

# Les cornes de la lune ou l'écliptique et l'horizon

Autor(en): **Soutter, Charles**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Orion : Zeitschrift der Schweizerischen Astronomischen Gesellschaft**

Band (Jahr): - **(1947)**

Heft 15

PDF erstellt am: **22.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-900559>

## **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern. Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

## **Haftungsausschluss**

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

braucht genau eben zu sein. Die vom grossen Spiegel herkommen- den Strahlen werden hier wieder nur zu etwa 5 % nach dem Okular reflektiert; 95 % gehen durch das Prisma durch und werden, abgelenkt, aus dem Teleskop geworfen.

Auf diese Weise gelingt es, die Sonne ohne oder mit nur sehr schwach dunkelm Glase vor dem Okular zu betrachten, da nach Herschel nur  $\frac{1}{465}$  der Licht- und Wärmestrahlen ins Okular geraten.

Herschel gibt dann an, dass ein Franzose, Porro, eine ähnliche Vorrichtung getroffen hat, nur dass er das als Fangspiegel dienende Prisma im Winkel von  $35^\circ$  anbrachte, so dass die vom grossen Spiegel herkommenden Strahlen polarisiert werden und durch ein vor dem Okular angebrachtes Nicolprisma nach Belieben weiter abgeschwächt werden können. Uebrigens sagt Herschel, dass die in  $45^\circ$  auftreffenden Strahlen auch zum Teil polarisiert sind und also auch mit einem Nicolprisma behandelt werden können.

Ich benütze seit Jahren ein selber verfertigtes Herschel'sches „Helioskop“, das zu meiner Zufriedenheit arbeitet. Die Rückseite des grossen Spiegels habe ich nur teilweise poliert, um Zeit zu sparen, und dann mit Canadabalsam hintergossen, wodurch die Schleifgruben verschwanden.

## Les cornes de la lune ou l'écliptique et l'horizon

Par le Dr CHARLES SOUTTER, Genève

On appelle *cornes de la lune* les parties plus ou moins effilées du croissant; la ligne qui réunit l'extrémité des cornes est un diamètre du disque lunaire. La perpendiculaire à la *ligne des cornes* qui passe par le centre du disque est la *droite de symétrie des cornes*; elle est dans un plan qui passe par le soleil; ceci a été reconnu déjà dans l'antiquité; G e m i n u s (70 ans av. J. C.) dit: „La preuve que la lune emprunte sa lumière au soleil c'est que la perpendiculaire menée sur la ligne des cornes est dirigée vers le soleil“ (cité par Arago).

Quand la lune se lève, la ligne des cornes est fortement inclinée; elle se rapproche de la verticale quand l'astre monte, devient verticale, puis s'incline en sens inverse à mesure que la lune s'abaisse vers l'horizon.

Chose curieuse: la ligne des cornes est rarement verticale au moment de la culmination; le plus souvent la verticalité a lieu à une certaine distance du méridien qui peut atteindre  $35^\circ$  en azimut; le croissant de la lune franchit le méridien en général avec une notable obliquité.

