est un grand cercle. Si la valeur obtenue pour la différence est plus petite que la somme, les figures *d* et *f* montrent que la distance zénithale réduite $Z'_2\,A'_2$ est plus petite que 90°. Si, au contraire, la valeur de la différence est plus grande que celle de la somme, la figure *c* montre que le cercle réduit $C'\,C'_2$ est placé de telle sorte que sa distance zénithale $Z'_2\,A'_2$ rapportée au point A'_2, c'est-à-dire à celui de ses deux pôles géométriques qui a même angle horaire que A_2, devient plus grande que 90°. Il résulte de là que suivant que la différence algébrique

$$1/2\,(H' + D') - 1/2\,(D' - H') = H'$$

sera positive ou négative, la hauteur réduite devra recevoir le signe + ou le signe —.

CHAPITRE II

REGLES PRATIQUES DU CALCUL ; DESCRIPTION DES TABLES I ET II [1]

Les opérations successives à effectuer pour obtenir les éléments d'une droite de hauteur sont :

1° La détermination des coordonnées du *Point auxiliaire* L', G' ;

2° La *Réduction à l'Équateur* des données H et D, c'est-à-dire le calcul de H′ et D′, avec la Table I ;

3° Le *Calcul de* H'_e et Z'_e avec la Table II ;

4° Le *Calcul de* $H' - H'_e$.

8. *Point auxiliaire.* — La détermination de L′ n'offre aucune difficulté. Pour calculer G′, on commence par déterminer P_e par la différence *algébrique* $P_e = G_a - G_e$; il n'y a aucune réduction à faire subir au résultat direct de l'opération, sauf quand ce résultat est plus grand que 360°.

On détermine ensuite la correction ΔP_e à ajouter *algébriquement* à P_e pour l'arrondir à 20′, c'est-à-dire pour obtenir P′. On obtient enfin G′ en ajoutant *algébriquement* à G_e la correction $\Delta\,G_e$ égale et contraire à $\Delta\,P_e$.

Il est expressément recommandé de mettre aux longitudes le signe qui correspond à leur nom et aux angles horaires celui que donne l'opération algébrique par laquelle on les obtient.

1^er *Exemple :*

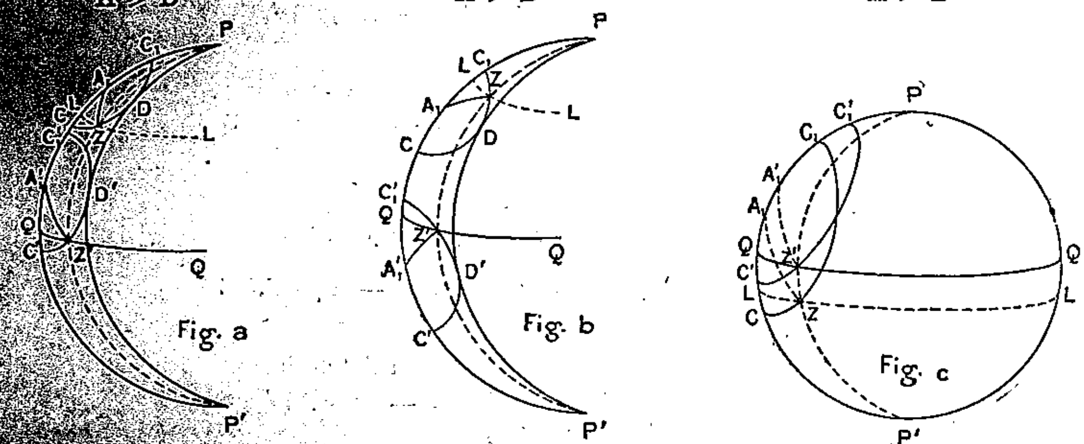
			Point auxiliaire	
Point estimé	$L_e =$ 49° 19′	N	$L' =$ 49° 20′	N
	$G_e = +$ 115° 42′	O		
	$G_a = +$ 65° 16′,4			
	$P_e = G_a - G_e = -$ 50° 25′,6		$P' = -$ 50° 20′	
	$\Delta P_e = +$ 5′,6			
	$\Delta G_e = -$ 5′,6		$G' = +$ 115° 36′,4	O

(1) Nous supposons dans ce qui suit que les hauteurs ont été corrigées, que les coordonnées géographiques de l'astre, c'est-à-dire D et G_a, ont été calculées, et cette dernière *réduite en degrés* avec la Table H.

