

Henri VALLOT

EMPLOI DE LA RÉGLE À ÉCLIMÈTRE DU COLONEL GOULIER
dans les excursions topographiques.

Extrait de l'annuaire du Club Alpin Français – Volume 15 – 1888
Pages 472 à 519

Avec l'aimable autorisation du Centre National de Documentation des
montagnes du monde Lucien DEVIES - CLUB ALPIN FRANÇAIS

III

EMPLOI DE LA RÈGLE A ÉCLIMÈTRE

DU COLONEL GOULIER

DANS LES

EXCURSIONS TOPOGRAPHIQUES

1. — AVANT-PROPOS.

Plusieurs des notes publiées dans l'*Annuaire* du Club Alpin Français font mention de la *règle à éclimètre* imaginée par M. le colonel Goulier¹, mais aucun article n'a été spécialement consacré à la description et à l'emploi de ce remarquable instrument.

Nous rappellerons d'abord que M. le colonel Goulier a donné, dans une note intitulée : « Notions de topographie pour les Alpinistes » (*Annuaire* de 1882, p. 643), la description et l'usage de son *alidade nivelatrice*, instrument très portatif, très simple et peu coûteux.

1. Voir notamment : *Tableau des altitudes mesurées dans les Pyrénées espagnoles* par M. FR. SCHRADER (*Annuaire* de 1880, page 329). — *Le Club Alpin Français dans les Pyrénées espagnoles*, par le commandant PRUDENT (*Annuaire* de 1881, page 393). — *Note sur la Carte des Pyrénées centrales*, par M. FR. SCHRADER (*Annuaire* de 1882, p. 614-615). — *Rapport sur cette même carte*, par M. le colonel GOULIER (*ibid.*, p. 607).

La règle à éclimètre réunit également, dans une certaine mesure, ces trois qualités, surtout si on la compare aux instruments connus jusqu'ici, et employés pour atteindre le même but¹. Comme d'un autre côté elle est susceptible, particulièrement pour la mesure des hauteurs, d'une précision environ quatre fois supérieure à celle de l'alidade nivelatrice, et de tous les instruments analogues à visée directe, nous croyons qu'elle a également sa place marquée parmi les instruments qui peuvent rendre à l'*alpiniste-topographe* de réels services, non seulement en vue d'obtenir la position et l'altitude de points isolés, mais encore pour exécuter le levé complet de toute une région.

Notre intention n'est nullement de donner de la règle à éclimètre une description détaillée dont l'initiative appartient évidemment à son auteur; nous n'avons pas non plus la prétention de rien apprendre de nouveau à ceux des membres du Club qui connaissent et manient depuis longtemps cet instrument avec une habileté reconnue; nous nous adressons plus particulièrement à ceux de nos collègues qu'une instruction spéciale n'a pas de longue date initiés à tous les détails de la science de la topographie, mais qui ont du calcul en général une habitude suffisante (et ceux-là sont nombreux) pour pouvoir, au moyen de l'instrument que nous allons leur faire connaître, exécuter des opérations topographiques d'une certaine étendue, et comportant une précision que ne pourrait leur donner, à notre avis, ni l'alidade nivelatrice, ni les autres instruments *véritablement portatifs* imaginés jusqu'ici.

Notre tâche s'est d'ailleurs trouvée singulièrement faci-

1. Poids de l'alidade nivelatrice 175 gr.
 - Poids de la règle à éclimètre 400 gr.
 - Poids de l'étui en bois avec ses accessoires 800 gr.
- Le règle à éclimètre, avec son étui et les accessoires, se trouve chez Tavernier-Gravet, 19, rue Mayet, au prix de 160 fr.

litée grâce à l'extrême obligeance de M. le colonel Goulier, qui a bien voulu nous fournir pour la rédaction de cette notice de précieux renseignements, et en réviser avec la plus scrupuleuse attention tous les points de détails. Nous saisissons avec empressement l'occasion de lui en témoigner toute notre reconnaissance, persuadé que nos lecteurs sauront retrouver, derrière notre ébauche imparfaite, les procédés ingénieux, les méthodes simples et précises qui caractérisent l'enseignement de ce maître émérite dans l'art de la topographie.

Enfin, pour éviter des descriptions que l'espace qui nous est réservé nous oblige à supprimer, nous supposerons, du moins en ce qui concerne le maniement de l'instrument et l'exécution des calculs, que l'opérateur a la règle à éclinètre entre les mains¹. La figure 4 suffira cependant pour permettre l'intelligence de cette note à ceux de nos lecteurs qui ne posséderaient pas l'instrument.

2. — MÉTHODE A SUIVRE DANS LES LEVÉS TOPOGRAPHIQUES EXÉCUTÉS AU MOYEN DE LA RÈGLE A ÉCLINÈTRE.

Obtenir, en projection horizontale, les positions de différents points du sol les uns par rapport aux autres, ainsi que leurs différences de niveau relatives : tel est, dans sa généralité, le problème que le topographe cherche à résoudre².

1. Le revers de la règle porte une instruction sur l'emploi et la vérification de l'instrument, très concise, mais très claire, qui suffirait à la rigueur en l'absence de tout autre renseignement. Le fond de la rainure porte une instruction sur les calculs.

2. M. Schrader, au moyen de son *orographe*, connu de plusieurs de nos lecteurs, cherche à substituer à la détermination de *points isolés* la traduction graphique de *lignes continues* de la nature. Nous croyons intéressant d'attirer l'attention des topographes sur cet ingénieux instrument.

La *planchette* et l'*alidade* combinée avec l'*éclimètre* lui en donnent la solution complète.

L'*aiguille aimantée* doit être aussi considérée comme un auxiliaire très utile, sinon indispensable, dans les levés topographiques; aussi supposons-nous que la planchette est toujours munie d'un *déclinatoire*.

Nous ne pourrions, sans sortir du cadre de cette notice, décrire les méthodes planimétriques qui servent à l'exécution des différentes sortes de levés. Nous conseillons au lecteur de lire avec soin la note de M. le colonel Goulier dont nous avons déjà parlé¹, qui expose d'une façon très simple et très claire la solution la plus élémentaire de ce problème.

Ces méthodes diffèrent, d'ailleurs, suivant l'importance et la précision du levé; aussi, pour laisser moins de vague dans les solutions, nous supposons adoptée la classification suivante :

Levés	$\left\{ \begin{array}{l} \text{Topométriques. (Tous les} \\ \text{points qui définissent} \\ \text{le terrain sont déter-} \\ \text{minés par des mesures} \\ \text{régulières.)} \end{array} \right.$	à grande échelle .	$\left\{ \begin{array}{l} 1/1\,000 \\ 1/2\,000 \end{array} \right.$
		à échelle moyenne .	$1/3\,000$
		à petite échelle. .	$\left\{ \begin{array}{l} 1/10\,000 \\ 1/20\,000 \end{array} \right.$
	$\left\{ \begin{array}{l} \text{Topographiques. (Les mesures régulières ne} \\ \text{s'appliquent qu'à des points isolés; dans} \\ \text{l'intervalle, le terrain est figuré à vue.)} \end{array} \right.$		$1/10\,000$
			$\left\{ \begin{array}{l} 1/20\,000 \\ 1/50\,000 \\ 1/100\,000 \end{array} \right.$

La règle à éclimètre sera rarement employée pour les levés topométriques à grande échelle; mais elle convient parfaitement pour tous les autres. Dans cette note, nous visons spécialement les levés *topographiques*, sauf dans le § 15, qui traite exclusivement des levés *topométriques*.

Dans les levés topographiques, on emploiera surtout le procédé par *intersection*, et ses auxiliaires : le *recoupement* et le *relèvement*.

1. *Annuaire* de 1882, page 613.

