

près; & quelle a de plus l'avantage d'avoir un champ dont le diamètre est au moins double de celui qu'on peut donner à celle-ci. Joignant ensemble ces deux inventions, il y a lieu de croire que toutes les méthodes indiquées ci-dessus pour trouver les longitudes par les observations des astres, deviendront dans peu très-pratiques, & par conséquent d'un usage plus fréquent & beaucoup plus sûr.

I N S T R U C T I O N

*Pour observer & pour calculer les Longitudes
en Mer par le moyen de la Lune.*

*Des Préliminaires nécessaires, de l'ordre
dans lequel il faut faire les Observations,
& les Opérations du calcul.*

630. LA MÉTHODE de déterminer les longitudes, que nous nous proposons de détailler, se réduit à trois choses : 1°. A avoir des calculs de la Lune tout faits, selon le modèle que nous donnerons à la fin de ce Chapitre. Nous supposons que ces calculs forment un *Almanach nautique*, sur le modèle qui est à la fin de cette Instruction. 2°. A mesurer sur le Vaisseau l'arc de grand cercle, compris dans le Ciel entre la Lune & le Soleil ou une Etoile choisie. 3°. A connoître l'instant de temps vrai auquel cet arc de distance aura été mesuré, & de quelle quantité précisée on l'auroit trouvé, si la Lune avoit été alors infiniment éloignée de la Terre. Car les calculs tout faits dans l'*Almanach nautique*, indiquent à quel instant on auroit observé sous un Méridien connu, comme celui de Paris, précisément le même arc de distance; & par conséquent la différence de ces deux instans est propre à faire connoître la différence des longitudes entre Paris & le lieu où l'observation aura été faite sur le Navire.

631. Chacune des deux dernières déterminations demande ses opérations particulières, qui sont susceptibles d'une assez grande variété de cas. Mais pour mettre de l'ordre dans ce que nous avons à dire, & pour faire l'application de cette méthode au cas le plus général & le plus difficile, qui est celui de la détermination de la longitude faite de nuit close à l'aide d'une Etoile, nous allons détailler toutes ces opérations comme si elles demeureroient les mêmes dans toutes les circonstances; ensuite nous ajouterons ce que le changement des circonstances doit apporter de changement dans les opérations.

632. Voici l'ordre dans lequel les observations doivent être faites

250 NOUVEAU TRAITÉ DE NAVIGATION.

1°. Il faut avoir bien vérifié le meilleur quartier de réflexion qu'on pourra avoir. 2°. Il faut reconnoître dans le Ciel l'Etoile dont on doit se servir ce jour-là, selon l'indication de l'*Almanach nautique*. 3°. Il faut observer une hauteur de cette Etoile, en marquant à la montre l'heure, la minute & fraction de minute de cette observation. 4°. Il faut observer l'arc de distance de la même Etoile à la Lune, en marquant à la montre l'instant de cette observation. 5°. Il faut observer la hauteur de la Lune, en marquant encore le temps à la montre. 6°. Pendant les deux observations précédentes, il faut faire relever la Lune à la Bouffole, ou au moins le milieu de la trace ou des reflets de lumière qu'elle forme sur la surface de la Mer.

633. Parmi ces opérations, trois doivent être faites avec toute l'attention & la précision possible, savoir, la vérification du quartier, la hauteur de l'Etoile, & sa distance à la Lune : les observations de la hauteur de l'Etoile, de sa distance à la Lune, & de la hauteur de la Lune doivent être faites de suite, dans le moindre intervalle de temps qu'il est possible d'y employer, sans nuire à l'exactitude nécessaire. Il ne doit pas y avoir plus de 20 minutes de temps de la première à la dernière.

634. Les circonstances les plus favorables pour faire une bonne détermination de longitude, sur-tout lorsqu'il n'y a qu'un seul Observateur, sont : 1°. Dans le crépuscule du matin & du soir, lorsqu'on voit distinctement l'Etoile & le terme de l'Horizon de la Mer. 2°. Lorsque l'heure, à laquelle on veut observer, diffère de deux heures au moins de celle qui est marquée dans l'*Almanach nautique* pour le passage de l'Etoile au Méridien. 3°. Lorsque le mouvement de la Lune est très-prompt, ce qu'on reconnoît lorsque dans l'*Almanach nautique* les différences des distances de la Lune à l'Etoile, marquées pour un intervalle de 4 heures, excèdent 2° 10'.

635. Voici l'ordre des opérations qu'il faut faire pour le calcul de la longitude. 1°. Il faut trouver l'écart de la montre à l'égard du temps vrai, pour avoir l'heure vraie de l'observation. 2°. Il faut réduire la hauteur de l'Etoile, puis la hauteur de la Lune à celles qu'on eût observées au moment qu'on a mesuré la distance de la Lune à l'Etoile. 3°. Il faut corriger cette distance mesurée des erreurs ou fautes apparences causées par la réfraction de la lumière, & par le voisinage de la Lune à l'égard de la Terre. 4°. Il faut tirer des calculs de l'*Almanach nautique* l'heure vraie à Paris, à laquelle on y eût observé la même distance ainsi corrigée, afin d'en conclure la différence des longitudes.

Nous allons résumer toutes ces choses en détail.

I. P R E P A R A T I F.

Vérification du Quartier de Réflexion.

636. Nous l'avons suffisamment expliquée ci-dessus N° 484 & suivz.

II. PRÉPARATIF.

Reconnoître dans le Ciel l'Etoile dont il faut se servir.

637. Si le Navigateur ne connoît pas assez les Etoiles pour trouver sur le champ celle dont il doit se servir selon l'indication de l'Almanach nautique, voici comme il doit s'y prendre. Sachant à peu près l'heure qu'il est, & la longitude du lieu où il est, il faudra aussi à peu près l'heure qu'il est à Paris. Une heure d'erreur dans ce calcul n'est ici d'aucune conséquence. Il faut chercher dans l'Almanach nautique la distance de la Lune à l'Etoile marquée à Paris pour cette heure-là, il faut ensuite placer l'index de l'alidade du quartier de réflexion sur le degré qui marque cette distance. Puis tirant dans le Ciel, à la vue, une ligne droite CD (Fig. 58.) par le centre C de la Lune perpendiculairement à la droite AB qui passe par les cornes A, B de la Lune, ou par les deux extrémités de l'arc qui termine la portion obscure de la Lune, il faut remarquer quelles sont les plus belles Etoiles qui se trouvent à peu près sur cette droite CD du côté de l'Orient ou de l'Occident, selon que cela est marqué dans l'Almanach nautique, & entre celles-là quelle est celle qu'on estime à peu près à la distance marquée sur le quartier.

Fig. 58.