INTERPRÉTATION GÉOMÉTRIQUE DES ARGUMENTS ET DES RÉSULTATS DES TABLES I et II DANS DIFFÉRENTS CAS DE FIGURE (Intr., Ch. I, §§ 5, 6, 7)

L et D de même nom — **L et D de noms contraires**

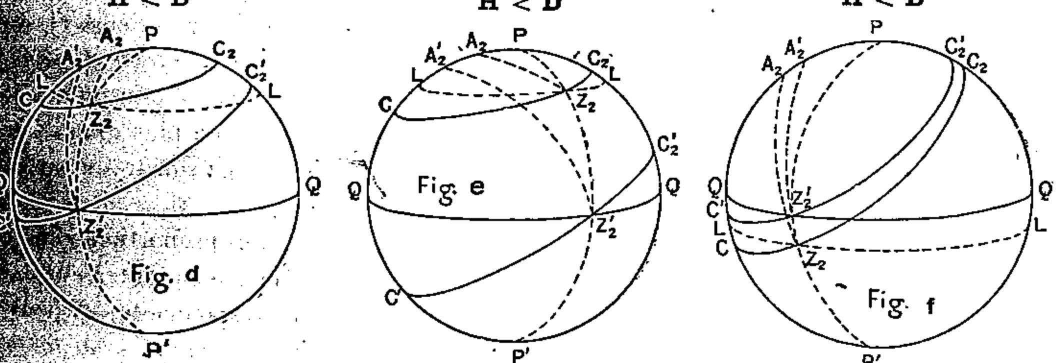
H > D — **H > D** — **H > D**



$$\textit{Table I} \begin{cases} H + D = P'C, \; H' + D' = P'C'. \\ H - D = PC_1, \; H' - D' = PC'_1, \\ H' = 90^\circ - Z'A'_1, \; D' = QA'_1. \end{cases}$$

L et D de même nom — **L et D de noms contraires**

H < D — **H < D** — **H < D**



$$\textit{Table I} \begin{cases} D + H = P'C, \; D' + H' = P'C'. \\ D - H = PC_2, \; D' - H' = PC'_2, \\ H' = 90' - Z'_2A'_2, \; D' = QA'_2. \end{cases}$$

Table II. — Pour représenter les résultats H_e et Z_e de la Table II, il faut compléter chacune des figures en marquant, sur le parallèle estimé LL, un point estimé Z_e voisin de Z, et, sur l'équateur, le point Z'_e qui est sur le même méridien que Z_e, et enfin, tracer le cercle passant par Z'_e et ayant le même centre A'_1 ou A'_2 que le cercle réduit.

La hauteur et l'azimut donnés par la Table II correspondent à ce cercle et au point Z'_e. Les figures ainsi complétées montrent que lorsque H < D, la hauteur doit être accompagnée du signe + ou du signe —, suivant que l'angle au pôle des points Z_e et Z'_e est plus petit ou plus grand que 90°.

2e Exemple :

$$
\begin{array}{lrlrl}
 & & & \multicolumn{2}{c}{\text{Point auxiliaire}} \\
\text{Point estimé}\left\{\begin{array}{l} L_e = \\ G_e = + \end{array}\right. & \begin{array}{r} 21^\circ 09' \\ 76^\circ 49' \end{array} & \begin{array}{l} \text{N} \\ \text{O} \end{array} & L' = \quad 21^\circ 00' & \text{N} \\
G_a = + & \underline{216^\circ 22',3} & & & \\
P_e = G_a - G_e = + & 139^\circ 33',3 & & P' = + \; 139^\circ 40' & \\
\Delta P_e = + & 6',7 & & & \\
\Delta G_e = - & 6',7 & & G' = + \; 76^\circ 42',3 & \text{O}
\end{array}
$$

3e Exemple :

$$
\begin{array}{lrlrl}
 & & & \multicolumn{2}{c}{\text{Point auxiliaire}} \\
\text{Point estimé}\left\{\begin{array}{l} L_e = \\ G_e = - \end{array}\right. & \begin{array}{r} 13^\circ 23' \\ 27^\circ 09' \end{array} & \begin{array}{l} \text{S} \\ \text{E} \end{array} & L' = \quad 13^\circ 20' & \text{S} \\
G_a = + & \underline{49^\circ 19',5} & & & \\
P_e = G_a - G_e = + & 76^\circ 28',5 & & P' = + \; 76^\circ 20' & \\
\Delta P_e = - & 8',5 & & & \\
\Delta G_e = + & 8',5 & & G' = - \; 27^\circ 00',5 & \text{E}
\end{array}
$$