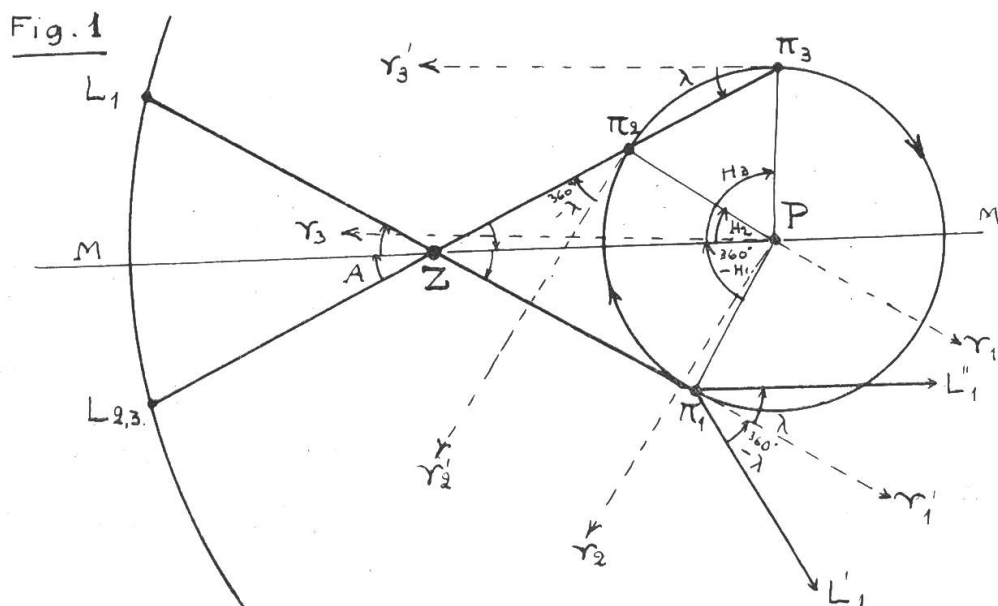
Un calcul simple montre que l'inclinaison de l'orbite lunaire sur l'écliptique n'a qu'une influence négligeable sur ce phénomène. En effet, quand la lune se trouve dans un des nœuds, la ligne des cornes est perpendiculaire à l'écliptique, cela va de soi. Quand la lune est le plus écartée de l'écliptique, à  $90^\circ$  des nœuds,

la ligne des cornes fera un angle de  $89^{\circ}59'12''$  avec l'écliptique; la différence est donc de moins d'une minute d'angle et n'explique pas ce que nous étudions.

C'est bien l'inclinaison de l'écliptique sur l'équateur qui est la cause prépondérante de l'obliquité habituelle de la ligne des cornes au passage du méridien. On admettra donc, dans la suite de cet exposé, que la lune se meut dans l'écliptique.

Dans cette hypothèse, la ligne des cornes est toujours perpendiculaire à l'écliptique; elle se confond avec une portion d'un cercle de longitude passant par le centre de la lune. Il faut rappeler que le cercle de longitude passe par le pôle  $\pi$  de l'écliptique. La droite de symétrie des cornes est contenue dans le plan de l'écliptique.

Si l'on se souvient que, perpendiculaire à l'horizon, *le vertical*, est un grand cercle de la sphère céleste qui passe par le pôle de l'horizon ou zénith, on voit immédiatement la condition pour que la ligne des cornes soit verticale: il faut que le cercle de longitude qui correspond au centre de la lune soit également un vertical, c'est à dire qu'il passe à la fois par le pôle de l'écliptique et par le zénith.



La fig. 1 représente une partie de la sphère céleste dans la région des trois pôles: pôle céleste P, pôle de l'écliptique  $\pi$ , zénith Z. Les droites sont des arcs de grand cercle. Si le zénith est supposé fixe, le pôle de l'écliptique décrit apparemment, autour du pôle céleste, un petit cercle de  $23^{\circ}27'$  de rayon dans le sens rétrograde du mouvement diurne, comme une étoile à laquelle on peut l'assimiler. MM' est le méridien.

Si la lune se trouve sur un arc de grand cercle passant par  $\pi$  et Z, le cercle de longitude, donc la ligne des cornes, coïncide avec le vertical. C'est le cas en  $L_1$ ,  $L_2$ ,  $L_3$ .

Les droites  $P\gamma_1, P\gamma_2, P\gamma_3$  sont les colures des équinoxes correspondant aux positions  $\pi_1, \pi_2, \pi_3$ ; les parallèles à ces droites  $\pi\gamma'_1, \pi\gamma'_2, \pi\gamma'_3$  indiquent la direction du point vernal qui est à l'infini. Les angles  $MP\gamma$ , mesurés dans le sens rétrograde, sont les temps sidéraux. L'angle  $MP\pi$ , mesuré dans le même sens est l'angle horaire  $H$  de  $\pi$ ; il est égal au temps sidéral  $+90^\circ$  ou 6 heures.

Admettons que la lune fasse, avec la direction  $\pi_1\gamma'_1$  un angle  $\lambda$ ; sa longitude sera d'un côté de la ligne des équinoxes de  $360^\circ - \lambda$  en  $L'$ ; elle sera de  $\lambda$  de l'autre côté en  $L''$ , puisque les longitudes se mesurent dans le sens direct.