638. Pour s'assurer si on a conjecturé juste, il faut pointer la lunette à cette Etoile, & la conservant toujours vers le milieu du champ de la lunette, il faut tourner le plan du quartier vers la Lune, pour voir si son image réfléchi par le grand miroir vient à passer dans le même champ de la lunette, en sorte qu'on y voie en même temps l'Etoile & la Lune. Si cela n'arrive pas, il faut faire la même épreuve sur une autre Etoile plus près ou plus loin de la Lune, mais toujours placée à peu près dans l'alignement que nous avons dit. On fera rarement obligé de faire cet essai sur deux Etoiles.

639. Cette vérification se peut faire facilement avec une arbalétrille.

640. Il faut bien remarquer que selon que l'Etoile est à l'Orient ou à l'Occident de la Lune, ou selon que l'on est dans la partie Nord ou la partie Sud de la Terre, il faut, pour observer l'Etoile & la Lune dans le même champ de la lunette, que le quartier soit tourné de sorte que sa face antérieure, où sont gravées les divisions, regarde tantôt le Ciel, & tantôt la Mer. Dans la construction ordinaire, & dans la partie Nord de la Terre, la face antérieure du quartier doit regarder le Ciel lorsque l'Etoile est à l'Occident de la Lune; elle doit être renversée & regarder la Mer, lorsque l'Etoile est à l'Orient. Cette seconde position paroit d'abord plus incommode dans la pratique; mais on s'y fait avec un peu d'usage.

I. OBSERVATION.

Prendre la hauteur de l'Etoile.

641. Ayant reconnu l'Etoile dans le Ciel, & préparé tout pour mesurer le moins de temps possible entre les trois observations nécessaires, on en prendra une hauteur avec le plus de précision qu'on pourra, en marquant à la montre, destinée pour cette opération, l'heure, la minute & la fraction de minute. Nous avons expliqué au No. 493 ce qu'il faut faire pour réussir dans cette observation.

II. OBSERVATION.

Mesurer la distance de la Lune à l'Etoile.

642. Aussitôt qu'on sera content de la hauteur de l'Etoile qu'on aura observée, il faudra porter l'index de l'alidade du quartier sur le degré (déjà à peu près connu, comme on a dit No. 637.) de la distance de la Lune à l'Etoile. Il faudra pointer la lunette à l'Etoile, & la conserver dans le champ de la lunette tandis qu'on fait tourner le quartier, en sorte que son plan passe par la Lune, & qu'on voie venir l'image de la Lune dans le champ de la lunette, comme il a été dit à l'endroit cité. Alors en balançant légèrement le quartier, comme s'il ne faisoit tourner sur la lunette, la Lune paroîtra monter & descendre dans le champ de la Lunette. On fera en sorte, en donnant de temps en temps un petit mouvement à l'alidade avant que de recommencer les balancements du quartier, que le bord éclairé de la Lune, dans ses allées & venues, vienne à raser exactement l'Etoile, l'une & l'autre étant vers le milieu du champ de la lunette.

643. Aussitôt qu'on sera assuré, par quelques balancements réitérés, que l'Etoile a passé sur le bord éclairé de la Lune, sans y entrer & sans laisser d'intervalle visible, on marquera à la montre l'heure, la minute & la fraction de minute, & l'on écrira la distance que donneront les divisions du quartier à l'endroit où l'alidade sera restée.

644. Si la Lune étoit pleine, ou presque pleine, en sorte que son éclat fût disparoître l'Etoile lorsqu'elle en approche dans ses allées & venues procurées par le balancement, il faudroit mettre le verre noir faible entre les deux miroirs, comme on fait lorsqu'on observe le Soleil. Au défaut d'un verre noir propre pour cela, on peut couvrir une grande partie de la surface du grand miroir par une carte noire & percée d'un trou rond, vers le milieu, en sorte qu'il ne reste de découvert qu'un espace de cinq, six ou sept lignes de diamètre vers le centre du miroir. Ce sera l'expérience qui décidera de la grandeur qu'il faut donner à cette ouverture.

645. On doit pointer la lunette à l'Etoile pour y faire venir par réflexion l'image de la Lune, & non pas pointer à la Lune pour y faire venir l'image de l'Etoile, parce que l'Etoile se voit beaucoup plus distinctement au travers de la partie non étamée du petit miroir, que si son image paroissoit sur la partie étamée après avoir été réfléchi par le grand miroir ; car dans ce dernier cas la lumière de la Lune, vue directement, effaceroit entièrement l'image de l'Etoile. Cependant si la Lune avoit passé son dernier quartier, ou si elle n'avoit pas encore atteint le premier quartier ; & si en pointant à l'Etoile on étoit obligé de tenir l'instrument renversé pour observer la distance à la Lune ; on pourroit éviter ce renversement en pointant à la Lune, pour faire venir l'image de l'Etoile sur le petit miroir.

646. Vers le temps de la pleine Lune, il pourroit y avoir quelque incertitude à la vue sur ce qu'on appelle le bord éclairé de la Lune. Pour ne pas s'y tromper, il faut se ressouvenir de cette règle : Depuis la nouvelle Lune jusques au moment de la pleine Lune, le bord éclairé de la Lune est celui qui est tourné vers le Couchant. Depuis le moment de la pleine Lune jusques à la nouvelle Lune suivante, le bord éclairé est celui qui est tourné vers l'Orient.

III. OBSERVATION.

Prendre la hauteur de la Lune.

647. Aussi-tôt qu'on aura pris la distance de la Lune à l'Etoile ; il faut prendre la hauteur du milieu du bord éclairé de la Lune, qui est le point que l'Etoile doit avoir paru toucher dans l'observation de la distance. Il ne faut pas perdre beaucoup de temps à prendre scrupuleusement cette hauteur, sur-tout lorsque le point de l'Horizon, qui est au-dessous de la Lune, est fort éloigné de celui qui est au-dessous de l'Etoile. En général, une précision de sept ou huit minutes dans cette hauteur est suffisante, & même on peut se contenter de ne l'avoir qu'à dix ou douze minutes près. On marquera cependant à la montre l'heure, la minute & la fraction de minute au moment de cette observation, & pendant qu'on s'occupera à la faire, quelqu'un relèvera la Lune au compas de variation, ou il prendra le gisement du milieu de la traînée des reflets que la lumière forme sur la surface de la Mer ; car trois ou quatre degrés d'erreur dans ce gisement ne font pas d'une grande conséquence.

Exemple des Observations précédentes, & pour les Opérations du calcul.

648. Je suppose que le 8 Juillet 1761, étant par la latitude boréale de $32^{\circ} 32'$, & par une longitude estimée à l'Ouest de Paris de $38^{\circ} 30'$,

NOUVEAU TRAITÉ DE NAVIGATION.