4e Exemple :

$$
\begin{array}{lrlrl}
 & & & \multicolumn{2}{c}{\text{Point auxiliaire}} \\
\text{Point estimé}\left\{\begin{array}{l} L_e = \\ G_e = - \end{array}\right. & \begin{array}{r} 34^\circ 37' \\ 125^\circ 42' \end{array} & \begin{array}{l} \text{S} \\ \text{E} \end{array} & L' = \quad 34^\circ 40' & \text{S} \\
G_a = + & \underline{247^\circ 57'} & & & \\
P_e = G_a - G_e = + & 373^\circ 39' & & P' = + \; 13^\circ 40' & \\
\Delta P_e = + & 1' & & & \\
\Delta G_e = - & 1' & & G' = - \; 125^\circ 43' & \text{E}'
\end{array}
$$

9. ***Description de la Table I.*** — Dans cette table, deux pages juxtaposées correspondent à une même valeur de la latitude, qui est inscrite aux deux coins extérieurs et supérieurs des tableaux. Ces deux pages contiennent deux tables partielles; la *table de gauche,* dont l'argument varie de zéro à $90^\circ + L$, occupe la page de gauche seule jusqu'à la latitude de $4^\circ 00'$; à partir de là elle occupe en outre une partie de plus en plus grande de la page de droite; la *table de droite* occupe le reste de la page de droite : son argument varie de zéro à $90^\circ - L$ (1).

Les valeurs de l'argument sont espacées de $10'$ en $10'$. Des parties proportionnelles calculées d'avance permettent de tenir compte des minutes et dixièmes de minute ; elles sont calculées sur la valeur moyenne des différences de la ligne correspondante, et peuvent servir pour toute la ligne avec une précision largement suffisante, *même pour la table de droite dans les hautes latitudes* où les différences varient très rapidement. La colonne pour $1'$ contient une décimale supplémentaire pour indiquer la différence d'après laquelle les parties proportionnelles ont été calculées.

Les résultats de la Table I sont exprimés en minutes sous forme décimale ; ils ne sont inscrits au complet que dans les colonnes intitulées $00'$ et $1^\circ 00'$; pour les autres colonnes il faut rétablir les centaines : quand il n'y a pas d'astérisque on doit prendre le nombre de

(1) Les limites $90^\circ + L$ et $90^\circ - L$ sont celles que ne peuvent pas dépasser les arguments $H + D$ et $H - D$ ou $D - H$ quand le cercle de hauteur est coupé par le parallèle de latitude L.

centaines immédiatement précédent, et, quand il y en a un, le nombre immédiatement suivant.

Ainsi, à la latitude 25° 00′, la table de gauche, pour l'argument 20° 40′, donne 97′,5 ; ce nombre doit être complété par les deux chiffres 03 placés avant dans la colonne 00′ : le résultat complet est donc 0397′,5 ou simplement 397′,5. Pour l'argument 20° 50′, au contraire, où l'on trouve 00′,8 avec un astérisque, on doit compléter avec les deux chiffres 04 placés immédiatement après dans la colonne 1° 00′ : on a ainsi 0400′,8 ou simplement 400′,8 (1).

Les recherches dans cette table n'offrent aucune difficulté spéciale. Soit, par exemple, à chercher dans la *table de gauche,* latitude 25° 00′, le résultat correspondant à 71° 17′, on trouve :

pour 71° 10′.	1470′,3
et, sur la même ligne, pour 7′.	2′,8
le résultat est donc.	1473′,1

Il n'est pas moins facile de tenir compte des dixièmes de minute de l'argument. On voit en effet sur la même page, ligne 22°, que la partie proportionnelle pour 6′,4 se compose de 2′,0 pour 6′ et de 0′,1 pour 0′,4 c'est-à-dire, en totalité de 2′,1. Sur la même ligne on trouve de même, pour 7′,5 de l'argument, la partie proportionnelle 2′,3 + 0′,2 soit 2′,5.

Ces petites additions se font aisément à vue ; on trouve par exemple pour la même latitude 25° 00′ et pour l'argument 44° 13′,5 :

Table de gauche.	0869,5 + 1′,2 = 870′,7
Table de droite	1949,5 + 2′,2 = 1951′,7

10. *Règle pour l'emploi de la Table I.* — Calculer, en *valeur absolue,* H + D et H — D (ou D — H) : si L et D sont de même nom, entrez avec H + D dans la table de gauche et H — D (ou D — H) dans la table de droite ; si L et D sont de noms contraires les entrées dans les tables sont inverses (2). Les résultats extraits de la table avec H + D, H — D ou D — H sont respectivement 1/2 (H′ + D′), 1/2 (H′ — D′) et 1/2 (D′ — H′), dans tous les cas ; il résulte de là que H′ et D′ sont toujours dans le même ordre de grandeur que H et D.