Dans le premier procédé (fig. 1), un point inconnu c est déterminé par la rencontre de deux visées issues de deux points a et b où l'on stationne successivement, et dont l'emplacement est déjà fixé sur le levé.

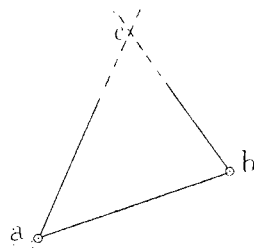


Fig. 1.

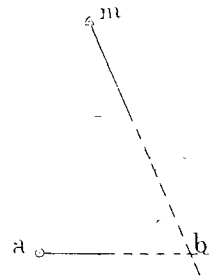


Fig. 2.

Dans le second procédé (fig. 2) le point à déterminer b a été visé d'une première station connue a ; on stationne ensuite en ce même point b , dont la position est obtenue par le *recoupement* de la visée ab avec la trace mb de la visée dirigée de b sur un signal connu m .

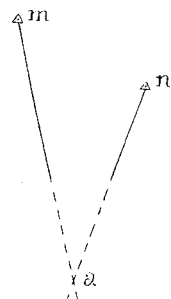


Fig. 3.

Dans le troisième procédé (fig. 3), on *relève* le point où l'on stationne au moyen des visées am , an , dirigées de a sur deux signaux connus m et n , la *planchette étant orientée au moyen du déclinatoire*. Ici, la détermination du point où l'on stationne est rendue facile par

l'emploi de l'aiguille aimantée, dont l'absence obligerait à faire une opération exigeant trois points connus, et rendrait la solution plus compliquée. Dans les deux premiers procédés, bien que l'orientation puisse être faite sur les points a et b , l'aiguille aimantée est également un auxiliaire précieux, parce qu'elle fournit toujours une direction fixe qui sert de contrôle,

et qui peut suffire pour l'orientation, dans bien des cas.

Enfin, il sera souvent avantageux de recourir au procédé par *cheminement*, que l'on combinera avec celui par intersection; ici, l'emploi du déclinatoire devient indispensable.

Si le levé comprend une région étendue, l'opérateur devra se rattacher, autant que possible, aux points *trigonométriques* figurant sur une carte existante ou constituer lui-même ce réseau de points principaux par l'exécution d'une *triangulation graphique*.

Ces points étant en nombre insuffisant, ils seront complétés par l'exécution du *canevas d'ensemble*, qui assure l'exactitude du levé, et donne la projection d'un certain nombre de points remarquables, auxquels les autres seront rattachés. Il repose sur une *base* dont la longueur doit être en rapport avec les côtés du canevas (voir pour sa détermination § 8). Cette base peut d'ailleurs être constituée par un cheminement polygonal levé avec soin. De ses extrémités (ou même de plusieurs points intermédiaires pour constituer des vérifications), on lève par intersection les points remarquables que l'on peut apercevoir, et qui serviront de points de repère pour les déterminations ultérieures. Ces *signaux*, en nombre variable suivant l'étendue du canevas, présenteront entre eux une distance d'environ 2 kilom. pour le 1/10 000, 3 kilom. pour le 1/20 000, 4 à 5 kilom. pour le 1/50 000. Ils seront choisis dans les meilleures conditions de telle sorte qu'ils soient bien visibles de tout le terrain environnant.

Les stations ainsi faites seront généralement insuffisantes; on en fera de nouvelles, soit en des points déjà déterminés par intersection, soit en d'autres points du terrain que l'on fixera par relèvement, ce qui constituera le *canevas de détail*.

L'opérateur ne devra pas chercher à compléter immédiatement ce canevas; pour éviter des courses inutiles, il

fera de suite le détail correspondant aux points déjà déterminés, et continuera le canevas, lorsque, par la progression du travail, il arrivera à des stations convenablement situées.

Le canevas de détail sera complété par des *cheminements*, en orientant la planchette avec le déclinatoire, et en mesurant les distances *au pas*; ces cheminements, rattachés aux points précédemment déterminés, suivront de préférence les chemins, rivières, thalwegs, arêtes, etc. Dans les terrains accidentés, ils seront vérifiés par des fermures fréquentes.

Les *détails* sont exécutés sur chaque partie du canevas de détail, *aussitôt* que celle-ci est vérifiée; ils sont placés par intersection ou relèvement, au pas, ou à vue.

Dans les levés à la règle à éclimètre, le nivellement accompagne toujours la planimétrie et s'exécute en même temps par les procédés que nous décrirons §§ 9 et suivants.

3. — DISPOSITION ET PRÉPARATION DE LA PLANCHETTE ET DE SES ACCESSOIRES.

Le *pied* à trois branches doubles et la *planchette* spécialement construits pour l'usage de la règle à éclimètre sont relativement légers, afin de faciliter leur transport et leur fréquent déplacement¹. La planchette repose directement

1. Poids du pied à trois branches	2 ^k ,0
Poids de la planchette avec couverture et déclinatoire. . .	4 ^k ,7
Longueur du pied	1 ^m ,25
Dimensions de la planchette grand modèle, 0 ^m ,40 sur 0 ^m ,50.	
Prix de la planchette avec son pied, chez Parent, 175, rue Saint-Honoré	2½ fr.
On construit également, pour le même usage, des pieds à <i>articulations</i> qui présentent une faible longueur une fois repliés et sont néanmoins combinés de façon à offrir une grande rigidité, sans dépasser le poids indiqué. Il existe aussi des planchettes de dimensions restreintes. Celle de 0 ^m ,25 sur 0 ^m ,32 peut suffire pour les levés topographiques à	

sur la tête du pied, et s'y assujettit au moyen d'un boulon à écrou qui permet l'orientation de la planchette, et assure sa fixité lorsque l'écrou est serré.

La planchette reçoit sur sa face supérieure une feuille de papier dont les bords sont repliés en dessous et *collés* sur la face inférieure de la planchette, avec les précautions habituellement prises pour le collage des feuilles de dessin, c'est-à-dire après que le papier a été convenablement mouillé.

La qualité Whatman format raisin (0^m,61 sur 0^m,49) est la plus convenable pour la planchette grand modèle.

Il n'y a qu'une feuille bien collée qui ne subisse pas d'une façon trop sensible l'influence de l'humidité : aussi, surtout pour les opérations de longue durée, doit-on rejeter l'emploi des *punaises*, qui ne tendent pas suffisamment le papier, et peuvent sauter pendant les opérations; une feuille qui *gode* rend l'emploi de l'alidade à peu près impossible.

La planchette est d'ailleurs accompagnée d'une couverture en moleskine, disposée pour la recouvrir du côté du dessin, et protéger celui-ci autant contre les inconvénients résultant du frottement pendant le transport, que contre ceux provenant des intempéries.

Le *déclinatoire*, lorsqu'il est bien construit¹, est suffisamment assujetti par une seule vis à tête moletée dont la tige traverse l'un des trous ménagés dans la planchette, et qui se visse dans l'un des six trous percés dans la boîte du déclinatoire; on choisit celui qui permet de placer

petite échelle. La dimension intermédiaire de 0^m,32 sur 0^m,40 sera commode dans bien des cas. Enfin, l'étui en bois qui renferme la règle à éclimètre peut être remplacé par un fourreau en cuir suspendu à un ceinturon.

Ces modifications, qui réduisent le volume du bagage à emporter, seront surtout appréciées des *topographes ascensionnistes*.

1. Le déclinatoire, à aiguille de 0^m,08, se trouve chez Belieni, place de l'Académie, à Nancy, au prix de. 8 fr.

l'instrument *en entier* sur la planchette, sans saillie à l'extérieur, tout en lui donnant, par rapport au cadre, l'obliquité voulue.