254 On ait trouvé dans l'Almanach nautique que l'Etoile propre pour observer la longitude ce jour-là est celle qu'on appelle Regulus ; que cette Etoile est éloignée de la Lune de $47^{\circ} 48'$ degrés entre 8 heures & minuit à Paris. Sur cette indication je suppose qu'on ait reconnu cette Etoile, & que l'on en ait ensuite observé la hauteur apparente au-dessus de l'Horizon de la Mer de $20^{\circ} 14'$, au moment où une bonne montre, suspendue à un plancher du Navire, marquoit $7^h 32^{\frac{1}{2}}$; qu'ensuite à $7^h 38^{\frac{1}{2}}$ on ait mesuré la distance de cette Etoile au bord éclairé de la Lune de $47^{\circ} 56'$; qu'ensin à $7^h 42^{\frac{1}{2}}$ on ait trouvé la hauteur apparente du milieu du bord éclairé de la Lune de $33^{\circ} 40'$ par rapport à l'Horizon de la Mer, ou de $33^{\circ} 36'$ par rapport à l'Horizon céleste, & le gisement du milieu de ses reflets 60 deg. du Sud vers l'Ouest. Nous donnerons d'abord le détail des opérations géométriques qui suppléent au calcul trigonométrique par le moyen du *Chassis de réduction*. Nous donnerons à part les règles que fournit la Trigonométrie sphérique.

I. OPÉRATION.

Trouver l'heure vraie de l'Observation.

649. Cette opération a été suffisamment expliquée ci-dessus N^o 176 & appliquée à l'exemple dont il s'agit ici. On y a trouvé que la montre devoit retarder de $7^m 42''$, qu'il faut par conséquent ajouter à $7^h 38^{\frac{1}{2}}$ qu'elle marquoit au moment de l'observation de la distance de la Lune à l'Etoile. Donc l'heure vraie de cette observation est $7^h 45^m 57''$.

II. OPÉRATION.

Réduire les hauteurs de l'Etoile & de la Lune à celles qu'on eût observées au moment où l'on a mesuré la distance de la Lune à l'Etoile.

650. Comme on suppose qu'on n'a pas relevé à la Bouffole Pazimut de l'Etoile au moment qu'on en a pris la hauteur, il faudra chercher d'abord cet azimut. (Voyez Planche VI.)

Du point E où se fait l'interfection de AB avec l'almicantrat CD, abaissez sur l'Horizon une perpendiculaire EM. Du centre F tirez un rayon FC ou FD, aux points C ou D, selon que la perpendiculaire EM tombera du même côté que C ou D par rapport au centre F. Ce rayon couperá en N la perpendiculaire EM. Prenez avec le compas l'intervalle FN, & portez-le du même côté sur l'Horizon de F en P ; le point

fera l'azimut de l'Etoile, que vous estimerez en degrés seulement, selon les divisions de l'Horizon. Ce fera ici environ 87 degrés.

651. Sur l'échelle intitulée *Echelle de la mesure du mouvement des Aïres en hauteur à chaque minute de temps*, mettez la pointe d'un compas au point *Q*, que vous estimerez convenir à peu près à la hauteur du Pôle, & à l'azimut de l'Etoile. Portez l'autre pointe sur la droite qui termine cette échelle en haut, enforte que l'ouverture du compas mesure la distance du point *Q* à cette droite; portez cette ouverture sur les divisions du bord supérieur du chaffis, en faisant, depuis le commencement de ces divisions, autant d'enjambées de compas qu'il y a de minutes de temps dans l'intervalle de l'observation de la hauteur de l'Etoile à celle de sa distance à la Lune, (c'est ici 5 fois $\frac{1}{2}$ à cause de la différence de $7^h 32^m \frac{1}{2}$ à $7^h 38^m \frac{1}{2}$;) & vous aurez la quantité dont l'Etoile s'est élevée ou abaissée dans cet intervalle. Ici on trouve $1^{\circ} 13'$ dont elle a dû baïsser puisqu'elle étoit à l'Occident. Les ayant ôtés de $20^{\circ} 9'$, hauteur corrigée seulement de l'élevation de l'œil au-dessus de la Mer, restent $18^{\circ} 56'$ pour la hauteur apparente du Cœur du Lyon, au moment où l'on a observé sa distance à la Lune.

652. Faites de même pour la Lune : c'est-à-dire, prenez sur la même échelle la distance du point *R* (qui convient à peu près à $32^{\circ} 12'$ de latitude, & à 60 deg. d'azimut,) à la droite qui termine cette échelle par en haut. Portez cette distance 4 fois $\frac{1}{2}$ sur le bord supérieur du chaffis, & vous trouverez environ 45 min. qu'il faut ajouter à $33^{\circ} 36'$ de hauteur apparente de la Lune, laquelle se trouvera de $34^{\circ} 21'$ au moment de l'observation de sa distance à l'Etoile.

III. O P É R A T I O N.

Pour corriger la distance observée, de l'erreur causée par les réfractions, & par la proximité de la Lune à la Terre.

653. Sur l'échelle intitulée *Echelle de minutes de la correction de la parallaxe*, tirez une droite depuis l'angle le plus aigu, jusques au point du côté opposé que vous estimerez convenir à la parallaxe horizontale de la Lune, selon l'heure à peu près qu'il doit être à Paris. Dans cet exemple c'est le point de $66'$, 8; parce qu'à $7^h 45'$ au lieu où l'on a observé, il doit être environ $10^h \frac{1}{2}$ à Paris; & par conséquent

* La parallaxe de la Lune est (441) l'effet de sa proximité à la Terre, laquelle est cause que différents Observateurs rapportent la Lune à différents points du Ciel au même instant, selon que ces Observateurs sont plus éloignés les uns des autres. Lorsque la Lune est à l'Horizon d'un Observateur, elle a la plus grande parallaxe possible à l'égard d'un autre Observateur qu'on supposeroit au centre de la Terre; c'est pour cela que la parallaxe horizontale sert à déterminer toutes les autres parallaxes.

256 NOUVEAU TRAITÉ DE NAVIGATION.

la parallaxe horizontale de la Lune, qui est de $57'$, 2 à midi; & de $56'$, 7 à minuit, doit être environ $56'$, 8 à $10^h \frac{1}{2}$. Sur la droite que vous aurez tirée, écrivez à la mine de plomb, *Echelle pour la parallaxe actuelle*.

654. Sur l'échelle intitulée *Echelle d'une minute de degré divisée en dixèmes pour la correction de la réfraction*, tirez deux droites, l'une par le point qui doit répondre à la hauteur $34^{\circ} 28'$ réduite de la Lune, & écrivez dessus *Echelle de réfraction pour la Lune*; & l'autre par le point qui doit marquer la hauteur $18^{\circ} 56'$ de l'Etoile, écrivez dessus *Echelle de réfraction pour l'Etoile*.

655. Sur le cercle du chaffis, marquez à droite & à gauche au-dessus de l'Horizon les deux points de $18^{\circ} 56'$, & joignez-les par une droite sur laquelle vous écrivez *Almicantarats de l'Etoile*.

656. Marquez de même, & joignez par une droite les deux points de $34^{\circ} 23'$ de la hauteur de la Lune, & écrivez-y *Almicantarats de la Lune*.