Cas particulier où l'un des arguments H + D, H — D *ou* D — H *surpasse le maximum de l'argument de la table partielle où il doit servir d'entrée.* — Cette particularité ne peut se présenter que lorsque le parallèle auxiliaire adopté ne coupe pas le cercle de hauteur ; en général l'excès de l'argument sur le maximum de la table partielle sera très faible, et l'on pourra lever la difficulté soit en extrapolant, soit en augmentant ou en diminuant la latitude auxiliaire de la quantité nécessaire : 20′ ou même 40′, pour que la difficulté ne se présente plus.

Soient, par exemple, H = 48° 08′, D = 16° 57′ N, L = 24° 54′ S. On déduit de là :

---

(1) Il est indispensable de ne pas perdre de vue que le nombre de centaines *suivant* doit être pris dans la colonne des centaines *qui suit.* Ainsi, à la latitude 42° 40′, la table de droite, pour l'argument 23° 20′, donne 13,6 avec un astérisque. Le nombre des centaines est 15 qui est inscrit dans la colonne 00′, et non le nombre 16 qui est inscrit au-dessous de 14 dans la colonne 1° 00′. On évitera d'ailleurs toute chance d'erreur en prenant l'habitude d'*augmenter* d'une unité le chiffre que l'on prendrait s'il n'y avait pas d'astérisque.

(2) Les signes supérieurs des indications H ± D et H ∓ D, qui sont inscrites en haut et en bas de la colonne des degrés de l'argument, correspondent donc au cas où la latitude et la déclinaison sont de même nom. Pour éviter un oubli, le calculateur fera bien de noter en tête de son calcul si L et D sont de même nom ou de noms contraires et si H est plus grand ou plus petit que D (Voir les exemples pages xxx et suiv.).

$L' = 25°00'$, $H + D = 65°05'$, et cet argument doit être pris dans la table de droite, puisque L et D sont de noms contraires ; or, à la latitude de 25°00', le maximum de l'argument de la table de droite est 65°00'.

En ajoutant à 2700',0 qui correspond à $H + D = 65°00'$, la partie proportionnelle 2'7 pour 5', on obtient $1/2\,(H' + D') = 2702',7$.

On peut encore prendre, pour la latitude auxiliaire, la valeur 24°40' qui est à la page précédente et pour laquelle l'argument de la table de droite a pour maximum 65°20'.

Remarque. — Il n'est pas inutile de faire remarquer que la méthode n'est pas en défaut; la difficulté ne se présente que parce que les tables partielles correspondantes à une latitude L ont été arrêtées aux limites $90° \pm L$. Chacune de ces tables est en réalité la continuation de l'autre et peut être prolongée en inscrivant, à la suite de 2700,0, les compléments à 5400,0 des derniers nombres de l'autre inscrits en ordre inverse.

Ainsi les derniers nombres des deux tables à la latitude 25°00' sont les suivants :

Table de gauche	2683,5 — 2689,0 — 2694,5 — 2700,0
Table de droite	2683,4 — 2689,0 — 2694,5 — 2700,0
Les compléments à 5400,0 des premiers nombres sont . . .	2716,5 — 2711,0 — 2705,5 — 2700,0

Ces compléments inscrits en ordre inverse donnent pour la continuation de la table de droite après 2700,0 les nombres suivants : 2705,5 — 2711,0 — 2716,5 etc.

11. ***Calcul de H' et D'*** (1). — Connaissant ainsi $1/2\,(H' + D')$ et $1/2\,(H' - D')$ ou $1/2\,(D' - H')$, on en déduit par somme et par différence *algébrique* les valeurs de H' et D'. Il est impossible de se tromper sur les noms à donner aux résultats, car H' et D' sont dans le même ordre de grandeur que H et D ; la somme donnera toujours la plus grande de ces deux quantités, la différence donnera toujours la plus petite; enfin celle-ci sera négative quand la demi-différence $1/2\,(H' - D')$ ou $1/2\,(D' - H')$, donnée par la Table I, sera plus grande que la demi-somme. Lorsque D' a le signe —, on lui donne le nom contraire à celui de D ; le nom de D' servira à nommer l'azimut (Ch. I, § 7).

12. ***Cas particulier où la latitude auxiliaire est nulle.*** — Dans ce cas on n'a évidemment aucune réduction à faire subir à H et D ; mais il faut exprimer ces quantités en minutes sous forme décimale pour la suite des opérations. Cette transformation peut se faire à l'aide de la Table auxiliaire J, placée en tête de chacune des Tables I et II.

