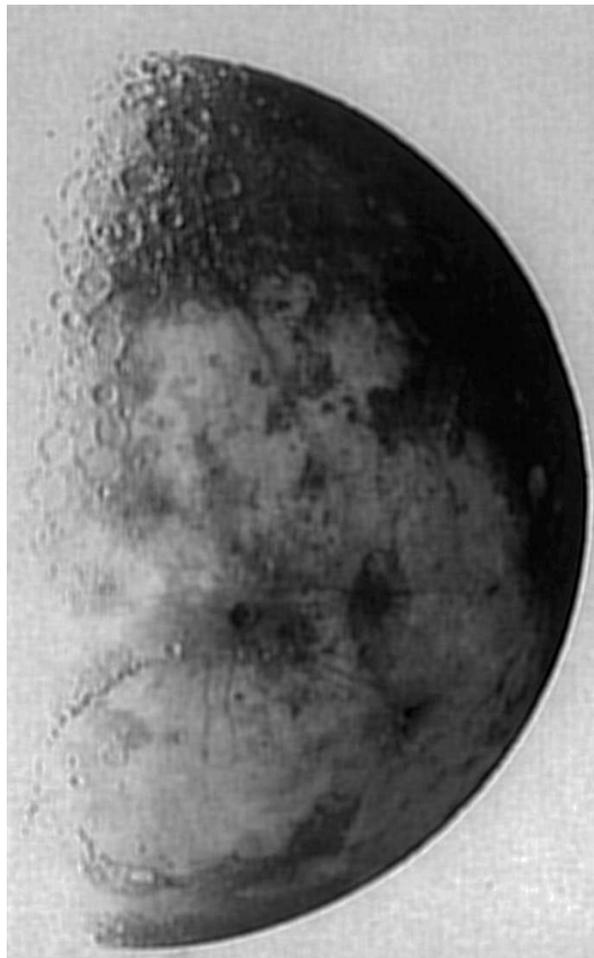


Photo 2 : Nord en bas, Est à droite - Cliché CLEA-Belin

Vous pouvez copier les photos et les imprimer, ce sera plus facile pour faire des mesures. Vous pouvez aussi faire les mesures sur l'écran. C'est moins pratique et moins précis. Nous allons mesurer tout d'abord la hauteur de la pointe rocheuse, au centre du cratère B.

- 1) Repérez donc les cratères étudiés sur la photo ci-dessus (photo2). Ils sont sur la gauche, à mi-hauteur du cliché.
- 2) Sur la première photo (photo1), essayez de placer le terminateur et repérez-le sur la deuxième photo.

3) Mesurez sur le deuxième cliché la distance $L=SH$ entre la ligne de terminateur et une ligne parallèle passant par la pointe rocheuse. Cette mesure sera exprimée en millimètres. Mesurez aussi le diamètre de la Lune en millimètres. Déduisez le rapport $SH/R = L/R$, où R est le rayon de la Lune.

4) Sachant que le rayon de la Lune est d'environ 1800 km, quelle est la valeur de L en kilomètres ? Cette valeur va nous fournir l'échelle du cliché détaillé.

5) Sur le cliché détaillé (photo1), mesurez la longueur L ainsi que la longueur $d=SE$ de l'ombre de la pointe rocheuse (en millimètres). Trouvez alors la longueur de son ombre d en kilomètres.

6) Montrez que la hauteur h de la pointe rocheuse est égale à $h = SE \cdot SH / (R+h) \approx d \cdot L / R$. En déduire la hauteur h en mètres.

7) Mesurez aussi la longueur de l'ombre du bord droit du cratère C. Calculez sa hauteur.

8) Que se passerait-il si le premier cliché n'était pas pris au premier quartier ?

Réponses

On fait passer le terminateur de l'ombre par la pointe rocheuse au centre du cratère A. Ce centre nous permet de tracer le terminateur, à peu près parallèle au bord gauche du cliché. Sur un tirage du deuxième cliché on trouve : $2R=119\text{mm}$ et $L=7\text{mm}$. Le rapport $L/R=0,118$. Avec $R=1800\text{ km}$ on trouve $L=212\text{ km}$.

Notez que, selon le grandissement des tirages des photos, vous pouvez trouver des valeurs différentes, mais les rapports de longueurs doivent être à peu près identiques à ceux que nous donnons.

Sur le premier cliché (cliché détaillé) on mesure $L=58\text{ mm}$. Donc, sur ce cliché $1\text{mm} = 2,55\text{ km}$. La longueur d de l'ombre de la pointe rocheuse du cratère B est $d=2,5\text{ mm}$. Donc, la longueur de cette ombre vaut $d=9,14\text{ km}$. A partir du deuxième croquis on trouve facilement :

$$h = SE \cdot \sin(a) = SE \cdot SH / (R+h) \approx d \cdot L / R.$$

On trouve donc environ $h=1100\text{ mètres}$.

La longueur de l'ombre du bord droit du cratère C mesure 6.5 mm environ. Il est placé sur un même méridien que la pointe rocheuse précédente, on peut donc considérer qu'il est éclairé sous le même angle. Cela correspond à environ une hauteur de :

$1100 \times 6,5/2,5$, c'est-à-dire une hauteur d'environ 3000 mètres. L'impression que l'on doit avoir depuis la plaine est peut-être proche de la vision que nous aurions depuis la vallée de Chamonix en regardant le Mont-Blanc, la neige en moins.

Si on utilise un cliché qui n'est pas pris au premier quartier, l'angle sous lequel le cratère est éclairé n'est pas égal à l'angle au centre. Il faut faire une correction pour tenir compte de l'angle de phase de la Lune. Mais pourquoi se compliquer la vie quand il suffit d'attendre un quartier !

Un autre problème se pose, plus difficile : le calcul dépend-il de la latitude du cratère ? Nous reviendrons sur ce point difficile, dans un prochain article.