

dans le triangle sphérique  $ZPF$  on connoît les trois côtés, savoir,  $ZF$  de 90 deg. 36 min.  $ZP$  complément de la hauteur du Pole, &  $PF$  complément de la déclinaison. Ainsi on peut calculer (160) l'angle  $ZPF$ , qui mesure le nombre de degrés de l'arc  $EK$ , dont le complément étant converti en temps, donnera l'intervalle demandé.

## III.

### Trouver l'heure du Lever & du Coucher du Soleil par le cercle du Chassis de réduction.

568. Supposé qu'on n'eût pas entre les mains la Table des différences ascensionnelles, on a plusieurs moyens assez faciles d'y suppléer. Voici celui où l'on y emploie le chassis de réduction.

569. Prenez la somme de la déclinaison de l'Astre & de la hauteur de l'Equateur; prenez ensuite leur différence. Lorsque la déclinaison sera de même nom que le Pole élevé, la somme fera la hauteur méridienne de l'Astre, & la différence fera son plus grand abaiffement sous l'Horizon: & lorsque la déclinaison ne fera pas de même nom que le Pole élevé, la différence fera la hauteur méridienne, & la somme fera le plus grand abaiffement. Sur les divisions du cercle du chassis de réduction, représentez par le cercle  $OGRA$  (Fig. 54.), marquez 2 points, l'un en  $A$  au-dessus de l'Horizon, selon la hauteur méridienne; l'autre en  $B$  au-dessous, selon les degrés du plus grand abaiffement, & tirez la droite  $AB$ . Par le point  $A$  de la hauteur méridienne, & par le centre  $F$ , faites passer un diamètre  $AG$ . Au point  $E$  où la ligne  $AB$  rencontre l'Horizon, élevez à  $AB$  une perpendiculaire  $EH$ , jusques à la rencontre du diamètre  $AG$ . Prenez avec le compas l'intervalle  $FH$ , & portez-le sur le diamètre  $AG$ , depuis  $F$  jusqu'en  $I$ , à l'opposite du point  $H$ . Prenez avec le compas l'intervalle  $IH$ , & portez-le deux fois de suite sur les divisions du cercle, en commençant au point marqué  $O$  & en allant dans le sens des heures. Alors en prenant les degrés de ce cercle pour des minutes d'heure, & en estimant

Fig. 54

## 222 NOUVEAU TRAITÉ DE NAVIGATION.

les secondes de temps à proportion, le point où tombera le compas à la deuxième enjambée, fera la différence ascensionnelle de l'Astre.

570. Si l'on veut savoir, comme dans l'Exemple précédent, en combien de temps le Soleil change sa hauteur réelle d'une quantité donnée, comme de 52 min. on remarquera à quel point des divisions de l'Horizon  $OR$  tombe le point  $E$ . Ce sera l'azimut du Soleil. Sur l'échelle du chassis de réduction, intitulee *Echelle de la mesure du mouvement des Astres en hauteur à chaque minute de temps*, mettez la pointe d'un compas au point que vous estimerez convenir à la hauteur du Pole & à l'azimut du Soleil. Avec l'autre pointe rafez la droite qui termine le haut de l'échelle, enforte que l'ouverture du compas mesure la distance de ce point au bord supérieur de l'échelle. Portez cette ouverture sur les divisions du bord supérieur du chassis, en faisant, depuis le commencement de ces divisions, autant d'enjambées qu'il est nécessaire pour parvenir au nombre de minutes dont il s'agit, comme ici à 52 min. (Dans le cas de l'Exemple I, on doit trouver près de 6 enjambées, & dans le cas du second Exemple on en doit trouver  $7\frac{1}{4}$ ). Comptez autant de minutes de temps que vous ferez d'enjambées, estimant en fraction de minutes de temps la portion d'enjambée qu'il faut faire, pour achever d'embrasser toutes les minutes de variation en hauteur.