Cas où la déclinaison serait nulle. — Dans ce cas, la règle de la Table I tombe en défaut, mais on rentre dans le cas général en attribuant un nom arbitraire à la déclinaison nulle. Ce cas ne se présentera pour ainsi dire jamais.

13. ***Description de la Table II — Calcul de H'_e et Z'_e.*** — Chaque page de cette table correspond à une valeur de l'angle horaire P' arrondie à un multiple de 20'. Pour la commodité des recherches, les quatre valeurs des arcs correspondants aux quatre sommets du

---

(1) Voir les exemples aux types de calcul.

rectangle trigonométrique ont été inscrites aux coins extérieurs, en haut et en bas des pages. On n'a ainsi aucune transformation à faire subir à la valeur de P' donnée par l'application directe des formules $P_e = G_a - G_e$, $P' = P_e + \Delta P_e$, sauf dans le cas où cette valeur surpasse 360°. Les deux arcs inscrits extérieurement aux coins supérieurs et inférieurs des pages sont terminés dans les quadrants impairs 1 et 3, ils croissent dans le sens de la pagination; les deux autres sont terminés dans les quadrants pairs 4 et 2, ils [illegible] en sens inverse; enfin, les arcs supérieurs appartiennent au premier et au quatrième quadrant et les arcs inférieurs au deuxième et au troisième.

Chaque page contient deux tables, l'une donne la *hauteur estimée réduite* H'_e; l'autre, [illegible] du côté de la marge extérieure, donne l'*azimut estimé réduit* Z'_e. Le second argument des deux tables est la *déclinaison réduite* D' obtenue avec la Table I; il est par suite, exprimé en minutes sous forme décimale.

La disposition de la Table des hauteurs H'_e est analogue à celle de la Table I; les valeurs de l'argument D' y sont espacées de 10 en 10'; des parties proportionnelles calculées d'avance permettent de tenir compte des minutes et dixièmes de minute; les parties proportionnelles servent pour les lignes correspondantes des deux pages juxtaposées. La seule [illegible] sur laquelle il soit utile d'appeler l'attention consiste en ce que les *résultats [illegible] décroissent quand l'argument croît;* par suite, les parties proportionnelles [illegible]; en outre, quand un astérisque se présente, le chiffre des centaines à [illegible] d'une unité à celui que l'on prendrait sans astérisque. C'est le contraire [illegible] dans la Table I.

[illegible] qu'il est indiqué en haut et en bas des pages, on doit donner le signe + à [illegible] H'_e quand l'angle au pôle employé est inscrit au haut des pages, et le signe — quand il est inscrit en bas (Chap. I, § 7).

Dans la Table des azimuts, l'argument varie seulement de 20' en 20', et l'azimut est exprimé en *degrés et dixièmes*. Les astérisques ont, dans cette table, la même signification que dans la table voisine, ils indiquent qu'il faut abaisser d'une unité le chiffre des dizaines de degré.

L'azimut Z'_e reçoit d'une part le nom Est ou Ouest suivant que l'astre est dans l'Est ou dans l'Ouest, ce que l'on sait par l'angle au pôle [1], et, d'autre part, le nom Nord ou Sud [illegible] déclinaison réduite, c'est-à-dire le nom de la déclinaison D ou le nom contraire suivant que D' est positif ou négatif.

Cas particulier des observations circumméridiennes et circumzénithales. — Pour les valeurs de l'angle au pôle plus petites que 15°, les parties proportionnelles de la hauteur ont été supprimées en tête de la table, c'est-à-dire pour les très petites valeurs de la déclinaison. Dans cette région, en effet, les différences varient trop rapidement pour que la valeur moyenne puisse servir pour toute une ligne. Il faudrait donc calculer directement les parties proportionnelles d'après la vraie différence, mais on verra plus loin que, pour [illegible], et, plus généralement, pour toutes les observations voisines du méridien, on peut se dispenser de toute interpolation (Chap. III, § 21).

(1) L'angle horaire P', calculé comme nous l'avons dit, est simplement affecté du signe + ou —. Le signe + indique que le nombre de degrés qui suit doit être porté par l'Ouest et le signe — par l'Est, mais le signe + n'indique un angle horaire Ouest que quand le nombre de degrés est plus petit que 180°; de même, le signe —, devant un arc plus grand que 180°, indique un angle horaire Ouest.

Les valeurs de l'azimut, dans ces mêmes cas, varient assez rapidement pour qu'il soit nécessaire d'interpoler, et même, pour les très petites valeurs de l'angle au pôle et la déclinaison, les variations ne sont pas proportionnelles à celles de l'argument; mais le procédé qui permet d'éviter les interpolations pour la hauteur rend le même service pour l'azimut.