Quand  $\pi_1$  vient en  $\pi_2$ , le cercle de longitude  $\pi_2L'$  passe par  $Z$  et la ligne des cornes sera verticale en  $L_2$  pour la longitude  $360^\circ - \lambda$  et au temps sidéral  $MP\gamma_2$  correspondant à l'angle horaire  $H$  de  $\pi$ . Quand  $\pi_1$  sera en  $\pi_3$ , la verticalité des cornes a lieu dans le même vertical pour la longitude  $\lambda$  au temps sidéral  $MP\gamma_3$  correspondant à l'angle horaire  $H$ . Dans les deux cas, l'azimut du vertical est l'angle  $MZL = PZ\pi$ .

La lune ne peut avoir sa ligne des cornes verticale dans un azimut plus grand que  $35^\circ 06'$  qui est celui où le cercle de longitude est tangent au petit cercle de  $23^\circ 27'$  de rayon. A cet azimut maximum correspond un angle horaire  $MP\pi$  de  $+$  ou  $- 27^\circ$  ou  $+$  ou  $- 1$  h. 48 m.

Remarquons que la ligne des équinoxes, au moment de ce maximum d'azimut, est dans la même direction que le cercle de longitude vertical; cette situation est représentée en  $\pi_1$ . Donc si la lune, à ce moment, a une longitude de  $180^\circ$ , sa ligne des cornes est verticale dans l'azimut maximum en  $L_1$ . Il y a, bien entendu, une position symétrique de l'autre côté du méridien, qui serait celle de la verticalité de la lune par une longitude de  $0^\circ$ .

Dans le triangle sphérique  $PZ\pi$ :

1. l'arc  $P\pi$  mesure l'obliquité de l'écliptique sur l'équateur ( $\varepsilon = 23^\circ 27'$ ).
2. l'arc  $PZ$  celle de l'équateur sur l'horizon ( $90^\circ - \varphi$ ).
3. l'arc  $Z\pi$ , celle de l'écliptique sur l'horizon; on voit que cet arc varie, pendant une révolution sidérale de  $\pi$ , entre le maximum ( $90^\circ - \varphi + \varepsilon$ ), et le minimum ( $90^\circ - \varphi - \varepsilon$ ); l'inclinaison de l'écliptique sur l'horizon est donnée à chaque instant en fonction du temps sidéral par la formule:

$$\cos u = \cos \varepsilon \cdot \sin \varphi + \sin \varepsilon \cdot \cos \varphi \cdot \cos H$$

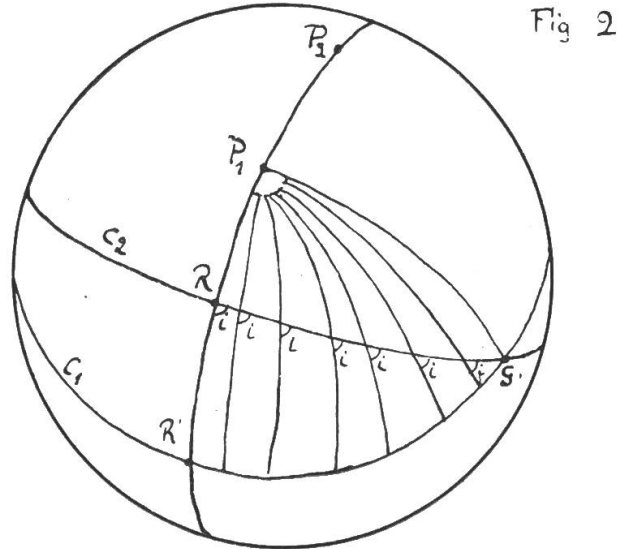
où  $u$  est l'inclinaison cherchée,  $\varphi$  la latitude,  $\varepsilon$  l'inclinaison éclip-tique-équateur, et  $H$  l'angle horaire de  $\pi$ , égal au temps sidéral plus  $90^\circ$ .

4. l'angle  $H$  ou  $ZP\pi$  est égal au temps sidéral  $ZP\gamma + 90^\circ$  ou 6 heures.

5. l'angle  $A$  ou  $PZ\pi$  est l'azimut du cercle de longitude; on le calcule par la formule:

$$\cot A = \frac{\cos \varphi \cdot \cot \varepsilon - \sin \varphi \cdot \cos H}{\sin H}$$

Après avoir étudié le phénomène „en plan“, analysons-le „en élévation“.