Une fois le déclinaire fixé, on trace contre sa boîte un trait de crayon, qui servira à reconnaître si un dérangement est survenu pendant les opérations.

L'étui de la règle à élimètre, très ingénieusement disposé, forme un véritable *nécessaire* contenant les accessoires indispensables au topographe sur le terrain : deux crayons¹, une gomme élastique, un canif, un compas à pointes sèches (ces trois derniers objets sont attachés par des ficelles); l'échelle de réduction, et enfin, les trois vis à tête moletée qui servent à fixer l'étui sous la planchette et l'échelle de réduction en dessus, conformément à l'instruction collée derrière le couvercle de cet étui. Le déclinaire ainsi que l'échelle de réduction peuvent d'ailleurs changer de place sur la planchette pendant le cours des opérations, suivant les exigences du dessin.

Avant de procéder à l'exécution du levé, on se rendra compte, d'après l'échelle adoptée, de l'étendue de terrain que peut comprendre la feuille de planchette, ainsi que des positions approximatives que les points principaux du levé devront occuper sur chacune des feuilles (car plusieurs feuilles seront souvent nécessaires); on orientera son dessin en conséquence.

1. Les crayons dits « *de graphite* » paraissent plus homogènes que ceux de mine de plomb ordinaire. La marque H doit être réservée pour prendre les notes; celle HH convient très bien pour les dessins ordinaires, mais il nous a semblé que sur les feuilles de planchette, surtout exposées au soleil, dont la lumière vive fait ressortir les traits davantage, la marque HHH, plus dure, était préférable.

Nous dirons en passant que la réverbération solaire, particulièrement dans les pays méridionaux, n'est pas sans créer quelques difficultés pour l'exécution du dessin sur le terrain. On peut employer des lunettes pourvues de verres noircis, ou un papier de couleur foncée, recouvrant la feuille, et ne laissant à découvert que la partie sur laquelle on travaille.

Enfin, dans le cas où l'on se servirait de l'alidade pour exécuter d'une même station des *tours d'horizon* comportant des visées très nombreuses, il pourrait être avantageux d'employer une feuille spéciale pour chaque station¹. Le report du plan d'ensemble se ferait alors au bureau, comme on y est obligé lorsqu'on emploie les instruments qui donnent les angles azimutaux par des lectures sur limbes gradués.

4. — INSTALLATION DU PIED ET DE LA PLANCHETTE SUR LE TERRAIN.

La planchette doit être placée sensiblement horizontale. Un petit niveau sphérique ou *nivelle*, fixé à l'extrémité de la règle que l'on pose sur la planchette, facilite cette opération. Mais l'appareil n'étant pas muni d'un *genou*, et la planchette étant rendue solidaire du support, c'est au moyen de celui-ci seulement que l'horizontalité approximative doit être obtenue.

On commencera par disposer deux branches du pied, à l'écartement convenable, sur une horizontale du terrain. La troisième branche se placera sur la partie haute; on obtiendra ainsi le maximum de stabilité, même sur les terrains les plus inclinés sur lesquels il soit possible d'opérer². C'est au moyen de cette troisième branche *seule* que l'on obtiendra l'horizontalité de la planchette, en fai-

1. Les alidades spécialement destinées à cet usage sont munies d'une plaque métallique percée d'un trou dont le centre se trouve sur l'un des biseaux de la règle; un pivot indépendant pénètre dans cette plaque, ainsi que dans un trou que porte une autre plaque fixée à demeure au centre de la planchette.

2. M. Schrader (*Note sur l'Orographie*) conseille, pour l'installation sur des sommets escarpés soumis à l'action d'un vent violent, « de suspendre au sommet du trépied un sac en filet, au moyen d'une cordellette qui glisse dans un anneau. Ce sac est rempli de pierres, qu'on laisse reposer partiellement sur le sol, ce qui donne à l'appareil une meilleure stabilité et empêche le tremblement du trépied. »

sant mouvoir cette branche successivement, d'après les indications de la nivelle sphérique, d'abord de droite à gauche ou de gauche à droite, ensuite d'avant en arrière ou inversement, de manière à amener la bulle sensiblement au centre de la fiole (à un millimètre près). Cette opération s'exécutera très rapidement avec un peu de pratique.

Lorsqu'on devra changer de station, la règle sera replacée dans son étui ainsi que les accessoires, en suivant les précautions indiquées dans l'instruction collée derrière le couvercle de cet étui. On transportera ensuite le tout ensemble, sans démonter la planchette, et en saisissant le pied par ses branches repliées.

5. — ORIENTATION DE LA PLANCHETTE.

Pour orienter la planchette, on la fait tourner autour du boulon qui lui sert de pivot jusqu'à ce que la pointe bleue de l'aiguille aimantée se trouve *exactement* vis-à-vis de son repère. On peut orienter également au moyen d'une direction connue, et cette dernière méthode devra être préférée lorsque la distance réduite à l'échelle du levé sera supérieure à 4 centimètres, c'est-à-dire à la demi-longueur de l'aiguille aimantée, et à la condition que la station soit correctement déterminée.

La planchette étant orientée, il faut serrer l'écrou du pivot. Pendant la station, on aura soin de surveiller le déclinatoire, afin de s'assurer que, par suite de quelque faux mouvement, il n'est survenu dans l'appareil aucun dérangement.

Il convient de reporter sur le papier la direction de la ligne N.-S. de l'aiguille aimantée¹. Le moyen le plus simple

1. Cette direction représente sensiblement celle du méridien magnétique pour le lieu considéré; on se souviendra qu'elle est différente pour une même époque suivant les régions où l'on se trouve, et qu'elle

pour l'obtenir consiste à tirer un trait de crayon le long de la boîte du déclinatoire. Cette direction N.-S., combinée avec la *déclinaison* supposée connue de l'aiguille aimantée pour le lieu considéré, donnera la direction du *méridien vrai* avec une exactitude suffisante pour repérer le levé d'après les cartes existantes. Mais cette détermination ne pourrait être faite d'une manière rigoureuse que par des méthodes plus précises ne nécessitant pas la connaissance de la valeur de la déclinaison, par exemple au moyen du tracé de la *méridienne* du lieu¹.

Enfin, si l'on dispose, dans la région où l'on opère, d'une carte bien faite, on se guidera d'après la direction des côtés homologues du levé et de la carte par rapport aux méridiens tracés sur celle-ci. C'est le moyen le plus pratique, en France notamment.

6. — DÉTERMINATION ET TRACÉ D'UNE DIRECTION.

L'éclimètre proprement dit (voir la fig. 4) est composé de trois parties principales : 1° une pièce d'équerre A fixée par des vis à l'extrémité de la réglette de la règle, et portant un axe de rotation ; 2° un disque vertical B susceptible de prendre autour de cet axe un léger mouvement de rotation par le moyen d'une vis de rappel ou de ca-

varie d'une façon sensible d'une année à l'autre dans un même lieu.

Les cartes du Bureau Central Météorologique, qui diffèrent notablement de celles données précédemment par le Bureau des Longitudes, fourniront à cet égard tous les renseignements utiles.

1. Si l'on exécute directement, par la méthode du *style*, le tracé de la méridienne sur la feuille de planchette, au moyen des hauteurs correspondantes du soleil, il faut reporter ce tracé sur le terrain en le jalonnant, et le relever, comme toutes les autres lignes du terrain, avec le même instrument ; la planchette étant orientée au déclinatoire, on annulera ainsi l'effet dû à l'erreur de collimation et autres erreurs systématiques analogues. Le cadre restreint de cette note ne nous permet pas d'exposer en détail cette opération, quelque peu délicate à exécuter.

lage C; ce disque porte le niveau à bulle d'air ou *nivelle* à fiole allongée D; 3^e enfin, un limbe E denté sur sa face intérieure et maintenu contre le disque par l'action d'un ressort central, mais que l'on peut faire tourner à la main d'un angle plus ou moins considérable, après avoir dégagé les dents dont il est pourvu¹ et entre lesquelles pénètrent trois autres dents ou *ergots* faisant partie du disque, ce qui force le limbe à rester centré. Ce limbe est chiffré, et porte la lunette F, qui est elle-même disposée de telle façon qu'on regarde dans l'oculaire G de haut en bas, les rayons visuels étant réfléchis à angle droit sur la face hypoténuse d'un prisme isocèle rectangle.