14. *Calcul de $H' - H'_e$.* — Le calcul se fait algébriquement en tenant compte des signes de H' et de H'_e déterminés comme on l'a dit plus haut. Dans la presque totalité des cas les deux quantités sont de même signe; elles sont négatives toutes deux quand l'angle au pôle P' est compris entre 90° et 270° et positives dans les deux autres cas. Il n'est pas impossible cependant, quand P' est très voisin de 90°, que l'une soit positive et l'autre négative; dans ce cas les deux hauteurs sont très petites et leur différence algébrique est égale à leur somme arithmétique.

Il résulte des explications qui ont été données au chapitre I, paragraphe 3, que le tracé de la droite de hauteur doit être fait comme s'il s'agissait de la figure réduite, par suite la quantité $H' - H'_e$ représente *des minutes de l'équateur de la carte* supposée prolongée jusqu'à ce grand cercle, c'est-à-dire *des minutes du parallèle local de la sphère.*

15. *Calcul des coordonnées du point déterminatif.* — Lorsque la droite de hauteur n'est pas destinée à être utilisée immédiatement, si, par exemple, elle doit être conservée pour être combinée ultérieurement avec une autre droite à l'instant de laquelle il faudra la transporter, on calcule habituellement les coordonnées du point déterminatif. Ce calcul s'effectue à l'aide de la Table de point, mais son analogie avec le point estimé peut être une cause d'erreur dont il est bon de se garder. Il faut tenir compte en effet de ce que la distance $H' - H'_e$ est exprimée en minutes de parallèle. Il résulte de là que, contrairement à ce qui a lieu pour le point estimé, la valeur du chemin Est-Ouest est égale au changement en longitude, tandis que, pour obtenir le changement en latitude, il faut rentrer dans la Table, avec le chemin Nord-Sud, comme nombre de milles, et la latitude moyenne comme angle de route; le changement en latitude est dans la colonne NS.

$$\text{Exemple. Soient } \begin{array}{r} H' - H'_e = -27' \\ Z'_e = 37^\circ\text{ NE} \end{array} \left\{ \begin{array}{l} L' = 43^\circ 20'\text{ N} \\ G' = 40^\circ 19'\text{ O} \end{array} \right.$$

La direction du déplacement, contraire à l'azimut puisque $H' - H'_e$ est négatif, est S 37° O. La table de point donne, pour 27' et S 37° O : chemin Sud = 21',6, chemin Ouest ou changement en longitude = 16',2 O. En rentrant dans la Table avec 21',6 et 43° on trouve : changement en latitude = 15',8 S. On a donc finalement

$$\text{Point déterminatif} \left\{ \begin{array}{l} L' = 43^\circ 20'\text{ N} - 15,8 = 42^\circ 04',2\text{ N} \\ G' = 40^\circ 19'\text{ O} + 16,2 = 40^\circ 35',2\text{ O} \end{array} \right.$$

Remarque. — Il ne faut pas oublier que l'argument de seconde entrée doit être la latitude moyenne; par suite, si le changement était considérable, il pourrait être utile de procéder à une seconde approximation.

CHAPITRE III

TRACÉ DES DROITES DE HAUTEUR — TRANSPORT DES DROITES — COURBURE

16. ***Construction des échelles.*** — La figure sur laquelle on trace la droite de hauteur [illegible] considérée comme une petite région de la carte tracée à une échelle agrandie. Sur cette figure, comme sur la carte elle-même, il y a lieu de considérer deux échelles : [illegible] représentant les longueurs exprimées en minutes du parallèle local de la sphère, [illegible] les longueurs exprimées en minutes de grand cercle, c'est-à-dire en milles marins.

[illegible] supposerons, dans ce qui suit, que le calculateur possède du papier quadrillé [illegible] de 4 ou 5 millimètres. Le [illegible] sera pris pour [illegible] *du parallèle lo-*[illegible], suivant l'espace [illegible] et la précision que [illegible].

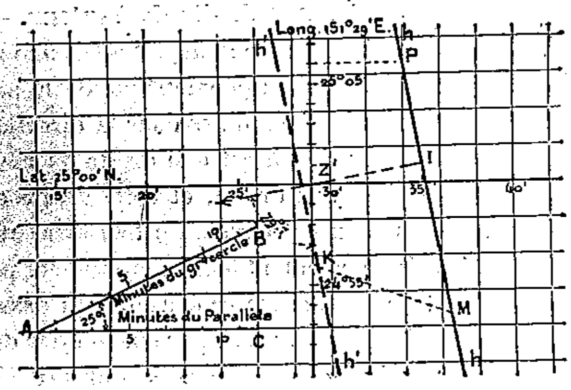


Fig. 6

[illegible] les échelles, on mène [illegible] quelconque A (fig. 6) du [illegible], une droite AB faisant avec [illegible] un angle égal à la *lati-*[illegible]. Les longueurs intercep-[illegible] cette oblique par les verticales [illegible] du quadrillage représenteront les milles marins, c'est-à-dire les minutes de [illegible] de la sphère, et, par suite, les minutes de latitude; tandis que les divisions [illegible] représenteront les minutes du parallèle et, par suite, les minutes de longi-[illegible].