Il faut d'abord ouvrir une parenthèse. Deux grands cercles \$C\_1\$ et \$C\_2\$ de la sphère céleste (fig. 2) sont inclinés d'un angle \$i\$. Par leurs pôles \$P\_1\$ et \$P\_2\$ nous faisons passer un autre grand cercle \$P\_2P\_1RR'\$, qui coupera \$C\_1\$ et \$C\_2\$ à \$90^\circ\$ de leurs intersections \$G\_1\$ et \$G\_2\$; ce cercle perpendiculaire servira de référence. Notons que l'arc \$P\_1P\_2\$ mesure l'inclinaison \$i\$ des deux cercles. A partir du cercle \$P\_2P\_1RR'\$ un cercle mobile tournera, comme sur une charnière, autour de l'axe polaire de \$C\_1\$ par exemple.

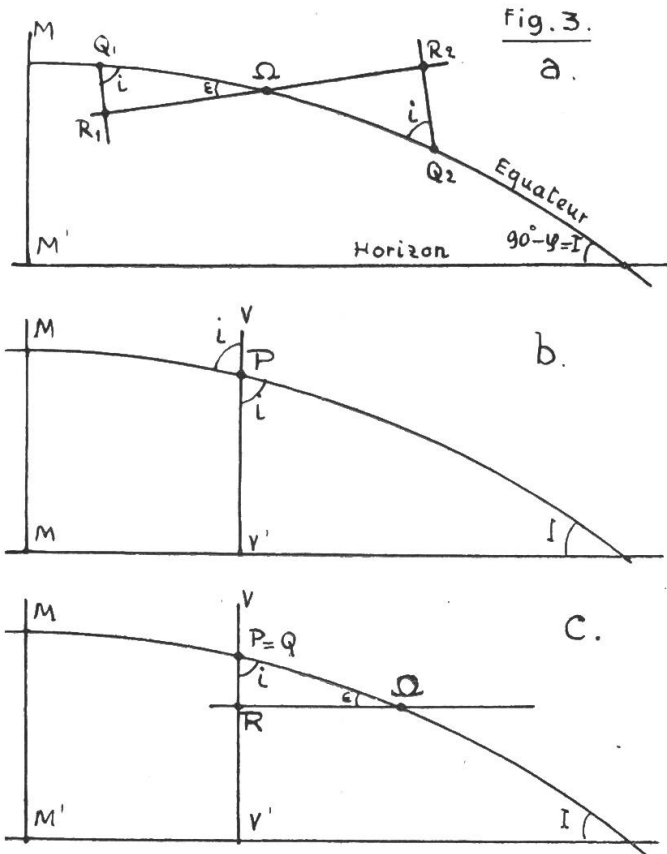
Or, l'angle \$i\$ que le cercle mobile fait avec \$C\_2\$ varie de \$90^\circ - i\$ en \$G\$ à \$90^\circ\$ en \$R\$. J'appellerai cet angle \$i\$ la *pente* en un point donné du cercle \$C\_2\$ par rapport à \$C\_1\$ ou, ce qui est équivalent, au cercle perpendiculaire à \$C\_1\$.

Ainsi la pente d'un point de l'équateur par rapport à l'horizon varie de \$90^\circ - i\$ à \$90^\circ\$. Comme \$i = 90^\circ - \varphi\$, la pente équateur-horizon passe de \$\varphi\$ (aux points Est et Ouest) à \$90^\circ\$ au méridien. Cette pente est mesurée par l'angle d'un vertical avec l'équateur.

De même la pente d'un point de l'écliptique par rapport à l'équateur varie de \$90^\circ - \varepsilon = 66^\circ 33'\$ aux points équinoxiaux, à \$90^\circ\$ aux points solsticiaux. Cette pente est mesurée par l'angle d'un cercle de longitude avec l'équateur.