## I V.

### Réflexion sur la méthode de trouver l'heure en Mer par le Lever ou le Coucher des Astres.

571. Cette méthode n'est pas susceptible d'une extrême précision, parce que la réfraction astronomique est trop inconstante dans le voisinage de l'Horizon, c'est-à-dire, qu'à la même hauteur apparente, comme d'un demi-degré par exemple, elle est tantôt de 30', tantôt de 25', de 32, &c.

selon la disposition actuelle de l'air, & des vapeurs qui sont à l'Horizon. On fait encore qu'elle est plus peire dans les pays chauds que dans les pays froids, & sur-tout vers l'Equateur que hors des Tropiques. Ainsi on ne doit gueres compter que sur environ une demi - minute de temps pour l'exaétitude de la détermination de l'heure vraie, par le lever ou le coucher du Soleil, même en calculant la différence ascensionnelle par les Tables de sinus, & en employant la Table page 16, parce qu'il faut ajouter à l'inconstance des réfractons, quelque incertitude dans la latitude du lieu, & dans la déclinaison du Soleil, dont le calcul se regle sur la longitude estimée du même lieu.

V.

*Trouver l'heure qu'il est par des opérations graphiques appliquées à l'observation d'une hauteur du Soleil.*

572. Les Pilotes ont coutume de régler leurs Horloges sur le temps où ils cessent de voir le Soleil monter, & où ils croyent qu'il est au Méridien, lorsqu'ils prennent hauteur : mais cette méthode est tout-à-fait défectueuse, parce que la hauteur du Soleil vers midi est sensiblement la même pendant un temps assez considérable : au lieu que ce n'est pas la même chose lorsque le Soleil est vers l'Orient ou vers l'Occident. Outre cela, l'opération que nous allons expliquer est fort exaète ; elle n'est ni longue, ni difficile, & il est à souhaiter que les Pilotes y soient bien exercés. Elle ressemble beaucoup à l'opération précédente.

573. Supposons qu'étant par la latitude de 40 degrés boréale, & par 27 degrés de longitude estimée à l'Ouest de Paris, j'aie observé le 18 Mai 1765 au matin la distance apparente du bord inférieur du Soleil au Zénith de 67° 48', tandis que ma montre marquoit 6<sup>h</sup> 48<sup>1</sup>/<sub>2</sub> ; on demande l'heure qu'il est au Soleil, & l'erreur de la montre.

Je calcule, par les regles expliquées ci-dessus (418 & suiv.) ;

224 NOUVEAU TRAITÉ DE NAVIGATION.  
la déclinaison du Soleil, que je trouve 19° 36' boréale ;  
J'écris, (569)

Hauteur de l'Equateur.....	50° 0'
Déclinaison du Soleil.....	19 36
Somme, Hauteur méridienne.....	69 36
Différence & plus grand abaiffement..	30 24

Fig. 55.

Sur le cercle du chassis de réduction je marque (Fig. 55.) la hauteur méridienne en *A*, le plus grand abaiffement en *B*, je tire *AB* & le diamètre *AC* : je marque sur les divisions du cercle deux points *C*, *D* au - dessus de l'Horizon *RO*, selon les degrés de la hauteur du centre du Soleil, corrigée comme on l'a expliqué, ( ce doit être 22° 21' complément de 67° 39' distance au Zénith corrigée, ) & je tire *CD* : par le point *E* de rencontre des droites *AB*, *CD*, j'éleve à *AB* une perpendiculaire *EH* jusqu'à la rencontre du diamètre *AC*, je porte *FH* en *FI* ; je prends avec mon compas l'ouverture de *IH* : & lorsque le point *H* est au-dessus de l'Horizon *RO* comme ici, je fais avec cette ouverture deux enjambées en commençant au point *O* sur l'Horizon, & en allant à contre-sens des heures marquées sur ce cercle, favor, la première de *O* en *K*, la seconde de *K* en *L*. Alors prenant les degrés de ce cercle pour des minutes de temps, & estimant les secondes de temps à proportion, je vois que le point *L* répond à 5<sup>h</sup> 7' 15" à très-peu près. Ce temps est la vraie distance où étoit le Soleil à l'égard du Méridien au moment de l'observation, laquelle s'est faite par conséquent à 6<sup>h</sup> 52' 45" du matin : ainsi la montre retardoit de 4' 15".