17. ***Graduation de la figure.*** — On choisit une des horizontales du quadrillage, [illegible] milieu de la feuille de papier, pour représenter le *parallèle auxiliaire* et, sur ce [illegible], on chiffre les longitudes de 10' en 10' de manière que le *point auxiliaire* soit [illegible] au milieu de la feuille. Il est important de ne pas oublier pour cette chiffrai-[illegible], le Nord étant supposé en haut, les longitudes Est croissent vers la droite et les [illegible] Ouest vers la gauche.

On peut chiffrer les latitudes en portant sur le méridien auxiliaire les distances des [illegible], mesurées sur l'échelle oblique, mais cette chiffraison n'est pas indispensable.

([illegible]) Si l'on n'avait pas de papier quadrillé pour les figures, il faudrait tracer une fois pour toutes sur une feuille [illegible], une échelle fixe pour les minutes de parallèle et les différentes échelles pour les milles correspondant aux [illegible] latitudes.

18. ***Relever les coordonnées d'un point M de la figure.*** — La longitude du point M est donnée immédiatement par la chiffraison correspondante à la verticale passant par ce point. Pour avoir sa latitude on porte la distance de ce point au parallèle auxiliaire sur l'*échelle oblique,* le nombre 6,5 de divisions compris dans cette distance, est la différence en latitude du point M avec le parallèle auxiliaire.

Porter un point dont la latitude et la longitude sont données. — Cette opération s'effectue d'après les mêmes principes que la précédente.

19. ***Tracé d'une droite de hauteur connaissant H' — H'$_e$ et Z'$_e$.*** — On mène, par le point auxiliaire Z' (fig. 6), une droite Z'I dans la direction de l'azimut Z'$_e$ et l'on indique le sens de l'astre par une pointe de flèche. On porte sur cette droite une longueur Z'I représentant H' — H'$_e$ mesurée à l'*échelle horizontale,* dans le sens de l'astre si cette quantité est positive ou dans le sens contraire si elle est négative. Enfin, par le point I ainsi obtenu, on mène une perpendiculaire *hh* à la direction de l'azimut.

20. ***Transport d'une droite de hauteur.*** — Si, depuis l'instant où le navire se trouvait sur un lieu géométrique donné, il a fait une route de *m* milles dans une certaine direction, on obtiendra un lieu géométrique de la position actuelle, en transportant tous les points du lieu primitif à *m* milles dans la direction donnée.

Quand le lieu primitif est une droite de hauteur, on peut admettre que le lieu transporté est lui-même une droite, et cette droite est celle qui joint les points obtenus en transportant les deux extrémités du lieu primitif. On peut obtenir les positions des points transportés soit en calculant leurs coordonnées par la *table de point,* soit en faisant graphiquement le transport, si les dimensions du dessin le permettent. Dans ce dernier cas, on doit mesurer l'espace parcouru par chacun des deux points à l'échelle correspondant à la moyenne des latitudes extrêmes de son propre déplacement.

En général, l'échelle est assez peu variable pour que l'on puisse négliger la différence entre les deux extrémités; alors la deuxième droite est parallèle à la première et il suffit pour déterminer sa position sur la figure, de transporter un seul des points de celle-ci soit graphiquement, soit par le calcul.

Exemple. — Soit à transporter la droite hh (fig. 6), *de 7 milles au N 70° O.* On transporte de 7 milles au N 70° O l'un des points, M par exemple, soit en calculant les coordonnées du point d'arrivée K, soit en traçant MK dans la direction donnée et en portant une longueur représentant 7 milles, mesurée à l'*échelle oblique.* On mène enfin par le point K la droite *h'h'* parallèle à *hh.*

Dans cet exemple, il serait tout à fait inutile de transporter les deux extrémités de la droite, car la variation d'échelle est insensible dans toute l'étendue du graphique.

21. ***Cas particulier des hauteurs circumméridiennes et circumzénithales.*** — Lorsque l'angle horaire est très petit (inférieur à 7° ou 8°) on peut obtenir sans interpolation les droites de hauteurs par le procédé suivant.