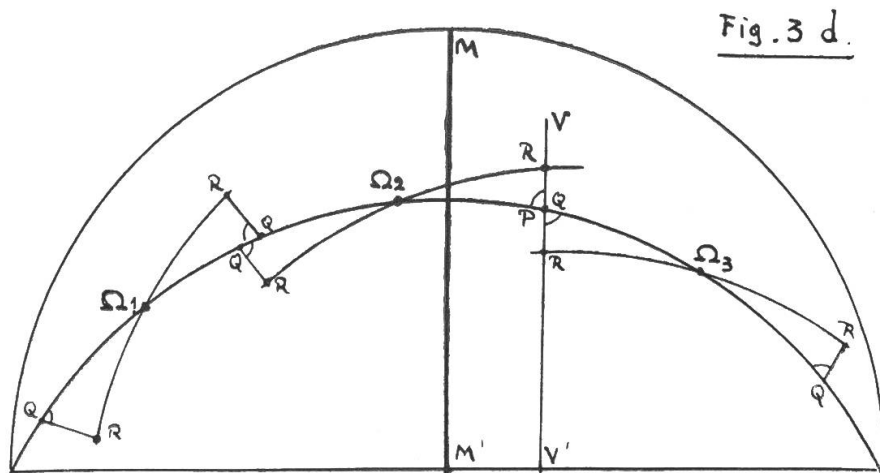
Prenons sur l'écliptique un point quelconque \$R\_1\$ dont nous connaissons la distance \$R\_1Q\$ au point équinoxial (fig. 3a). Le cercle de longitude par \$R\_1\$ rencontre l'équateur en \$Q\_1\$ avec un angle \$i\$ qui mesure la pente de l'écliptique en \$R\_1\$.

Remarquons qu'il existe un point symétrique \$R\_2\$ dans les mêmes conditions.



Prenons sur l'équateur (*fig. 3 b*) un point  $P$  où l'équateur ait la même pente par rapport à l'horizon, c'est à dire dont le vertical  $VV'$  fasse avec lui l'angle  $i$  égal au précédent.

A un certain moment (*fig. 3 c*), le point équinoxial se sera déplacé de telle sorte que le point  $Q_1$  sera en  $P$ ; le cercle de longitude  $R_1Q_1$  coïncidera avec le vertical  $VV'$ .

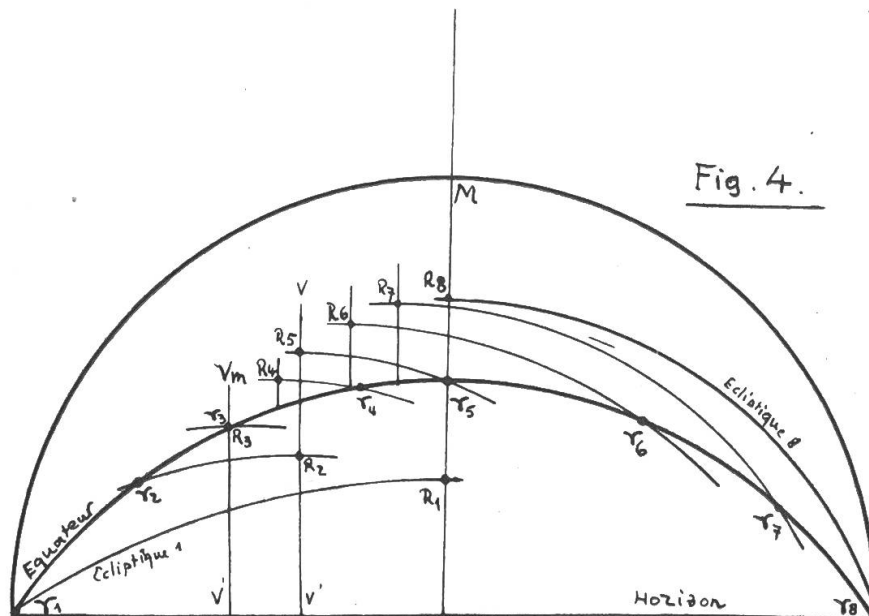


La *fig. 3 d* montre comment les deux points symétriques  $R_1$  et  $R_2$  viennent successivement faire coïncider leur cercle de longitude avec le vertical  $VV'$  à des temps sidéraux différents mais définis par l'arc équatorial  $M\Omega$ .