Cette courte description permet de comprendre comment on peut amener la ligne de visée sur des objets situés au-dessus ou au-dessous de l'horizon, jusqu'aux inclinaisons de 50 et de 60 grades respectivement.

La visée d'un objet exige que l'oculaire soit *mis au point*; il suffit, pour obtenir ce résultat, de le tourner entre les doigts après avoir dirigé la lunette sur un objet éloigné, jusqu'à ce que l'image de cet objet apparaisse bien nette. Dans ce mouvement de rotation, une rainure hélicoïdale oblige le coulant qui porte l'oculaire à monter ou à descendre; si l'instrument est bien réglé (voir § 13), il n'y a pas d'autre opération à faire pour effectuer la mise au point².

On connaît l'usage des alidades ordinaires; il nous suffit donc de dire que les lignes de visée obtenues dans une position donnée de l'alidade déterminent un plan vertical

1. M. Schrader a fait appliquer à deux ou trois règles à échimètre destinées au levé par tours d'horizon, une clef à levier qui déclanche les deux disques dentés, par une faible pression exercée sur l'extrémité de la clef en un point très voisin du centre de rotation de la règle. On évite de la sorte une grande partie des chances de dérangement dans le sens des azimuts.

2. En effet, la lunette ne renferme pas un *coulant porte-réticule*; on a pu s'en dispenser ici, à cause de la faible longueur de la lunette; le micromètre coïncide avec les images focales des objets distants de 35 mètr. à l'infini.

(si la planchette est horizontale) sensiblement parallèle aux biseaux de la règle; le défaut de parallélisme qui pourra exister est sans influence sur l'exactitude, parce qu'il est identique pour toutes les visées; le trait de crayon tracé le long du biseau sera donc considéré, dans tous les cas, comme étant la projection sur le papier de la direction visée.

Pour amener la règle dans la position voulue, on la fera

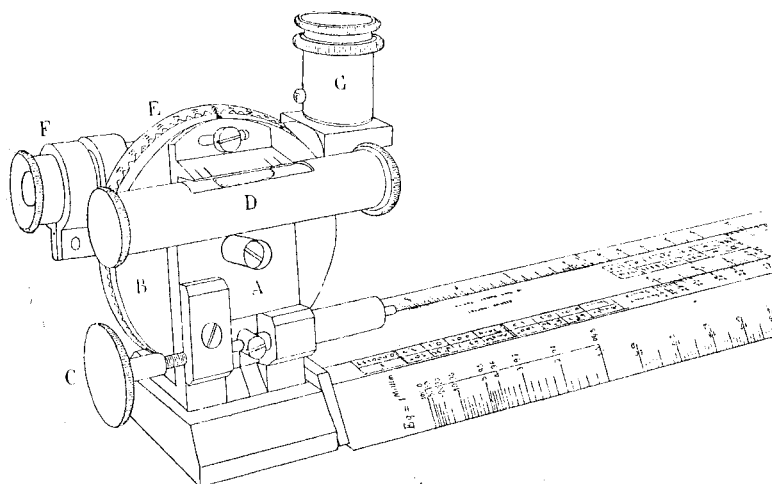


FIG. 4. — Vue de la règle à éclimètre, réduite à 2/3 de grandeur.

mouvoir en regardant dans l'oculaire jusqu'à ce que le trait vertical qui traverse diamétralement le *métromètre* de la lunette arrive à coïncider avec le point visé (voir fig. 5).

Il peut arriver qu'une visée très plongeante oblige à amener l'éclimètre au bord de la planchette; d'autre part, la règle peut n'être pas assez longue pour atteindre dans cette position le point par lequel son biseau doit passer; on fera alors sortir la règlette de la règle, mais seulement de la quantité nécessaire.

Enfin, dans le tracé d'une direction, la règle est également assujettie à passer par le point du papier qui représente l'emplacement du point connu (celui que l'on vise, ou la station que l'on occupe, suivant les cas). Pour faciliter cette opération, on recommande généralement de planter en ce point une épingle en acier¹, contre laquelle

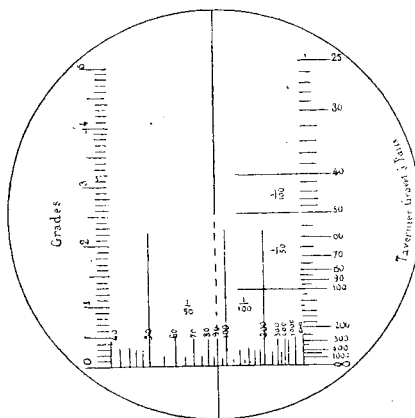


FIG. 5. — Image du micromètre.

le biseau de la règle devra s'appuyer, et la condition à réaliser sera que le trait de crayon tracé le long de ce biseau aboutisse *exactement* sur le centre de l'épingle.

7. — CONSTRUCTION DES POINTS.

Nous avons vu que deux signaux naturels ou artificiels dont la distance est supposée connue serviront de base au levé (voir § 2); leurs positions seront portées sur la feuille

1. Nous nous sommes souvent contenté de placer la pointe du crayon au point voulu, et d'y appliquer le biseau de la règle. Le crayon se trouve ainsi prêt à tracer le trait dans la position exacte qu'il doit occuper.

Un perfectionnement, dû à M. Jaumez, géomètre en chef du cadastre à Metz, consiste à coiffer l'extrémité du crayon d'un petit chapeau muni d'une pointe en acier que l'on maintient sur le point et contre laquelle pivote l'alidade.

de planchette, d'après l'échelle du levé, et de manière que le dessin tienne sur la feuille de papier. Les stations successives et les points à lever se détermineront de proche en proche, par la rencontre des directions issues des points connus ou qui y aboutissent, suivant que l'on emploie le procédé dit par *intersection*, celui par *recoupement*, ou celui par *relèvement*¹.

Lorsqu'il s'agit des points principaux d'un canevas, il importe que leur détermination soit assurée par la rencontre de plus de deux lignes, qui devront toutes concourir sensiblement au même point; cette condition n'est généralement pas remplie d'une façon absolue, et les différentes lignes forment un petit *polygone d'erreur* dont on prendra le centre à vue.

Pour que la détermination d'un point obtenu par intersection ne donne pas lieu à des fautes, il importe que les visées qui le déterminent correspondent bien au même signal naturel. Cette condition, facile à remplir dans les pays de plaine, où les objets pouvant servir aux visées sont généralement nombreux et facilement reconnaissables, est beaucoup moins aisée à obtenir dans les régions montagneuses. Les sommets, particulièrement, donneront souvent lieu à des indécisions à cause de la difficulté d'en saisir le point culminant dans toutes les directions. C'est là une cause de faute fréquente dans l'exécution de la planimétrie, car les conditions où nous supposons placé l'opérateur ne comportent pas, du moins dans la généralité des cas, l'érection de signaux artificiels; sa connaissance du terrain et son habitude des levés topographiques l'aideront à suppléer dans une certaine mesure aux ressources de cette nature qui lui font défaut.

1. Ce dernier mode de détermination du point de station sera fréquemment employé; il permet d'éviter la fixation préalable de chaque station, que l'on peut alors choisir sur place, et suivant les convenances du terrain.