574. Si le point *H* s'étoit trouvé au-dessous de l'Horizon *RO*, j'aurois porté mes deux enjambées de compas depuis *O* dans le sens où sont marquées les heures, & j'aurois ajouté à 6<sup>h</sup> 0' 0" le temps que j'aurois embrassé par ces deux enjambées.

575. Pour s'affurer de la justesse avec laquelle on a réglé sa montre, il est bon d'observer trois ou quatre hauteurs du Soleil, & de les calculer selon cette méthode.

## V I.

*Trouver l'heure qu'il est la nuit par de semblables opérations appliquées à l'observation de la hauteur d'une Etoile.*

576. On pourra, par une opération semblable, déterminer l'heure vraie pendant la nuit, à l'aide d'une Etoile, par le moyen de sa hauteur observée, de sa déclinaison connue par la Table (page 1.), & de la latitude du lieu où l'observation aura été faite. Comme si le 8 Juillet 1761, étant par la latitude boréale de  $32^{\circ} 12'$ , & par une longitude estimée  $38^{\circ} 30'$  à l'Ouest de Paris, on avoit observé la hauteur apparente de Regulus de  $20^{\circ} 14'$  du côté de l'Occident, au moment où une montre marquoit  $7^h 32\frac{1}{2}$  du soir. Pour avoir l'heure vraie de cette observation, il faudroit opérer de la sorte. Prenez la déclinaison de l'Etoile  $13^{\circ} 8'$  boréale, pour avoir, comme ci-dessus (573), la hauteur méridienne  $70^{\circ} 56'$ , & le plus grand abaissement  $44^{\circ} 40'$ : marquez l'une en *A*, l'autre en *B* (Fig. 55.), tirez *AB* & Fig. 55.

*AG*: corrigez la hauteur observée (507 & 509), qui deviendra  $20^{\circ} 7'$ ; marquez-la aux points *C* & *D*, & posant une règle sur ces points, ou bien tirant une ligne *CD* qui représente l'almicantarar de l'Astre, vous aurez le point *E*, où *AB* est coupée. Elevez *EH* perpendiculaire sur *AB*, & portez *FH* en *FI*. Prenez l'ouverture *IH*, & portez-la en deux enjambées en *L*, qui tombera sur  $4^h 57' 30''$  à peu près. C'est la distance de l'Etoile au Méridien comptée en temps solaire, c'est-à-dire, tel que le jour est de 24 heures précises. Mais comme les Etoiles n'emploient qu'environ  $23^h 56'$  à faire leur révolution journalière, il faut diminuer cette distance de la quantité dont le Soleil se meut ce jour-là en ascension droite dans l'espace de  $4^h 57'$ . On trouvera donc par les Tables III, IV & V (page 5 & 6) le surplus  $5 1''$  qu'il faut ôter, de sorte que la distance vraie de l'Etoile au Méridien est de  $4^h 56' 39''$ .

P

## 226 NOUVEAU TRAITÉ DE NAVIGATION.

Calculez (422) le temps vrai du passage de l'Etoile au Méridien du Navire que vous trouverez à  $2^h 43' 33''$ . Ajoutez-y la distance vraie de l'Etoile au Méridien, (II faudroit l'en retrancher, si la hauteur de l'Etoile avoit été prise à l'Orient: ) & vous aurez  $7^h 40' 12''$  pour l'heure vraie de l'observation de la hauteur. Ainsi la montre retarde de  $7' 42''$ .

## V I I.

*Résoudre les deux Problèmes précédents par le Calcul Trigonometrique.*

577. Quoique les opérations graphiques, détaillées dans les deux articles précédents, soient suscepibles d'une précision plus que suffisante pour les besoins de la Navigation, cependant il est bon de se servir du calcul trigonometrique pour avoir encore plus d'exactitude.