657. Marquez ensuite sur le même cercle un point *m* d'un côté au-dessus de l'Horizon, & de l'autre un point *n* au-dessous, suivant la distance mesurée de la Lune à l'Etoile. C'est ici $47^{\circ} 56'$. Depuis ces deux points marquez de part & d'autre vers *X* deux points à une distance égale à la hauteur réduite de l'Etoile, savoir $18^{\circ} 56'$; joignez-les par une droite, & écrivez dessus *Parallèle de l'Etoile*.

658. Depuis les deux mêmes points *m*, *n*, marquez de part & d'autre du même côté deux points à une distance égale à la hauteur réduite de la Lune, $34^{\circ} 21'$, & joignez-les par une droite que vous intitulerez *Parallèle de la Lune*.

659. Par le centre Fabaissez sur ces cordes une perpendiculaire *F X*.

660. Sur la droite intitulée *Parallèle de la Lune*, prenez avec le compas l'intervalle *ST* entre la perpendiculaire & le point *T* où ce parallèle rencontre l'Almicantarats de l'Etoile; portez cet intervalle d'abord sur la droite intitulée *Echelle de la parallaxe actuelle*, & vous aurez la correction qui convient pour la parallaxe de la Lune. Cette correction est additive, lorsque le point *T* tombe du côté de l'Horizon à l'égard du point *S*. Elle est soustractive lorsque le point *T* tombe à l'opposée de l'Horizon à l'égard du point *S*; dans cet exemple, elle est de $4'$, 2 additive.

661. Portez ce même intervalle sur l'*Echelle de la réfraction pour la Lune*, & vous trouverez la correction qui convient à la réfraction de la Lune. Cette correction est toujours additive quand celle de la parallaxe est soustractive, & réciproquement. Ici elle est de $0'$, 1 soustractive.

662. Sur la droite intitulée *Parallèle de l'Etoile*, prenez avec le compas l'intervalle *V Z* entre la perpendiculaire *F X* & la rencontre de l'Almicantarats de la Lune. Portez cet intervalle sur l'*Echelle de réfraction pour l'Etoile*, & vous trouverez la correction qui convient pour la réfraction de l'Etoile. Elle est additive quand le point *Z* est à l'opposée de l'Horizon par rapport au point *V*, comme ici, & elle est

est soustractive quand le point Z est entre l'Horizon & le point V. Si l'échelle n'est pas assez longue, prolongez vers le bas du chaffis la droite que vous avez tirée, & marquez-y autant de fois qu'il fera nécessaire l'intervalle des dix divisions qui représentent les dixièmes de la minute. Ici ayant prolongé l'échelle, & marqué un intervalle, on trouve la correction de 1', 55 additive.

663. Appliquez ces trois corrections à la distance observée 47° 56'. & elle sera réduite à la vraie distance 48° 1', 6 propre à faire trouver la longitude.

I V. O P É R A T I O N ;

Conclure la Longitude.

664. Ayant trouvé par les opérations précédentes, qu'à 7^h 45' 57" de temps vrai, la distance réelle du bord de la Lune à l'Etoile, étoit 48° 1', 6, resté à savoir quelle heure on a dû compter à Paris, lorsque la Lune s'est trouvée à cette distance.

665. Prenez dans l'Almanach nautique la différence entre les deux distances les plus approchantes de celle qui a été trouvée & réduite. Ce sont ici 46° 50', 2 pour 8 heures, & 48° 59', 1 pour 12 heures. La différence est 2° 8', 9.

666. Joignez par une droite les deux points des divisions des côtés du chaffis qui répondent à 2° 8', 9 de mouvement de la Lune en quatre heures.

667. Prenez la différence entre la distance observée & réduite 48° 1', 6 & la plus prochaine des deux distances calculées pour Paris, c'est 48° 59', 1, la différence est 57', 5.

668. Marquez sur la droite tirée ci-dessus, un point Y qui répond à celui de 57', 5 sur les divisions du bord supérieur du chaffis. Par ce point X, & par l'angle de ce bord supérieur où commencent les divisions, placez une règle, ou faites passer une droite à travers le chaffis, & voyez à quelle division elle répond sur le bord inférieur du chaffis. Dans cet exemple, elle répondra à 1^h 47' : c'est le temps que la Lune emploie à parcourir la différence 57', 5 trouvée ci-dessus. Ainsi étant 1^h 47' de 12^h 0' 0", temps à Paris, auquel la distance de la Lune à l'Etoile étoit plus petite de 57', 5, que la distance observée & réduite ; on a 10^h 13' 0" pour le temps vrai à Paris qui répond à cette dernière distance. De sorte que la différence entre 10^h 13' 0" & 7^h 45' 57", donne 2^h 28' 3" pour la différence des Méridiens, laquelle réduite en degrés, vaut 36° 45' $\frac{3}{4}$, dont le lieu de l'observation est à l'Ouest du Méridien de Paris.



R

Regles de Calcul Trigonometrique pour faire les mêmes Opérations.

669. Le calcul trigonométrique est plus propre à donner de la précision aux opérations précédentes ; mais il est plus long & plus susceptible d'erreurs causées par faute d'attention. Le Pilote zélé pour son art & pour son devoir, doit tâcher de faire tous ses calculs par ces deux méthodes successivement. Les opérations graphiques lui donneront son résultat en très-peu de temps, & serviront à guider le calcul trigonométrique qui lui donnera plus d'exactitude dans ce résultat,

I. R E G L E.

Calculer l'heure vraie de l'Observation.

670. La méthode en a été suffisamment détaillée au N° 579.

I I. R E G L E.

Calculer les changements de hauteur de la Lune & de l'Etoile dans les intervalles des trois Observations, afin de réduire les hauteurs de la Lune & de l'Etoile à celles qu'on eût trouvées au moment qu'on a mesuré leur distance.

671. Règle pour l'Etoile. Réduisez en secondes de temps l'intervalle à la montre entre l'observation de la hauteur de l'Etoile & celle de la distance à la Lune ; c'est dans cet exemple 5' 45" qui valent 345". Ajoutez

A son logarithme.	2.5378
Le logarithme constant, ou qui sert dans-tous les cas. 9.3967	
Le logarithme du cosinus de la latitude du lieu.	9.92275
Le log. du sinus de la dist. de l'Et. au Mérid. 74° 15'	9.9834
Le log. du cosinus de la déclination de l'Etoile	9.9885
De la somme	41.8339
Otez le log. de cosinus de la hauteur de l'Etoile	9.9726

Le reste (en ôtant les dixaines de la caractéristique) 1.8613 est le logarithme de 73 ou de 1° 13' dont l'Etoile est descendue dans l'intervalle. Ainsi sa hauteur apparente, au moment de l'observation de la distance à la Lune, a dû être 18° 56'.