S'il s'agit d'ailleurs de *topographier* dans son ensemble une région d'une certaine étendue, ce n'est qu'après l'avoir parcourue, après avoir *débrouillé* les masses principales qui composent son orographie, que le topographe pourra, en connaissance de cause et avec assurance, choisir l'emplacement le plus favorable de ses diverses stations, et, par cette étude préliminaire à laquelle il ne devra pas craindre de consacrer le temps voulu, éviter les stationnements inutiles, les visées perdues, les points en double emploi, etc. Un topographe avisé, qui sait tirer parti de sa connaissance du terrain, obtiendra un résultat souvent meilleur et toujours plus prompt que l'opérateur simplement consciencieux qui cherche inutilement à concilier l'inflexibilité d'une méthode uniforme avec l'infinie variété des formes naturelles du terrain.

8. — ÉVALUATION DES DISTANCES. — MESURE D'UNE BASE.

Nous envisageons principalement ici le levé par intersection et ses auxiliaires par recoupement et par relèvement.

Les distances seront, en général, mesurées à l'échelle sur le plan, entre les différents points obtenus par l'exécution même du levé¹. Mais cette méthode exige, comme nous l'avons vu précédemment, la connaissance de la longueur d'un côté au moins du canevas, longueur que l'on nomme *base*.

Deux moyens peuvent être employés pour l'obtenir :

1° *Emploi d'une carte existante*. — Si l'on possède dans la région considérée une carte bien faite et dont l'échelle soit comparable à celle du levé, la base sera prise égale à

1. Les biseaux de la règle portent deux échelles de 0^m,20 de longueur. L'une, divisée en millimètres, peut servir directement pour les

la distance, mesurée à l'échelle sur la carte, comprise entre deux signaux ou points principaux dont on aura reconnu l'emplacement exact sur le terrain et qui serviront de stations de départ au canevas¹. Supposons, par exemple, qu'il s'agisse d'un levé fait en France à l'échelle de 1/50 000. Les points trigonométriques de la carte du Dépôt de la guerre dite d'*État-major* serviront tout naturellement de sommets principaux pour le canevas, leurs distances pouvant être appréciées avec une exactitude suffisante sur la carte elle-même; et comme ils sont généralement distants de moins de 10 kilom., on insérera facilement le canevas d'ensemble dans les triangles ainsi formés.

La mesure des distances sur la carte exige quelques précautions particulières : le *retrait* du papier après l'impression oblige à se servir de l'échelle même que doit porter chaque feuille; mais cette échelle ne mérite pas toujours confiance²; on se guidera alors sur les distances entre les parallèles comptées sur un méridien.

levés au 1/10 000 et au 1/100 000, et, par un calcul mental très simple, pour ceux au 1/20 000; l'autre, convenant au 1/5 000, peut être utilisée pour le 1/50 000.

1. C'est ainsi qu'ont opéré M. E. Wallon pour l'exécution de sa carte au 1/150 000 des Pyrénées centrales (voir la notice publiée par l'auteur en 1883), et M. Schrader pour sa carte au 1/100 000 déjà citée.

2. Sur les feuilles dites *gravées* de la carte du *Dépôt de la guerre*, les échelles en marge sont parfaitement en rapport avec les longueurs intérieures au cadre, *du moins si l'on suppose le retrait identique dans tous les sens*; mais dans les feuilles en report *zincographique* l'échelle unique, introduite après coup, n'a qu'un rapport indirect avec l'échelle réelle de la feuille; en outre, par suite de l'opération du report, le rectangle de la feuille se trouve notablement déformé, en sorte que nous conseillons de ne faire usage que des feuilles tirées sur la matrice en cuivre, dites *gravées*. Pour obtenir avec plus de précision la distance entre deux points de la carte, il convient de rétablir les dimensions vraies de l'abscisse et de l'ordonnée de chacun de ces points, proportionnellement aux variations qu'ont subies les longueurs 0^m,80 et 0^m,50 des côtés du cadre de la feuille, et de mesurer (ou de calculer) l'hypoténuse du triangle rectangle dont les côtés ont été ainsi rectifiés. Ce procédé permet aussi d'obtenir la distance entre deux points situés

Les parallèles tracés sur la carte d'État-major de 10 en 10 minutes de grades sont distants de 10 000 mèt., à très peu près.

Pour les autres cartes, on se souviendra que, dans nos régions, la minute de degré de méridien a une valeur de 1 852 mèt. en moyenne.

2° *Mesure directe d'une base sur le terrain.* — Si la carte n'inspire pas une confiance suffisante, ou si la méthode précédente ne comporte pas assez d'exactitude pour des levés comprenant une grande étendue graphique, il faut mesurer une base sur le terrain par l'un des procédés connus. Mais les circonstances permettront rarement au topographe amateur l'emploi de ce procédé, surtout en pays accidenté, et si la base doit avoir une grande longueur (nécessité de la présence d'un ou plusieurs aides, matériel spécial, difficulté de trouver un terrain convenable, de relier les extrémités de la base aux points principaux du canevas, etc.).

Plusieurs instruments nommés *télémètres* ont été imaginés dans le but d'apprécier la longueur d'une base étendue par la mesure directe sur le terrain d'une base beaucoup plus courte (de 20 à 50 mèt. par exemple), qu'un seul opérateur peut facilement effectuer. Mais ces instruments exigent la réunion d'un certain nombre de conditions auxquelles il est difficile de satisfaire à la fois; ils ne donnent d'ailleurs qu'une approximation toujours insuffisante, et ne remplissent qu'imparfaitement le but désiré.

M. le colonel Goulier a ingénieusement résolu ce problème au moyen de sa *longue-vue stadimétrique*¹ qui joint à des propriétés optiques excellentes l'avantage de permettre la mesure des longues distances (plusieurs kilo-

sur deux feuilles contiguës. Dans tous les cas, avant d'exécuter sur une carte des opérations graphiques, on devra vérifier la régularité du cadre de la feuille.

1. Se trouve chez Avizard, 37, rue Rambuteau, au prix de 45 francs.

mètres au moyen d'une base de faible longueur, et avec une approximation qui atteint $1/200$ pour l'ensemble des mesures d'un levé, et descend rarement à $1/100$ pour chaque mesure isolée.

Disons enfin que les courtes distances, dans les levés *topométriques*, pourront être obtenues, si l'on dispose d'un aide, au moyen du *jalon-mire* dont nous parlerons à l'occasion du tracé des courbes de niveau.

9. — MESURE DES INCLINAISONS.

La denture du limbe de l'éclimètre est telle que l'on peut donner à la lunette des inclinaisons variant de 5 en 5 grades. L'échelle micrométrique placée au foyer de la lunette et intitulée *grades* est subdivisée en décigrades; elle permet d'apprécier les fractions de 5 grades à un demi-centigrade près; les lectures se feront généralement au centigrade.

Pour mesurer l'inclinaison d'une ligne de visée, on amène l'alidade dans la position la plus commode sur la planchette, on met le limbe dans le cran convenable pour apercevoir l'image de l'objet dans le champ de la lunette; puis on oriente la règle pour amener cette image sur l'échelle *grades*¹, et on *cale* le niveau (c'est-à-dire on amène entre ses repères la bulle de la nivelle à fiole allongée) en agissant sur la vis de calage. On fait ensuite sur le limbe (sans toucher à l'instrument), en face de la *dent-arrêt* munie d'une flèche, la lecture du nombre entier de 5 grades

1. Après avoir effectué ce mouvement, on devra s'assurer, en pinçant fortement ensemble le disque et le limbe pour assurer leurs contacts, que les *dents-arrêts* reposent bien au fond des entailles du limbe; si cette condition n'était pas remplie, il pourrait en résulter de graves erreurs sur la mesure des angles d'inclinaison; les surfaces des dentures doivent toujours être maintenues dans le plus grand état de propreté; au besoin, on les nettoierait avec un peu d'essence de pétrole.

compris dans l'inclinaison ; enfin, dans la lunette, en regard de l'objet visé, une seconde lecture donne l'*appoint*, c'est-à-dire le nombre de grades, de décigrades et centigrades à *ajouter* à la première lecture pour avoir la valeur de l'inclinaison.