Nous désignerons dorénavant par R le point de l'écliptique où le cercle de longitude est vertical. Si l'on réfléchit en géomètre, on se rend compte (voir *fig. 2*) que le point R est le plus haut de l'écliptique au-dessus de l'horizon pour un moment (temps sidéral) donné. Sa hauteur mesure l'inclinaison actuelle  $u$  de l'écliptique sur l'horizon. Il se trouve à  $90^\circ$  des intersections. L'écliptique en R est horizontale. C'est en ce point que la ligne des cornes de la lune est verticale et que la droite de symétrie est horizontale, confondue qu'elle est, comme nous l'avons admis, avec l'écliptique.

La pente maximum de l'écliptique par rapport à l'équateur se trouve aux points d'intersection équinoxiaux. La pente égale de l'équateur par rapport à l'horizon se trouve à  $35^\circ 06'$  du méridien en azimut ou à 1 h. 48 m. en angle horaire. La verticalité des cornes ne peut avoir lieu en dehors de ces valeurs d'azimut et d'angle horaire. A ce moment, les points solsticiaux sont exactement dans l'horizon.

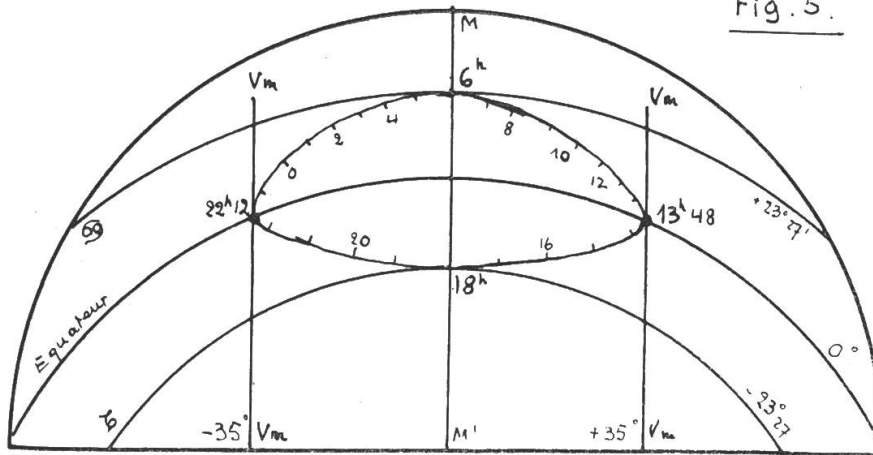
Remarquons encore que l'angle  $i$ , défini ci-dessus, mesure l'inclinaison de la ligne des cornes avec le méridien au moment de la culmination.



La *fig. 4* schématise une demi-révolution de la ligne des équinoxes, avec le point vernal au-dessus de l'horizon. Un certain nombre de positions du point R y est figurée, correspondant à des temps sidéraux différents. On complétera en pensée le schéma par la demi-révolution suivante (point équinoxial d'automne  $\varrho$  au-dessus de l'horizon) avec les positions symétriques de R du côté Ouest du méridien, comme dans la *fig. 3 d*.

On constate (*fig. 5*) que, pour une révolution sidérale, le point R parcourt une courbe fermée, symétrique par rapport au méridien. C'est sur cette courbe que la lune peut avoir sa ligne des cornes verticale, quand sa déclinaison et sa longitude l'y amènent.

Fig. 5.



Cette courbe est comprise entre les limites suivantes:

a. en coordonnées équatoriales: les cercles horaires de  $+$  et  $-$  1 h. 48 m. et les parallèles de déclinaison de  $+$  et  $-$   $23^{\circ} 27'$ , qui sont les tropiques.

b. en coordonnées horizontales: les cercles verticaux d'azimut  $+$  et  $-$   $35^{\circ} 06'$  et les parallèles de hauteur  $90^{\circ} - \varphi + 23^{\circ} 27'$  et  $90^{\circ} - \varphi - 23^{\circ} 27'$ .

Sur la courbe de R, les chiffres sont les temps sidéraux correspondants, dont le calcul n'offre pas de difficulté si l'on a suivi ma maladroite démonstration; il ne s'agit pas de l'heure civile de la verticalité, sur laquelle je reviendrai brièvement.