672. *Règle pour la Lune.* Prenez le même nombre de secondes de temps compris dans l'intervalle marqué à la montre entre l'observation de la distance de l'Etoile à la Lune, & celle de la hauteur de la Lune. C'est 255 secondes dans cet exemple, ajoutez . . .

- A son logarithme 2.4065
- Le logarithme constant 9.3833
- Le logarithme du cosinus de la latitude 9.92175
- Le log. du sinus du gisement de la Lune 9.9375
- La somme (en rejettant les dixaines) 1.6548

est le logarithme de 45 minutes, quantité dont la Lune étoit plus haute au moment de l'observation de sa distance à l'Etoile qu'à celui de l'observation de sa hauteur. On a donc 34° 21' pour la hauteur réduite de la Lune.

III. REGLE.

Corriger la distance observée de la Lune à l'Etoile, des fausses apparences causées par la réfraction & par la parallaxe

673. Ecrivez, comme dans cette figure, la distance de l'Etoile au Zénith; c'est le complément de sa hauteur réduite par la règle précédente. Ecrivez Diff. Etoile au Zénith 71° 4' au-dessous la distance Diff. C au Zénith . . . 55 39 9.91677 de la Lune au Zénith, Diff. observée. 47 56 9.87062 ou le complément de sa hauteur réduite, & mettez à côté son logarithme de sinus. Ecrivez encore la distance observée de la Lune à l'Etoile, & à côté son log. de sinus. Ajoutez ces deux logarithmes. C'est le log. de sinus de 47° 30' Ajoutez aussi les trois différences; prenez la Double, angle à la Lune 95 °

Diff. Etoile au Zénith	71° 4'	
Diff. C au Zénith	55 39	9.91677
Diff. observée.	47 56	9.87062
Somme	174 39	19.78739
Moitié	87 19	
Premier reste	31 40	9.72014
Second reste	39 23	9.80244
		39.52258
		19.78739
		19.73519
Moitié		9.86719

moitié de la somme: de cette moitié ôtez d'abord la distance de la Lune au Zénith, & écrivez à côté du reste son logarithme de sinus. De cette même moitié ôtez la distance de la Lune à l'Etoile, & à côté du reste mettez son logarithme de sinus. Ajoutez ces deux logarithmes de sinus de restes, en augmentant de 20 la caractéristique de la somme. Ôtez de cette somme la somme des deux logarithmes précédents, prenez la moitié du reste, ce sera le logarithme de sinus

R ij

d'un angle, dont le double sera appelé l'angle à la Lune, parce que c'est effectivement l'angle sphérique à la Lune compris entre l'arc de sa distance à l'Etoile, & l'arc de sa distance au Zénith.

674. Prenez dans l'Almanach nautique la parallaxe horizontale de la Lune qui convient au temps donné, c'est ici 56', 8; à son log. 1.7543 ajoutez le log. 9.9168 du sinus de la distance de la Lune au Zénith, la somme (en ôtant la dixaine à la caractéristique,) sera 1.6711 log. de 46', 9; d'où il faut ôter la réfraction qui convient à la distance de la Lune au Zénith, laquelle est 1'5 (Tables, page 13) reste 45', 4; au log. de ce reste, 1.6570 ajoutez le log. du cosinus de l'angle à la Lune trouvé ci-dessus, lequel est 8.9403. La somme (étant la dixaine à la caractéristique,) sera 0.5973 log. de 4', 0 première correction qu'il faut faire à la distance observée, à cause de la réfraction & de la parallaxe de la Lune. Cette correction est toujours soustractive quand l'angle à la Lune est aigu, & toujours additive quand l'angle à la Lune est obtus, comme dans cet exemple.

675. A l'égard de la seconde correction, qui est celle qu'il faut faire à cause de la réfraction de l'Etoile, elle est inutile, & par conséquent il est inutile de la calculer, lorsque la hauteur de l'Etoile surpasse 65 degrés. Mais lorsqu'elle est au-dessous, on la trouve par ce calcul assez semblable au précédent. Le voici:

676. Ecrivez d'abord la distance de la Lune au Zénith: au-dessous celle de l'Etoile & son logarithme de sinus: au-dessous la distance de la Lune à l'Etoile & son logarithme de sinus: ajoutez les logarithmes à part, & les distances à part. Prenez la moitié de la somme des différences, ôtez-en successivement la distance de l'Etoile au Zénith & la distance de l'Etoile à la Lune; écrivez à côté des restes leurs log. de sinus, dont vous prendrez la somme, ajoutant 20 à la caractéristique. Ôtez de cette somme celle des deux logarithmes précédents, & la moitié du reste sera le logarithme de sinus d'un arc, dont le double s'appellera l'angle à l'Etoile, parce qu'il mesure l'angle sphérique à l'Etoile compris entre l'arc de la distance à la Lune, & l'arc de la distance au Zénith.

Diff. C au Zénith	55° 39'	
Diff. Etoile au Zénith	71 4	9.97584
Diff. observée.	47 56	9.87062
Somme	174 39	19.84646
Moitié	87 19	
Premier reste	16 15	9.44689
Second reste	39 23	9.80244
		39.24933
		19.84646
		19.40287

C'est le log. de sinus de 30° 11' Double angle à l'Etoile 60 22

677. Prenez dans la Table des réfractions (Recueil des Tables, page 13,) celle qui convient à la distance de l'Etoile au Zénith, c'est ici 2', 8. A son log. 0.4471, ajoutez celui du cosinus de l'angle à l'Etoile 9.6941. La somme 0,1412 (ôtant la dixaine) est le log. de

la correction pour la réfraction de l'Etoile, laquelle est ici 1,4. Cette correction est additive quand l'angle à l'Etoile est aigu, & soustractive quand il est obtus.

Il faut donc, selon ce calcul, ajouter 4,0 & 1,4 à la distance observée 47° 56', & l'on a 48° 1,4 distance corrigée.

Conclusion de la Longitude.

678. Le calcul se fait d'abord de même qu'aux Nos 664, 665 & 667 : ayant trouvé, selon ce qui y est dit, que la Lune s'éloigne de l'Etoile de 2° 8',9 en 4 heures de temps & que la différence entre la distance réduite 48° 1,4 & la calculée 48° 19,1 est 57,7, on fera cette règle de proportion, comme 2° 8,9 sont à 48° 0', ainsi 57,7 sont à 1^h 47' 26". Achevant le calcul comme au No 668 on trouvera la longitude de 36° 39' $\frac{1}{4}$.

Méthode pour observer la Longitude, par l'observation de la distance de la Lune au Soleil.