On remarquera que pour éviter les chances de fautes qui pourraient résulter de l'emploi d'angles négatifs, les angles *au-dessus* de l'horizon sont chiffrés 10, 20, 30... et ceux *au-dessous*, 90, 80, 70... De cette façon, la lecture donne pour une visée ascendante l'inclinaison au-dessus de l'horizon, et pour une visée descendante, le *complément* à 100 grades de cette inclinaison ; la lecture de l'appoint est toujours à *ajouter* à celle du limbe, et la confusion n'est pas possible.

Exemples : 1° Limbe 5°; appoint 2°,16; lecture 7°,16.
2° Limbe 90°; appoint 3°,47; lecture 93°,47.

L'inclinaison correspondant à cette dernière lecture serait : $100^\circ - 93^\circ,47 = 6^\circ,53$. Mais, comme nous le verrons bientôt, la disposition adoptée pour la règle qui sert à effectuer les calculs rend cette soustraction inutile toutes les fois que l'angle au-dessous de l'horizon est supérieur à 3°.

Chaque fois que, pendant le cours des opérations relatives au nivellement, on devra toucher à l'instrument, soit pour changer la position de la règle, soit pour modifier l'inclinaison de la lunette, on ne devra pas oublier de rectifier le calage de la nivelle à fiole allongée.

10. — CALCUL DES DIFFÉRENCES DE NIVEAU.

Supposons que A et B soient deux points situés à des niveaux différents ; AN est la ligne de niveau qui passe par le point le plus bas, et qui rencontre en C la verticale du point le plus élevé. BN est l'horizontale de ce dernier point, située dans le plan de la figure.

$AB = L$ est la *distance réelle* des deux points ou la longueur de la droite qui les unit dans l'espace.

$AC = D$ est la projection horizontale de cette distance qu'on appelle par abréviation *distance horizontale* des deux points (c'est celle qui figure sur les cartes et sur les levés).

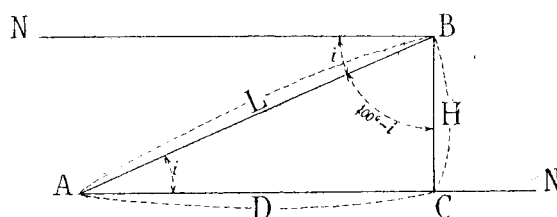


Fig. 6.

$BC = H$ est la *différence de niveau* entre les deux points.

On sait que l'on a :

- (1) $H = D \operatorname{tg} i = D \operatorname{Cot} (100^\circ - i).$
- (2) $H = L \sin i = L \operatorname{Cos} (100^\circ - i).$

On voit donc que la différence de niveau résulte de la connaissance de l'angle d'inclinaison i que donne l'éclimètre, et de la distance entre les deux points, horizontale ou inclinée.

Lorsque la visée est *ascendante*, l'instrument est supposé placé en A, et la lecture donne l'angle i ; lorsque la visée est *descendante*, l'instrument est supposé placé en B, et, bien que l'angle d'inclinaison ait toujours la valeur i , comme le montre la figure, la lecture donne l'angle $100^\circ - i$; c'est ce qui explique pourquoi chacune des formules (1) et (2) a deux formes différentes correspondant à chacun de ces deux cas. D'ailleurs, la règle qui sert à effectuer les calculs porte, pour les angles supérieurs à 3° , une double chiffraison, qui correspond exactement à celle du limbe de l'éclimètre.

Nous ne considérons, pour le moment, que les *distances*

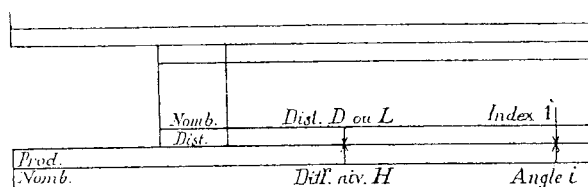
réduites à l'horizon; nous ne nous occuperons donc que de la formule (1).

La règle porte, au fond de sa rainure, une instruction sur les calculs; mais pour en rendre les explications plus claires, nous donnons ici les *diagrammes* des calculs avec quelques exemples :

DIAGRAMMES POUR LE CALCUL DES DIFFÉRENCES DE NIVEAU.

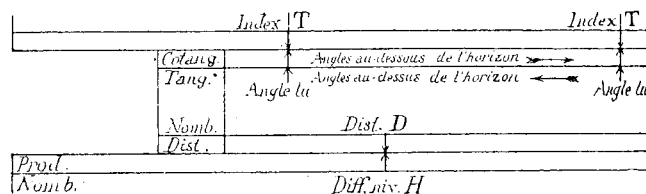
Angles inférieurs à 3 grades.

Diagramme 1.



Angles supérieurs à 3 grades (distance horizontale).

Diagramme 2.



Pour mettre la virgule à sa place, on consultera celui de droite des deux tableaux imprimés sur la face supérieure de la règle que nous reproduisons en le complétant :

Angles en grades. .	0,06	0,64	6,35	50,0
Tangentes	0,001	0,01	0,1	1,0

On verra, suivant la grandeur de l'angle i , comparée aux valeurs de la première ligne du tableau, si sa tangente est plus petite que 0,001 — 0,01 — 0,1 — 1,0; par suite, si la hauteur H est plus petite que les fractions correspondantes de la distance.

Exemples : Angles inférieurs à 3 grades.

$$1^{\circ} \quad i = 0^{\circ},05 \quad D = 16\,000^{\text{m}}.$$

En suivant le diagramme 1, on trouve le produit 125, et en consultant le tableau, on voit que i étant inférieur à 0^s,06, H est inférieur au millième de la distance; par suite $H = 12^{\text{m}},5$; il n'y a ainsi aucune hésitation dans la position de la virgule.

$$2^{\circ} \quad 100^{\circ} - i = 98^{\circ},20 \text{ (d'où } i = 1^{\circ},80) \quad D = 8\,500^{\text{m}}.$$

En suivant le diagramme 1, on trouve le produit 24; le tableau montre que i étant compris entre 0^s,64 et 6^s,35, H est compris entre le centième et le dixième de la distance; donc $H = 240^{\text{m}}$.

Angles supérieurs à 3 grades.

$$3^{\circ} \quad i = 4^{\circ},32 \quad D = 2\,500^{\text{m}}.$$

En suivant le diagramme 2, on trouve le produit 17; le tableau montre que H est compris entre le centième et le dixième de la distance; donc $H = 170^{\text{m}}$. (On fera attention que la chiffraison des *tangentes* sur cette échelle marche de *droite à gauche*.)

$$4^{\circ} \quad 100^{\circ} - i = 92^{\circ},80 \quad D = 350^{\text{m}}.$$

En suivant le diagramme 2, on trouve le produit 397; le tableau montre que i étant égal à $100^{\circ} - 92^{\circ},80 = 7^{\circ},20$, H est supérieur au dixième de la distance; donc $H = 39^{\text{m}},7$.

11. — CORRECTION DU NIVEAU APPARENT.

Lorsque les distances sont considérables, les différences de niveau calculées H doivent subir une correction N_a qu'on appelle *correction du niveau apparent*, et qui comprend celle de *sphéricité* et celle de *réfraction*.