Supposons que le fin croissant de la lune, au début d'une lunaison, soit vertical au point correspondant au *temps sidéral* 13 h. 48 m. (la lune est exactement au point équinoxial d'automne de longitude  $180^{\circ}$  et ascension droite 12 h.). Le jour suivant, ayant avancé sur l'écliptique de quelques  $13^{\circ}$  en longitude ou d'environ 55 m. en ascension droite, le croissant sera vertical vers 14 h. 43 m. de la courbe. Le lendemain vers 15 h. 38 m. puis, un jour après vers 16 h. 33 m. et ainsi de suite. Au premier quartier, la lune sera verticale vers 20 h. Puis il sera difficile d'apprécier la ligne des cornes, à cause de l'épaississement du croissant. Au dernier quartier, l'observation est de nouveau facile et se fera, pour cette lunaison, vers 2 h. 40 m. Et ainsi, un jour après l'autre, on constatera que la ligne des cornes est verticale sur des points successifs de la courbe de la figure 5.

On sait que les phases de la lune se font en des *temps vrais* (Tv) ou *solaires* qui sont sensiblement les mêmes d'une lunaison à l'autre; il n'y a rien d'étonnant car les phases, comme notre temps, sont un phénomène solaire. Ainsi, le premier quartier passe au méridien vers 18 h., le dernier quartier vers 6 h. temps vrai. La verticalité du croissant n'est pas très éloignée du moment de la culmination (1 h. 48 m. avant ou après au maximum). On peut savoir, pour toute époque, le temps sidéral à 18 h. ou 6 h. vrais. On en déduit, très approximativement il est évident, la position du point R à ce



moment et à la date donnée. On peut alors dresser le petit tableau suivant, dont les données sont élastiques:

### Verticalité des cornes

<i>Temps sidéral</i>	<i>Azimut</i>	<i>Dernier quartier environ 6 h. T. v.</i>	<i>Premier quartier environ 18 h. T. v.</i>
6 h.	au méridien	fin septembre	fin mars
6 à 18 h.	à l'ouest	octobre à mars	avril à septembre
13 h. 48	écart maximum	fin janvier	fin juillet
18 h.	au méridien	fin mars	fin septembre
18 à 6 h.	à l'est	avril à septembre	octobre à mars
22 h. 12	écart maximum	début juin	début décembre

Toutes ces considérations ont leur traduction numérique. On peut se baser sur les formules données plus haut ou sur les éléments qui ont été discutés ensuite. Quoi qu'il en soit, on peut traiter le point R comme n'importe quel objet céleste et en calculer les coordonnées qu'on voudra. Parmi celles-ci, l'ascension droite  $\alpha$  nous intéresse car elle nous permet de déduire de l'ascension droite de la lune (donnée par l'Annuaire Flammarion par exemple, et depuis cette année par Robert A. Naef dans son excellent „Sternenhimmel“) le moment de la verticalité en temps civil (HEC = MEZ). Pour le faire, on dresse un petit graphique de l'ascension droite de la lune pour le moment approximatif du phénomène, par exemple de 18 à 20 heures, sous forme d'une droite. Une seconde droite figurera les ascensions droites du point R aux temps sidéraux correspondant aux heures civiles de 18 à 20 h. L'intersection des deux droites donne l'heure (et l'ascension droite) de la verticalité des cornes.

Le problème qui vient d'être exposé n'a certainement aucune importance. Il est sans intérêt primordial en 1947 de savoir pourquoi la ligne des cornes de la lune est verticale dans un azimut donné. Cependant, cette étude fait comprendre les variations de l'écliptique au cours d'un jour sidéral.

Or plusieurs phénomènes sont liés à ces variations de l'écliptique et particulièrement à celles de son inclinaison sur l'horizon; ce sont les rapports avec l'horizon de l'axe de rotation du soleil et de la trajectoire des taches; c'est la visibilité de Mercure, celle de la lumière zodiacale; c'est la hauteur de Vénus, l'orientation de la ligne des satellites de Jupiter, de l'anneau de Saturne, etc.

Ces rapports frappent le néophyte et ne sont guère expliqués dans les livres courants. L'auteur, néophyte lui-même, espère donc avoir éclairé un peu la lanterne de ses semblables.