679. Lorsque la Lune n'a pas encore passé son premier quartier, ou lorsqu'elle a passé son dernier quartier, on peut avoir la longitude en observant la distance au Soleil. Cette méthode est plus facile pour l'observation, que celle où l'on est obligé de mesurer la distance de la Lune à une Etoile pendant la nuit close; mais elle n'est praticable que pendant les quatre jours qui précèdent le premier quartier, & pendant les quatre qui suivent le dernier quartier. On a par ce moyen la longitude avec à peu près le même degré de précision, que par le secours des Etoiles, sur-tout lorsque la Lune n'est pas loin de son périégée, dans les temps qui ont lieu de marquer, & qui doivent se trouver dans l'Almanach nautique avec les autres éléments nécessaires pour le calcul.

680. Le temps le plus propre pour l'observation, du moins pour avoir le temps vrai avec précision, est depuis une demi-heure après le lever du Soleil, jusques vers 10 heures du matin, (& même 10 heures $\frac{1}{2}$, si l'on est en dedans des Tropiques,) & depuis environ 2 heures du soir, jusques à une demi-heure avant le coucher du Soleil. On dira dans la suite, No 694, ce qu'il faut faire si les circonstances obligent de faire l'observation de la longitude entre 10 heures $\frac{1}{2}$ du matin & 1 heure $\frac{1}{2}$ du soir.

681. Supposons qu'on veuille observer dans les temps propres pour cela; il faudra d'abord bien vérifier le quartier de réflexion; puis observer exactement la hauteur du Soleil, en marquant à la montre l'instant de l'observation, & en faisant relever au compas de route le point de l'Horizon où l'on estime que le Soleil répond perpendiculairement. Ensuite il faut observer au plutôt la distance de la Lune au

R ij

NOUVEAU TRAITÉ DE NAVIGATION.

262. **Soleil**, ce qui se doit pratiquer ainsi. Pointez la lunette à la Lune; pour la voir au travers de la partie non étamée du petit miroir, & sans la perte de vue, tournez le plan du quartier vers le Soleil: l'alidade doit être placée d'avance vers le degré de la distance de la Lune au Soleil, pris dans l'Almanach nautique, comme on a dit au No 637. Lorsque l'image du Soleil sera entrée dans la lunette, donnez un petit mouvement à l'alidade, jusqu'à ce qu'en balançant légèrement le quartier, l'image du plus prochain bord du Soleil vienne raser le bord éclairé de la Lune. Marquez à la montre le temps de cette observation, & ayant mis par écrit l'arc de la distance observée, prenez la hauteur apparente du centre de la Lune, ou pour le mieux, celle du point du bord éclairé de la Lune, que vous estimerez avoir été touché par le Soleil: marquez l'instant de cette observation, & faites pendant ce temps-là relever au compas de route le point de l'Horizon auquel on estime que la Lune répond perpendiculairement.

682. L'observation étant ainsi achevée, le calcul se fera précisément comme pour la distance de la Lune à une Etoile.

REMARKES sur la pratique des Observations & Opérations précédentes.

I.

De l'utilité qu'on peut retirer de trois Observateurs qui observeroient ensemble, & en même temps.

683. Comme les Officiers d'un Vaisseau sont fournis d'instruments, & exercés à prendre hauteur, si trois vouloient partager entre eux les opérations, de sorte que l'un observât la hauteur de l'Etoile ou du Soleil, tandis qu'un autre mesurerait la distance de la Lune à l'Etoile ou au Soleil, & que le troisième prendrait la hauteur de la Lune; s'il arrivoit encore que leur concert fût tel, que chacun fût content de son observation au même moment à peu près, ou à moins d'une minute d'intervalle de temps de l'un à l'autre, alors il est clair qu'on n'auroit besoin ni de montre, ni de compas de route, ni de faire la seconde opération pour le calcul.

684. Il est aisé de réussir à faire ensemble ces fortes d'observations pendant le jour, & pendant le crépuscule; parce que le premier & le troisième Observateur peuvent, par un mouvement léger de l'alidade, assujettir l'un l'image du Soleil ou de l'Etoile, & l'autre celle de la Lune, à rester sur le terme de l'Horizon de la Mer, pendant que le second Observateur fait ses tentatives pour prendre exactement

la distance ; & qu'ainfi dans l'inftant qu'il y a réuffi, les trois obfervations fe trouvent faites à la fois.

685. Si l'on ne pouvoit employer que deux Obfervateurs à la fois, on épargneroit une bonne partie du calcul de la féconde opération.

686. Au refte, le meilleur emploi qu'on puiffe faire de deux ou trois bons Obfervateurs, & de deux ou trois bons inftrumens bien vérifiés, c'eft de faire à peu près en même temps, chacun en particulier, & fans fe rien communiquer d'abord, les trois obfervations néceffaires pour la Longitude, parce que leur calcul donnera autant de déterminations, entre lesquelles, fi elles ne s'accordent pas parfaitement, comme cela doit arriver fouvent, on prendra un réfultat moyen qui fera plus sûr que fi on n'en avoit qu'un feul, en fuppléant toutes les obfervations également bien faites.

II.

De l'utilité qu'on retire en répétant les Observations autant que cela eft poffible.

687. Puisque la détermination de la longitude en Mer eft une opération fi délicate, qu'à chaque fois où l'on fait tout ce qui eft néceffaire pour y parvenir, on ne peut fe flatter d'atteindre à une précision telle, qu'on foit sûr d'avoir approché de la véritable longitude plus qu'à deux degrés près, à moins qu'on ne puiffe faire ufage d'une machine pareille à la Chaife marine de M. Irwin, il eft clair qu'on ne peut trop faire d'efforts pour diminuer cette incertitude ; & comme il n'y a pas d'autre moyen pour cela, que de multiplier les obfervations, on ne doit fe contenter d'une feule détermination, que quand on ne peut faire autrement.

688. L'Obfervateur doit donc répéter deux ou trois fois confécutivement la hauteur de l'Etoile, la diftance de la Lune à l'Etoile & la hauteur de la Lune, en gardant, autant qu'il eft poffible, ce même ordre d'obfervations, & en mettant le moins d'intervalle de temps qu'il peut entre chacune. Le calcul de trois déterminations de longitude ne fera gueres plus long que celui d'une feule, parce que les mêmes figures y ferviront ; il n'y aura que quelques lignes de plus à tirer.

689. Un autre avantage qu'on retirera de cette multiplicité d'obfervations, c'eft que l'on s'épargnera la conftruction expliquée N^o. 650 & fuiv. & prefque tout le calcul de la féconde opération ; car les différentes hauteurs de l'Etoile & de la Lune qu'on aura prifes, donneront la proportion avec laquelle ces deux Afres s'élevent ou s'abaiffent dans un certain temps ; il fera par conféquent aifé d'affigner, par une petite règle de trois, leur hauteur apparente au moment de chaque détermination de la diftance de la Lune à l'Etoile.

690. Lorsqu'on ne peut répéter la mefure de la diftance de la

Riv

264 NOUVEAU TRAITE DE NAVIGATION.

Lune à l'Etoile ou au Soleil, fi l'on peut prendre deux hauteurs du Soleil ou de l'Etoile, & deux hauteurs de la Lune, on s'épargnera de même la néceffité de relever la direction des reflets de la Lune, ou la pofition azimutale à l'égard du point d'Est ou d'Oueft, & l'on pourra, par une fimple proportion, en conclure les hauteurs apparentes pour le moment de l'obfervation de la diftance.