En effet, ces différences de niveau H sont rapportées à l'horizontale représentant la ligne de visée *zéro grade*. Or, à cause de la courbure de la terre et de la réfraction atmosphérique, cette ligne *zéro grade* détermine, sur les verticales des signaux visés, des points qui, en réalité, ne sont pas de niveau avec l'instrument, mais qui sont trop élevés de la quantité N_a .

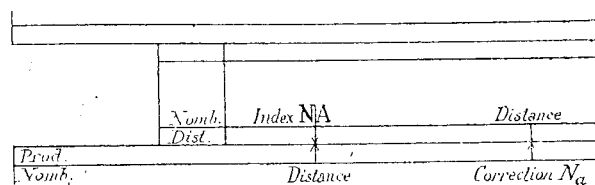
Cette correction peut se calculer, avec une approximation suffisante pour les besoins de la topographie, par la formule :

$$(3) \quad N_a = \frac{(D)^2}{45,2}$$

D_k est la distance en kilomètres.

La règle permet d'effectuer facilement le calcul de cette quantité, opération qu'expliquera le diagramme suivant :

Diagramme 3.



Pour mettre la virgule à sa place, on consultera le petit tableau imprimé sur la réglette, où les distances sont don-

nées en *mètres*; nous le reproduisons ci-dessous, en le complétant :

Distances en mètres.	389	1232	3895	12316	38950
N_a en mètres. . . .	0,01	0,1	1,0	10,0	100,0

En général, il sera inutile de faire la correction N_a pour les distances inférieures à 1,000 mètr. dans les levés de précision, et à 4 kilomèt. dans les levés expédiés.

Enfin, au lieu de calculer la quantité N_a , il sera souvent plus commode de la lire sur une *échelle comparative*, telle que celle donnée par M. le colonel Goulier dans l'article *Notions de topographie*¹ et que nous reproduisons ici :

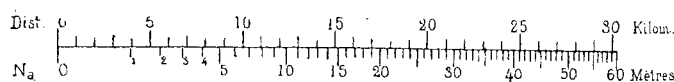


Fig. 7

L'échelle inférieure donne, en *mètres*, les valeurs de la correction correspondant aux distances en *kilomètres*, lues sur l'échelle supérieure.

Nous allons voir, dans le *calcul des altitudes*, comment il faut opérer pour avoir égard à cette correction.

12. — CALCUL DES ALTITUDES.

Les formules qui précèdent donnent les différences de niveau relatives des différents points du levé. Mais il convient de donner, au lieu de ces différences, les hauteurs des points au-dessus d'une surface de niveau unique, généralement le niveau moyen de la mer en un point déterminé

1. *Annuaire* de 1882, page 633.

(en France, à Marseille). Ces hauteurs sont désignées sous le nom d'*altitudes*.

Le levé comprendra toujours un ou plusieurs points dont les altitudes seront connues, et que l'on prendra comme points de départ du nivellement; on déduira ensuite les altitudes des points inconnus de celles des points connus, en ayant égard aux considérations suivantes.

On calculera d'abord, pour chaque visée en particulier, la différence de niveau H , et la correction N_a . Il y aura alors deux cas à considérer.

1^{er} Cas. — *Visée directe*. — *L'altitude de la station est connue, celle du point visé est inconnue* (points déterminés par intersection).

On ajoute à l'altitude de la station la différence de niveau calculée H , si la visée est *ascendante*, ou on la *retranche* si la visée est *descendante*. Enfin, on ajoute à ce résultat la correction N_a , ce qui donne l'altitude du point visé.

2^e Cas. — *Visée inverse*. — *L'altitude de la station est inconnue, celle du point visé est connue* (points déterminés par relèvement).

On fera les opérations exactement inverses des précédentes. On *retranche* de l'altitude du point visé la correction N_a ; puis on *retranche* du résultat la différence de niveau calculée H , si la visée est *ascendante*, ou on l'*ajoute* si la visée est *descendante*; on obtient ainsi l'altitude de la station.

En général, un point déterminé par intersection, ou une station déterminée par relèvement, donneront lieu à deux cotes qui fournissent une vérification, et dont on prendra la moyenne.

En se reportant à la figure 2, on verra que dans le procédé par recoupement, on aura, pour calculer l'altitude de b , à appliquer successivement les deux règles que nous venons de poser.

On remarquera que, dans ce qui vient d'être dit, nous

avons confondu l'altitude du *sol* de la station avec celle de l'*instrument* qui y est établi. Voici pourquoi cette simplification peut être introduite sans inconvénient dans beaucoup de cas, particulièrement dans les levés topographiques basés sur les principes que nous venons de rappeler.

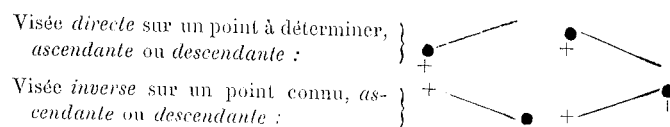
Lorsque, partant de points d'altitude connue, on aura déterminé par *intersection* divers signaux sans avoir égard à la hauteur instrumentale (de 1^m,20 par exemple), les altitudes *calculées* de ces signaux seront toutes *trop basses* de 1^m,20. Lorsque ensuite on se servira des altitudes des signaux ainsi déterminés pour obtenir par *relèvement* différents points du sol dont on veut connaître l'altitude, le calcul, fait sans tenir compte de la hauteur instrumentale, conduirait cette fois à des altitudes toutes *trop élevées* de 1^m,20. Il y aura donc compensation exacte ou approchée suivant que, dans le cours des opérations, on aura maintenu la planchette rigoureusement ou approximativement à la même hauteur au-dessus du sol.

Rien n'empêche d'ailleurs de rétablir la vraie cote d'un signal déterminé par intersection; il suffirait d'*ajouter* la hauteur instrumentale à la cote calculée d'après les indications précédentes.

Carnet d'observations. — Les données recueillies sur le terrain sont consignées dans un carnet dont les colonnes sont préparées à l'avance, en vue de faciliter les opérations de calcul, et d'éviter les confusions et les fautes; nous en donnons ci-après un modèle.

Les indications portées en tête de ces colonnes s'expliquent suffisamment d'elles-mêmes, sauf pour celle intitulée : *Situations*, dont nous allons expliquer l'usage.

Les signes qui y figurent sont les suivants :



Dans ces notations, l'instrument est toujours représenté par un point noir, que l'on prolonge par un petit trait vertical, indiquant qu'il y a lieu de tenir compte de sa hauteur au-dessus du sol; la petite croix horizontale exprime le point dont l'altitude est connue. Le sens de l'inclinaison de la visée est indiqué par celui de l'inclinaison du trait incliné, *en partant du point noir*. Enfin, la position du point noir *à gauche* ou *à droite* indique que la visée est *directe* ou *inverse*.

Ces signes seront portés dans la colonne correspondante au moment de l'inscription des angles, et d'après les éléments convenant à chaque visée.

Ils seront ensuite utilisés pour le calcul des altitudes qu'ils permettront de faire sans hésitation, avec un peu de réflexion et d'habitude, en se reportant à la règle énoncée plus haut.

On pourra encore employer le moyen mnémonique suivant :

La différence de niveau calculée H sera *ajoutée* à la cote connue lorsque le trait incliné va *en montant à partir de la gauche*, et en sera *retranchée* lorsque ce trait va *en descendant*, toujours *à partir de la gauche*.

Enfin, on remarquera encore que les altitudes apparentes des points visés sont toujours *plus faibles* que leurs altitudes vraies.

Dans le modèle de carnet ci-dessous, on a supposé que l'altitude relative à chaque station est celle de l'instrument qui y est établi.