Soit D' la déclinaison *réduite,* argument d'entrée dans la Table II; désignons par D'$_1$ et D'$_2$ les deux déclinaisons arrondies à 20' entre lesquelles D' est compris; soit enfin P' l'angle horaire (plus petit que 8°).

En entrant dans la Table II avec D'_1 et P' on trouve la hauteur H'_1 et l'azimut Z'_1 correspondant, non au point z' (fig. 6) de l'équateur dont l'angle au pôle est P', mais au point z'_1 situé sur le même méridien, et sur le parallèle dont la distance à l'astre réduit est D'_1, c'est-à-dire sur le parallèle dont la latitude a pour valeur la différence algébrique $D' - D'_1$. De même la hauteur H'_2 et l'azimut Z'_2 que l'on obtient avec D'_2 et P' correspondent au point z'_2 situé sur le parallèle dont la latitude est égale à $D' - D'_2$.

Le tracé avec $H' - H_1$ et Z'_1 se fait donc en partant du point z'_1 et le tracé avec $H' - H_2$ et Z'_2 en partant du point z'_2.

Exemple. — Soient $D' = 67'$ S, $H' = 5250',2$ et $P' = 2°00'$ O,

Les déclinaisons arrondies à 20′ sont $D'_1 = 60'$ S et $D'_2 = 80'$ S. On a donc :

$$D' - D'_1 = 7' \text{ S}$$
$$D' - D'_2 = 13' \text{ N}$$

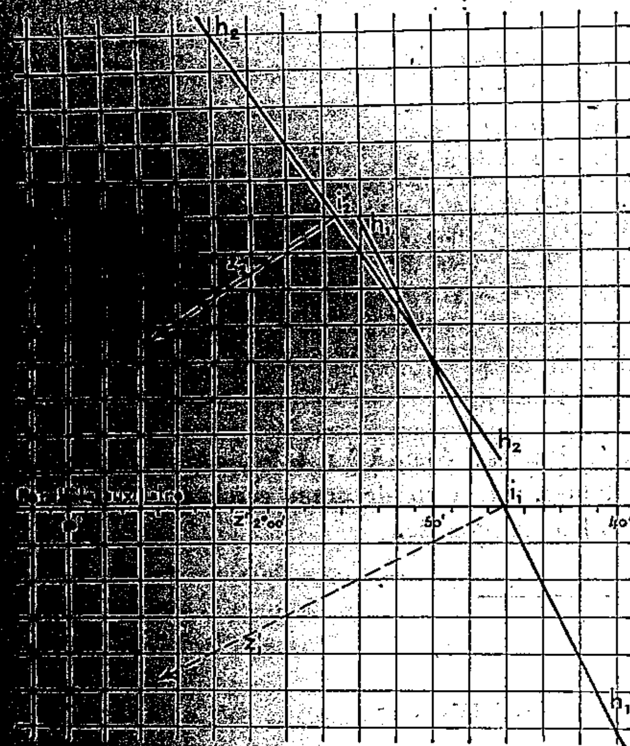


Fig. 7

Ces deux quantités représentent les latitudes des points z'_1 et z'_2 et doivent être mesurées à l'*échelle horizontale* comme si le tracé se faisait à l'équateur.

La Table II donne pour $P' =$ 2°00′

$D'_1 = 60'$ S,	$H_1 = 5265',8$,
$D'_2 = 80$ S,	$H_2 = 5255,8$,
$Z_1 = 63°,4$ SO,	$H' - H_1 = -15,6$,
$Z_2 = 56°,3$ SO,	$H' - H_2 = -5,6$.

La figure 7 est tracée avec ces résultats.

Remarque I. — Cette méthode, appliquée comme dans l'exemple précédent aux observations circumzénithales, dispensera souvent de recourir à la table de courbure, puisqu'elle donne deux droites de hauteur voisines.

Remarque II. — L'arrondissement des déclinaisons à 20′ n'est nécessaire que dans la région de la table où les azimuts ne varient pas proportionnellement à la déclinaison, c'est-à-dire pour les valeurs de P' plus petites que 2°. On peut néanmoins appliquer la méthode jusqu'aux valeurs de P' égales à 8°.

Si l'on voulait seulement éviter les interpolations pour la hauteur, il suffirait d'arrondir les déclinaisons à 10′ ; on pourrait alors étendre la méthode à des valeurs beaucoup plus grandes de P'. Mais l'avantage d'éviter les interpolations est si faible, quand les variations sont proportionnelles, qu'il n'y a pas lieu d'appliquer une méthode spéciale aux circumméridiennes.