691. Si les deux hauteurs de l'Etoile ont été prifes exactement, elles ferviront à avoir avec plus de précision la quantité dont la montre avance ou retarde, en prenant un milieu entre les deux réfultats du calcul de chaque hauteur, fait fuivant les règles de la première opération.

692. La méthode générale pour prendre un milieu entre plufieurs quantités différentes, eft celle-ci : *Ajoutez-les toutes enfemble, & divifez la fomme par le nombre de ces quantités.* Ainfi je fuppofe que j'aie trouvé par trois hauteurs du Soleil ou de l'Etoile, que la montre retarde de 4' 27" félon le calcul de la première, de 4' 38" par la féconde, & de 4' 31" par la troifième ; comme ces quantités ne diffèrent que dans les fécondes, pour prendre un milieu, j'ajoute enfemble 27, 38 & 31, & je divife leur fomme 96 par trois, le quotient 32 eft la quantité moyenne des fécondes ; je peux donc dire que la montre avancoit de 4' 32", & j'en fais plus sûr par ce moyen, que fi je n'aurois employé qu'une feule de ces trois obfervations pour connoître l'état de la montre.

III.

Ce qu'on doit faire quand il n'eft pas poffible de faire l'obfervation de la diftance de la Lune au Soleil ou à l'Etoile, fi ce n'eft à une heure trop proche de celle du paffage du Soleil & de l'Etoile au Méridien.

693. La première opération du calcul (N^o. 649 & 576.) ne peut être exaëte, fi l'heure de l'obfervation de la hauteur de l'Afre ne diffère au moins de deux heures de celle de fon paffage par le Méridien, parce qu'alors cet Afre n'a pas un mouvement en hauteur affez fenfible, pour donner un calcul jufte de fa diftance au Méridien. Si donc les circonftances font telles, qu'il ne foit pas poffible d'observer la longitude, fi ce n'eft en un temps qui ne diffère pas de deux heures de celui qui eft marqué dans l'Almanach nautique pour le paffage de l'Etoile au Méridien, ou fi l'on ne peut obferver la diftance de la Lune au Soleil qu'aux environs de midi, parce que les nuages auront empêché de s'y prendre dans un autre temps, & que la Lune eft prête de fe coucher ; alors voici ce qu'on peut faire.

694. 1°. Si c'est par la distance du Soleil à la Lune, qu'on doit observer la longitude, on commencera par s'assurer avant dix heures du matin de l'état de la montre, (qui doit toujours rester suspendue librement pendant tout le temps que les observations durent,) en prenant deux ou trois bonnes hauteurs du Soleil. On fera ensuite, à l'heure commode, les trois observations propres pour la longitude, & à savoir d'une hauteur du Soleil, de la distance à la Lune, & d'une hauteur de la Lune, en marquant les instans à la montre, & en relevant au compas de route les positions azimutales du Soleil & de la Lune. Sur les deux heures, ou deux heures & demie après midi, on prendra deux ou trois bonnes hauteurs du Soleil, pour connoître encore l'état de la montre, & par ce moyen on aura la marche exacte pendant tout le temps des observations. Comme si j'avois trouvé, par un milieu entre les résultats de plusieurs hauteurs du Soleil, qu'à 9^h 48' du matin la montre retardoit de 3' 50", & qu'à 2^h 23' du soir elle retardoit de 5' 42", & si j'avois observé la distance de la Lune au Soleil à 11^h 17¹/₂ du matin. Je dirois si en 4^h 35' de temps la montre a augmenté son retard de 1' 52"; en 1^h 29' de temps, (ou depuis 9^h 48' juigues à 11^h 17',) elle a dû augmenter son retard de 37" : donc à 11^h 17¹/₂ elle retardoit de 4' 27". Donc l'heure vraie de l'observation est 11^h 21' 57" du matin. Il est clair que dans ce cas la hauteur du Soleil, observée un peu avant la distance à la Lune, ne feroit qu'aux calculs de la seconde opération.

695. II. Si l'on doit observer la longitude par le moyen d'une Etoile, il pourra arriver trois cas. Ou cette observation se fera dans les environs du crépuscule du soir, ou de celui du matin, ou fort avant dans la nuit cloie.

696. Si l'observation se doit faire pendant le crépuscule du soir, ou peu après sa fin, il faudra régler la montre au Soleil : en voici la meilleure manière. Sur les trois heures du soir on déterminera, par deux ou trois bonnes hauteurs du Soleil, de combien la montre avance ou retarde; on fera la même chose environ une demi-heure avant le coucher du Soleil : en général il faut un intervalle de deux heures, au moins, entre ces deux déterminations. En les comparant on aura la marche de l'horloge à l'égard du temps vrai, & par conséquent on pourra en conclure l'instans de l'observation de la distance de la Lune à l'Etoile. Comme si j'avois trouvé qu'à 3^h 12' la montre retardoit de 27", & à 5^h 58' qu'elle avançât de 1' 8", je conclusirois de là que la montre auroit accéléré son mouvement de 1' 35" en 2^h 46', puisqu'elle a regagné les 27" dont elle retardoit, & de plus qu'elle a avancé de 1' 8". Cela posé, ayant observé la distance de la Lune à l'Etoile à 7' 21' $\frac{1}{4}$ à la montre, je dirai si en 2^h 46' (ou en 166') la montre a avancé de 1' 35" (ou de 95") ; en 1^h 23' (ou en 83' intervalle de 5^h 58' à 7^h 21'), elle doit avancer de 47" : donc à 7^h 21' elle avançoit de 1' 55". Donc l'heure vraie de l'observation de la distance est 7^h 19' 20".

697. Si l'observation doit se faire vers le crépuscule du matin :

266 NOUVEAU TRAITÉ DE NAVIGATION.

On réglera la montre de la même manière, mais par des hauteurs du Soleil prises une demi-heure après son lever, & vers les 8 ou 9 heures du matin. Comme si ayant observé la distance de la Lune à l'Etoile à 4^h 33' $\frac{1}{2}$ à la montre, je trouve ensuite à 6^h 2' que la montre avance de 17", & à 8^h 42' qu'elle avance de 3' 12"; je dirai, si en 2^h 40' de temps la montre a accéléré sa marche de 2' 55", en 1^h 29' intervalle de 4^h 33' à 6^h 2', elle l'a accéléré de 1' 38". Or puisqu'à 6^h 2' elle n'avancoit que de 17", il falloit qu'à 4^h 33' elle avançât de 1' 38" de moins, il falloit donc qu'elle retardât de 1' 21" : ainsi le temps vrai de l'observation de la distance a dû être à 4^h 34' 51" du matin.