La solution des problèmes précédents consiste à trouver la distance de l'Astre au Méridien. Si donc *HZR* (Fig. 56.) représente le Méridien, *P* le Pole élevé, *EQ* une portion de l'Equateur, *Z* le Zénith, *HR* l'Horizon, & *S* le lieu d'un Astre dans le Ciel; il est clair que dans le quart de cercle *ZPR*, l'arc *PR* représentera la hauteur du Pole ou la latitude, son complément *ZP* la distance du Pole au Zénith; & dans le quart de cercle *ZEH*, l'arc *EH* fera la hauteur de l'Equateur, laquelle doit être égale au complément de la hauteur du Pole qui est *ZP*; & *EZ*, qui est la distance de l'Equateur au Zénith, doit être égal à la hauteur du Pole *PR*. Cela posé, le quart de grand cercle *ZA*, qui va du Zénith par l'Astre jusqu'à l'Horizon, sera un vertical (384) dont la partie *SA* marquera la hauteur de l'Astre *S* sur l'Horizon, & le complément *SZ* sa distance au Zénith. Le quart de grand cercle *PSD*, tiré du Pole par l'Astre *S* jugues à l'Equateur, est une portion de cercle de déclinaison, son arc *DS* marque la déclinaison de l'Astre, & le complément *SP* est la distance de l'Astre au Pole. De sorte qu'en considérant le triangle sphérique *ZPS*, on voit aisément, 1<sup>o</sup>, Que l'angle *ZPS* formé au Pole, & qui mesure l'arc *ED* de l'Equateur, ou l'arc *LS* du parallèle de l'Astre, exprime la distance de l'Astre au Méridien: 2<sup>o</sup>, Que l'angle *PZS*, formé au Zénith, est le supplément de l'angle *SZE* qui mesure l'arc *HA* de l'Horizon, lequel arc *HA* est l'azimut de l'Astre (386). Nous n'examinons point l'angle *ZSP*, qu'on appelle l'angle de position, ou l'angle du vertical avec le cercle de déclinaison, quoiqu'il soit fort utile dans plusieurs calculs astronomiques. En résumant tout ce qu'on vient de dire, on voit que le triangle sphérique *SZP* contient cinq choses d'usage dans la Navigation, savoir le côté *ZP* le complément de la latitude, le côté *PS* le complément de la déclinaison de l'Astre, le côté *ZS* sa

distance au Zénith, l'angle Z P S la distance au Méridien, & l'angle P Z S le supplément de son azimut; & par conséquent trois de ces cinq choses étant données, on peut calculer celle des deux autres qu'on voudra par la règle de la trigonométrie sphérique.

578. Après cette exposition générale, nous trouverons facilement le cas que nous avons à résoudre; savoir, étant données la distance d'un Astre au Zénith, sa déclinaison, & la hauteur du Pole, trouver la distance au Méridien, puisqu'il est cherché l'angle Z P S par les trois côtés connus. La règle générale du calcul nécessaire pour cela est au n.º 160. On peut la réduire à cette règle particulière, que nous appliquerons à l'Exemple de l'article précédent, où l'on suppose la latitude boréale de 32º 12', la distance de Regulus au Zénith, observée & corrigée, 69º 53', & sa déclinaison 13º 8' boréale.

579. Pour avoir la distance d'un Astre au Méridien par le moyen de sa hauteur observée, de sa déclinaison connue & de la hauteur du Pole, écrivez d'abord, comme dans la Figure ci-contre, la distance vraie de l'Astre au Zénith; écrivez au-dessous le complément de la hauteur du Pole, & à côté son logarithme de sinus; écrivez encore au-dessous le complément de la déclinaison de l'Astre, & à côté son logarithme de sinus. (Or il faut bien remarquer que lorsque la déclinaison de l'Astre n'est pas du même côté

	Diff. vraie	Et. au Zén. 69º 53'	Log. Sinus.
de l'Equateur que	Complém. Latitude. . . . .	57 48 . . . . .	9.92747
le Pole élevé, le	Complém. Declin. Et. 76 52 . . . . .	76 52 . . . . .	9.98849
complément de sa	Somme . . . . .	204 33	19.91596
déclinaison n'est	Moitié. . . . .	102 16½	
pas égal à 90. deg.	Premier Excès. . . . .	44 28½ . . . . .	9.84546
moins la déclinaison,	Second Excès. . . . .	25 24½ . . . . .	9.63253
mais à 90 de-		20.	
grés plus la déclinaison,	Somme des Sinus des Excès . . . . .	39.47798	
comme si	Somme des Sinus des Complém. . . . .	19.91596	
la déclinaison de	Reste . . . . .	19.56202	
l'Etoile eût été	Moitié . . . . .	9.78101	
aussi, le com-	C'est le Log. Sinus de . . . . .	37º 9'½	
plément qu'on eût	Dont le double . . . . .	74 18½	
di employer dans	Est la distance au Méridien requise.		
ce calcul eût été			
1030 8'. )			

Ajoutez les deux logarithmes de sinus. Ajoutez ensemble les trois arcs, prenez la moitié de leur somme; de cette moitié ôtez d'abord le complément de la latitude, & à côté de ce premier excès mettez son logarithme de sinus. De cette même moitié ôtez le complément de la déclinaison, & à côté de ce second excès écrivez le logarithme de son sinus. Ajoutez ensemble ces logarithmes de sinus des excès avec la caractéristique 20, (qu'on peut ajouter, sans l'écrire explicitement, comme nous avons fait ici.) De cette somme, ôtez la somme des logarithmes de sinus des compléments de la latitude & de sa déclinaison; prenez la moitié du reste, ce sera le logarithme de sinus d'un arc, qu'il faut chercher dans les Tables, puis

228 NOUVEAU TRAITE DE NAVIGATION.  
le doubler, & l'on a enfin l'arc de la distance de l'Astre au Méridien que l'on cherche. Le résultat de ce calcul donne ici 74º 18'½ qu'il faut convertir en temps, ce qui donne 4h 57' 14".

Réflexions sur la méthode de trouver l'heure en Mer par l'observation de la hauteur des Astres.

580. Cette méthode est sans contredit la meilleure & la plus simple qu'on puisse employer sur Mer; il seroit même très-utile que l'usage de régler tous les jours les montres, dont les Officiers sont munis, s'introduisît dans la Marine, afin de ne pas manquer les occasions de faire quelque observation utile, & de s'entretenir dans l'exercice des observations & des calculs. Mais pour avoir des résultats exacts, il faut, 1º, Que lorsqu'on observe l'Astre, son mouvement en hauteur soit fort sensible, c'est-à-dire, qu'il s'éleve ou s'abaisse au moins de 3 ou 4 minutes de degrés à chaque minute de temps; il faut donc pour cela que, si le Navire est hors des Tropiques, l'Astre soit au moins éloigné de deux heures du Méridien, & que sa déclinaison n'excede pas 60 degrés. Si le Navire est en dedans des Tropiques, on peut observer l'Astre un peu plus près du Méridien, surtout s'il a peu de déclinaison; mais alors la grande hauteur en rend l'observation difficile, à moins que ce ne soit le Soleil. En général, plus l'Astre est éloigné du Méridien & voisin du premier vertical, plus l'observation de sa hauteur est propre à faire trouver le temps vrai avec précision.

581. 2º. Il faut que l'Astre ne soit pas aussi trop près de l'Horizon, parce que la réfraction astronomique n'y est pas toujours la même, & qu'elle y est fort incertaine; on peut observer les Astres à cinq ou six degrés de hauteur & au-dessus.

582. 3º. Il faut faire une réduction exacte de la route faite Nord & Sud par le Navire depuis le moment qu'on a eu une latitude exacte, jusques à celui où l'on a observé la

hauteur de l'Attre, afin d'avoir, avec le plus de précision qu'il est possible, la hauteur du Pole qui entre dans le calcul. On enseignera dans le Livre V (Chap. I. Art. II.) la méthode propre à faire cette réduction.

## I X.

*Méthode de régler les Montres ou Horloges, qui marquent les heures & les minutes, par des hauteurs égales du Soleil prises le matin & le soir.*

583. Voici un autre moyen, qu'on trouvera peut-être plus simple, de régler les horloges ou montres, ou de connoître leur état. Le matin, lorsque le Soleil est à peu près à une hauteur moyenne entre l'Horizon & le Méridien, il faut en observer une hauteur, & marquer l'instant de l'observation. Le soir, ayant fixé l'altitude du quartier de réflexion sur le point précis qu'elle marquoit lorsque la hauteur du matin a été observée, on attendra que le Soleil arrive à cette même hauteur, & on marquera à la même montre l'instant de cette seconde observation. Il n'importe gueres de combien sont ces hauteurs, pourvu qu'elles soient égales; en prenant le milieu entre les deux instans, on aura l'heure que marquoit l'horloge lorsqu'il étoit midi.