698. Enfin, si l'observation ne se peut faire que bien avant dans la nuit cloie, il faudra régler la montre par des hauteurs de l'Etoile prises le plus exactement que l'on pourra deux heures avant & deux heures au moins après son passage par le Méridien, précisément comme on a dit ci-dessus (No. 694.) pour le Soleil.

699. Pour la précision de tous les calculs détaillés dans cet article, il faut que le Vaisseau n'ait changé ni de route, ni de vitesse, du moins sensiblement, pendant l'intervalle des premières aux dernières observations.

I V.

Sur ce qu'on peut faire dans certains cas.

700. Pendant la nuit cloie, & lorsque l'Horizon est un peu obscur, il ne faut pas observer sur les lunettes, mais dans la partie du Navire la plus basse qu'on pourra, parce qu'alors l'Horizon de la Mer étant plus près de l'œil, son extrémité sera plus visible.

701. Si la Lune est fort haute dans le temps qu'on l'observe, les reflets ne font pas sur la surface de la Mer une traînée de lumière distincte. Alors il en faut observer deux hauteurs, à quelques minutes d'intervalle de temps, afin d'avoir la proportion avec laquelle la Lune monte ou descend.

702. Lorsque la Lune n'est pas extrêmement haute, on peut relever au compas le point de l'Horizon auquel on estime qu'elle répond perpendiculairement ; car quatre ou cinq degrés d'erreur dans cette observation ne font d'aucune conséquence. Cette observation est utile pendant le jour & pendant les crépuscules, surtout lorsque les nages voisins de la Lune menaceront de ne pas permettre d'en observer une seconde hauteur.

Ceci peut être appliqué au Soleil ou aux Etoiles, pour éviter une partie du calcul de la seconde opération.

703. Quand la Lune & les Etoiles sont sensiblement dans un même vertical, c'est-à-dire, quand le point où ils répondent perpendiculairement à l'Horizon est sensiblement le même, alors on peut s'épargner presque tout le calcul de la troisième opération & le réduire à ces deux règles.

704. Prenez dans l'Almanach nautique la parallaxe horizontale

Modele de Calculs pour un Almanach Nautique.

J U L I E T 1761.

N°	Nom des Etoiles	Situation	Parallaxe	M. à midi.	D. à 4 heures	D. à 8 heures	D. à minuit	D. à 16 h.	D. à 20 h.
1	L'Epi de la Vierge	à l'orient	60.4	68	9.1	63	14.0	58	21.5
2	L'Epi de la Vierge	à l'orient	60.7	68	9.1	63	14.0	58	21.5
3	L'Epi de la Vierge	à l'orient	60.0	60	6.6	50	23.5	44	47.0
4	L'Epi de la Vierge	à l'orient	60.0	60	6.6	50	23.5	44	47.0
5	L'Epi de la Vierge	à l'orient	60.0	60	6.6	50	23.5	44	47.0
6	L'Epi de la Vierge	à l'orient	60.0	60	6.6	50	23.5	44	47.0
7	L'Epi de la Vierge	à l'orient	58.1	69	5.9	74	6.0	78	13.1
8	L'Epi de la Vierge	à l'orient	58.1	69	5.9	74	6.0	78	13.1
9	L'Epi de la Vierge	à l'orient	58.1	69	5.9	74	6.0	78	13.1
10	L'Epi de la Vierge	à l'orient	58.1	69	5.9	74	6.0	78	13.1
11	L'Epi de la Vierge	à l'orient	58.1	69	5.9	74	6.0	78	13.1
12	L'Epi de la Vierge	à l'orient	58.1	69	5.9	74	6.0	78	13.1
13	L'Epi de la Vierge	à l'orient	58.1	69	5.9	74	6.0	78	13.1
14	L'Epi de la Vierge	à l'orient	58.1	69	5.9	74	6.0	78	13.1
15	L'Epi de la Vierge	à l'orient	58.1	69	5.9	74	6.0	78	13.1

de la Lune : à son logarithme ajoutez celui du sinus de complément de la hauteur de la Lune réduite par la seconde opération : la somme (étant la dixième à la tête,) sera le logarithme de la première correction de la distance, laquelle sera toujours additive, quand l'Etoile sera plus basse que la Lune; & soustractive, quand elle sera plus haute que la Lune.

705. Prenez dans la Table, pag 13, la réfraction qui convient à la hauteur apparente de l'Etoile, réduite par la seconde opération, & la réfraction qui convient à la hauteur de la Lune réduite de même : prenez la différence entre ces deux réfractions, ce sera la seconde correction, qui sera toujours additive.

706. Ce cas arrive assez souvent entre les Tropiques, & c'est aussi celui où la situation de l'instrument propre à observer les distances est la moins incommode. C'est par conséquent cette disposition des Astres, qui est la plus favorable pour le calcul & pour l'observation.

707. Lorsque la distance de la Lune à l'Etoile est de plus de 20 degrés, si la différence des positions azimutales de la Lune & de l'Etoile n'est pas plus d'un demi-quart de rhomb, on pourra toujours supposer que ces deux arcs étoient dans le même vertical au temps de leur observation, & par conséquent substituer les deux règles précédentes à tous les calculs détaillés dans la troisième opération N° 653 & suivants, 673 & suivants.

708. Quand on se trouve à la vue d'une Ile ou d'une Terre, dont la position n'est pas sûre sur la Carte, on ne doit rien négliger pour tâcher d'en déterminer la longitude, quand même on seroit dépourvu des calculs préliminaires que nous supposons servir à composer l'Almanach nautique. Lorsqu'on aura fait les observations propres pour cela, il sera bon, au retour du voyage, de les communiquer à quelque Astronome, qui vérifie les calculs de la Lune, & qui tire de ces observations tout le parti possible à l'avantage de la Géographie.

709. Lorsqu'un Navigateur est en relâche à terre, il ne doit négliger aucune occasion d'y faire des observations, selon quelques-unes de nos méthodes pour avoir la longitude de ce lieu, sur-tout lorsque l'Horizon de la Mer pourra lui servir pour prendre les hauteurs des Astres avec son quartier de réflexion. Si de plus il peut faire provision d'un genou de cuire, & d'un triangle ou pied de bois tel que celui dont les Arpentiers se servent pour leurs graphomètres, ayant attaché ce genou avec trois vis derrière son quartier, il pourra le tenir assujéti dans le plan qui passe par l'oeil, par l'Etoile & par la Lune, & alors il prendra tout à son aise la distance de la Lune à l'Etoile, qui paroîtra comme collée sur le bord éclairé de la Lune.

Il seroit à souhaiter encore que le Voyageur fût muni d'un instrument propre à prendre à terre les hauteurs des Astres à trois ou quatre minutes près, parce qu'il s'en serviroit non-seulement pour faire les trois observations nécessaires pour la longitude par-tout où il le jugeroit nécessaire, mais encore pour observer la latitude.