584. Supposé qu'il fût 9<sup>h</sup> 45' à la montre, lorsqu'on a observé la hauteur du Soleil le matin, & qu'il fût 2<sup>h</sup> 33', le soir dans l'instant qu'on a trouvé l'Attre à la même hauteur du côté de l'Occident, on considérera que 2<sup>h</sup> 23' du soir est la même chose que 14<sup>h</sup> 23', comptées depuis minuit. On ajoutera ce dernier nombre avec 9<sup>h</sup> 45' du matin; il viendra 24<sup>h</sup> 8', & prenant la moitié de la somme, on aura 12<sup>h</sup> 4' pour l'heure que marquoit la montre à midi.

585. On fera la même chose le lendemain, en prenant, le matin & le soir, des hauteurs égales entre elles, plus grandes ou plus petites, si l'on veut, que celles du jour précédent: & si on trouve que la montre marque également 12<sup>h</sup> 4' à midi, on en conclura qu'elle a suivi exactement le mouvement du Soleil à l'égard de l'Observateur, mais qu'elle avance de 4 minutes. Si au lieu de trouver 12<sup>h</sup> 4', on trouve 12<sup>h</sup> 7', la révolution de l'horloge ne s'accorderoit pas avec le retour des mids, il faudroit regarder les 3 minutes, dont elle avanceroit de plus, comme un excès survenu dans le cours des 24 heures; ce qui donneroit une minute & demie en 12 heures, & le reste à proportion. Il seroit bon d'avoir égard aux secondes dans les calculs, afin de voir les quantités qu'elles produisent à la fin de tout. Supposé que la montre dont on se servoit ne marquât pas les secondes, on les estimeroit à peu

P iij

## 230 NOUVEAU TRAITÉ DE NAVIGATION.

près, en partageant à la vue l'espace de la minute en 60 parties égales; ou bien en 10 seulement, si on veut employer des décimales.

586. Pour plus de sûreté dans les mouvements de la montre, il faut la laisser suspendre librement à quelque plancher du Navire, de sorte qu'elle ne frotte contre aucune paroi, ni qu'elle choque aucun corps. Il faut aussi ne se pas contenter de prendre le matin & le soir une même hauteur; mais il en faut prendre plusieurs, tant afin qu'elles servent de confirmation les unes aux autres, qu'afin que si quelque usage ou quelque accident empêchoit le soir de reprendre une de ces hauteurs, on pût avoir recours à l'observation de quelque autre.

587. La méthode précédente, qu'on appelle *la méthode des hauteurs correspondantes*, n'auroit besoin d'aucune correction, si le Soleil, lorsqu'il revient à la même hauteur le soir, avoit précisément la même déclinaison que le matin, & si le Navire n'a pas fait, dans l'intervalle, de chemin Nord ou Sud. Mais le mouvement particulier du Soleil lui fait changer sa déclinaison à chaque moment, & le mouvement du Navire en latitude sont que les circonstances ne le trouvent plus les mêmes vers l'Occident que vers l'Orient. Il faut donc y avoir égard, & pour cela voici le meilleur parti. On calculera la déclinaison du Soleil pour le temps où les hauteurs auront été prises le matin, & avec la hauteur du Pole estimée ou réduite à ce même temps, on cherchera la distance du Soleil au Méridien, comme on a vu ci-dessus (579), on l'ajoutera à l'heure de l'observation du matin, la somme s'appellera *le midi par l'observation du matin*. On calculera ensuite la déclinaison du Soleil pour le temps des hauteurs prises après midi: on fera la réduction de la route du Navire faite Nord & Sud, ou la différence de latitude dans l'intervalle des observations du matin & du soir, on l'appliquera à la hauteur du Pole employée dans le calcul précédent. On fera un nouveau calcul du triangle sphérique pour avoir la distance du Soleil au Méridien, qu'on retranchera de l'heure de l'observation du soir, (augmentée de 12 heures pour la commodité du calcul,) le reste s'appellera *le midi par l'observation du soir*. On prendra enfin un milieu entre ces deux mids, (c'est la moitié de leur somme,) & l'on aura l'instant précis marqué par la montre lorsqu'il étoit midi véritablement.

588. Supposons, par exemple, qu'étant par 38° 12' de latitude boréale, & par 41° de longitude estimée à l'Ouest de Paris, j'aie observé le 17 Avril 1766 la hauteur du Soleil de 33° 20', lorsque ma montre marquoit 8<sup>h</sup> 23<sup>1</sup>/<sub>4</sub>, & que le soir après avoir fait 39 minutes en latitude vers le Sud, selon la réduction faite de la route du Navire, j'aie trouvé que le Soleil est revenu à la même hauteur, lorsque ma montre marquoit 3<sup>h</sup> 46<sup>1</sup>/<sub>4</sub>; voici comme je trouve le midi vrai à ma montre.

A 8<sup>h</sup> 23' il est 11<sup>h</sup> 7<sup>1</sup>/<sub>4</sub> à Paris, ou le 16 Avril à 23<sup>h</sup> 7<sup>1</sup>/<sub>4</sub> en temps astronomique: à 3<sup>h</sup> 44' il est 6<sup>h</sup> 28' à Paris. Les déclinaisons du Soleil pour le 16 Avril à 23<sup>h</sup> 7<sup>1</sup>/<sub>4</sub>, & pour le 17 à 6<sup>h</sup> 28' sont 10° 34<sup>1</sup>/<sub>2</sub> boréale & 10° 41' 31. Supposant donc 38° 12' de latitude, 10° 34<sup>1</sup>/<sub>2</sub> de déclinaison,

naïon, & 39° 20' de hauteur, je trouve que la distance du Soleil au Méridien est de 3<sup>h</sup> 42' 34'' ; je les ajoute à 8<sup>h</sup> 23' 20'' temps de l'observation du matin, & j'ai 12<sup>h</sup> 5' 54'' *midi par observation du matin*. Supposant ensuite 39 minutes de moins en latitude, & 6'  $\frac{1}{2}$  de plus en déclinaison ; c'est-à-dire, supposant 37° 33' de latitude, 10° 41' de déclinaison, & 33° 20' de hauteur, je trouve par le calcul que la distance du Soleil au Méridien est de 3<sup>h</sup> 43' 42'', je l'ôte de 15<sup>h</sup> 46' 15'' temps de l'observation du soir, & j'ai 12<sup>h</sup> 2' 33'' pour le *midi par observation du soir* : Le milieu entre ces midis est 12<sup>h</sup> 4' 13''. C'est l'instant marqué par la montre au moment du vrai midi.

589. Dans tout ce calcul, il n'est pas nécessaire d'avoir ni les hauteurs absolues du Soleil, ni la latitude absolument exacte, ni la déclinaison précise du Soleil, il faut seulement que les deux hauteurs soient bien égales, & que les différences des hauteurs de Pole & de déclinaison du Soleil soient bien gardées, dans les parties des deux triangles qu'on calcule.

## CHAPITRE VII.

*Différentes Méthodes pour déterminer par observation la variation du Compas.*

### I. MÉTHODE.

*Par la Table des Amplitudes.*

590. **N**OUS avons vu dans le second Livre combien il étoit important, pour déterminer la variation de l'aiman, de connoître la *vraie amplitude* d'un Astre qui est à l'Horizon, ou la distance à laquelle il se trouve alors du vrai point de l'Orient ou de l'Occident. Nous expliquerons ici trois manières de la trouver. La première sera à l'aide d'une Table calculée exprès ( voy. page 17 & suiv. ) à la fin de ce Traité. Pour en faire usage, il suffira qu'on connoisse la hauteur polaire & la déclinaison de l'Astre. Si on est, par exemple, par 58 deg. de latitude, & qu'un Astre ait 22 deg. de déclinaison, on verra dans cette Table que l'amplitude est de 44° 59'. L'amplitude est toujours du même côté que