Lorsque l'on opère sur des différences de niveau qui dépassent moyennement une centaine de mètres, on n'y fait pas figurer le chiffre des décimètres, et les calculs, effectués à 1 mèt. près, se trouvent notablement abrégés.

Modèle de carnet pour les intersections et relèvements
(RECTO).

POINTS de stations.	DISTANCES horizont. D	INCLINAISONS.		DIFF. NIV. calculées. H.	ALTITUDES.		Correct. N.	ALTITUDES vraies des pts visés.	REMARQUES.
		ANGLES us.	Situations.		de l'instr. en station.	apparentes des pts visés.			
A . . .					587,2	462,7	0,6	463,3	Signal A . . 588,0
B . . .	2940	97,30	+	124,5	587,2	523,6	0,6	524,2	Sol (-2m,0). 586,0
a . . .	3000	98,65	+	63,6	587,2	491,2	0,2	491,4	Instrument (+1m,2) . 587,2
b . . .	4880	96,75	+	96,0	587,2	587,4	0,6	588,0	
B . . .	2940	2,63	+	421,5	465,9	208,0	4,0	212,0	Moyenne de 5 cotes p. le point B
M . . .	7820	97,95	+	252,0	462,1	96,4	4,9	98,0	(sol) . . . 462,3
N . . .	5350	95,65	+	366,0	464,9	469,9	0,4	470,0	Instrument (+1m,2) . 463,5
P . . .	4130	0,28	+	5,0	463,5	524,4	4,2	522,3	a (moy.) . . 523,2
a . . .	4320	0,85	+	57,6	463,5	492,3	0,9	493,2	b (moy.) . . 492,3
b . . .	3660	0,50	+	28,8	463,5				

REMARQUE. — Dans ce carnet, on souligne la cote connue.

Calcul des cotes moyennes.

Chaque cote résultera souvent de la moyenne d'un certain nombre de déterminations. Pour chaque point, on prendra la moyenne arithmétique des cotes obtenues; nous verrons cependant qu'il y a des cas où ces déterminations sont loin d'avoir toutes la même valeur; aussi, si, le plus souvent, on peut se contenter de la moyenne arithmétique, lorsqu'on devra utiliser pour un point important des visées de portée et d'inclinaison très différentes, on pourra avoir recours à la méthode suivante, que nous extrayons de la note déjà citée de M. E. Wallon, et qui est due, dit l'auteur, à l'obligeante communication de M. le colonel Goulier.

Appelons M la moyenne cherchée ;

$m \ m' \ m'' \dots$ les cotes provenant de chaque détermination isolée ;

$P \ P' \ P'' \dots$ le *poids* de chaque détermination, c'est-à-dire un nombre caractérisant l'importance plus ou moins grande qu'on doit lui attribuer, suivant les éléments qui ont servi à l'établir.

On a, d'une façon générale :

$$M = \frac{m P + m' P' + m'' P'' + \dots}{P + P' + P'' + \dots}$$

Le *poids* de chaque cote se calculera au moyen des formules :

$$P = \frac{10}{E}$$

$$E = \frac{1}{4} D_k + G + \frac{1}{100} H + 3$$

D_k , distance en kilomètres entre le point connu et le point cherché.

G, nombre de grades qui mesure l'inclinaison i sur l'horizontale de la ligne de visée.

II, différence de niveau en mètres entre les deux points.

L'exemple suivant, choisi parmi ceux que nous venons de donner, facilitera l'application de ces formules.

Supposons qu'il s'agisse de calculer la cote moyenne du point B. On commencera par corriger de la hauteur de l'instrument les cotes obtenues en ce point par relèvement.

Cette hauteur étant 1^m,2, on retranchera 1^m,2 à toutes les cotes obtenues par le stationnement en B; en tenant compte également de la détermination faite de la station A, on aura les 5 nombres : 463,3; 464,7; 458,8; 460,9; 463,7, dont la moyenne 462,3 pourra être prise pour la cote cherchée.

Si l'on veut tenir compte du *poids* de chaque observation, on formera le tableau suivant :

Point B.

POINTS CONNUS.	$\frac{1}{4} D_k$	G.	$\frac{1}{200} H$	3, 0.	E.	P.	m.	m P.	MOYENNE.
A ¹ . . .	0, 7	2, 6	0, 6	3, 0	6, 9	1, 4	63, 3	88, 6	$\frac{489,0}{7,8} = 62,7$ Cote moy. de B : 462,7
A . . .	0, 7	2, 6	0, 6	3, 0	6, 9	1, 4	64, 7	90, 6	
M. . .	2, 0	2, 0	1, 3	3, 0	8, 3	1, 2	58, 8	70, 6	
N. . .	1, 3	4, 3	1, 8	3, 0	10, 4	1, 0	60, 9	60, 9	
P. . .	0, 3	0, 3	0	3, 0	3, 6	2, 8	63, 7	178, 3	
						7, 8		489, 0	

REMARQUE. — Dans la colonne *m*, on a supprimé partout le chiffre des centaines, afin de simplifier les calculs; on l'a ensuite rétabli sur la moyenne.

1. Le point A produit deux cotes pour la station B : 1^o celle provenant de la visée de A vers B, et 2^o celle provenant de la *visée réciproque* de B vers A.

13. — VÉRIFICATION DU RÉGLAGE DE L'INSTRUMENT

Pour l'exécution des opérations qui précèdent, on a supposé que la nivelle à fiole allongée étant *calée*, la ligne de visée 0° est rigoureusement horizontale. Avant de se servir de l'instrument, il importe de s'assurer que cette condition est remplie; voici comment on procédera :

L'instrument étant installé au-dessus d'un point A, on disposera le centre du voyant d'une mire *exactement* à la hauteur à laquelle se trouve la lunette de l'instrument au-dessus du point A. On fera ensuite placer la mire en un second point B distant de A d'au moins 100^m, et l'on mesurera l'inclinaison de la ligne de visée après avoir exactement calé la nivelle; puis, transportant l'instrument en B et la mire en A, après avoir mis à nouveau le centre du voyant exactement à la hauteur de la lunette, on fera une *visée réciproque* de B vers A, et on agira sur la vis de réglage, de façon que l'inclinaison de cette visée donne une lecture *exactement complémentaire* de la première; ainsi, si la première est 2°,73, la seconde doit être $100^\circ - 2^\circ,73 = 97^\circ,27$. Si la bulle de la nivelle ne se trouve plus exactement entre ses repères, on déplacera, en desserrant la vis qui la maintient, l'échelle qui porte ces repères, de la moitié de la différence constatée. Une contre-épreuve sera nécessaire, pour s'assurer que la rectification de la nivelle a été bien faite.

En outre de la vérification qui précède, nous croyons utile d'engager nos lecteurs à faire subir encore à l'instrument les deux suivantes :

1° L'oculaire étant mis au point sur un objet éloigné, les divisions du réticule devront apparaître *très nettes*; un très léger déplacement de l'œil ne devra pas faire varier leur position par rapport à l'image de l'objet.

2° L'instrument étant installé sur un terrain sensible-

ment horizontal, on chaînera exactement en avant du centre de l'éclimètre une longueur de $25^m,50$. Le *jalon-mire* (voir ci-après) étant fixé bien verticalement, au point ainsi déterminé, avec les voyants à l'écartement de $2^m,00$, on amènera l'échelle *grades* du micromètre sur l'image du jalon-mire, de façon que le centre du voyant inférieur se projette exactement sur le trait zéro de l'échelle; le centre du voyant supérieur devra alors se projeter exactement sur le trait 5 de la même échelle.

Il sera même préférable, pour tenir compte de ce que l'oculaire n'est *au point* que pour les distances supérieures à 30^m , d'opérer sur un angle de 4 grades, et sur une distance correspondante de $31^m,90$. On pourrait encore utiliser pour cette vérification l'échelle stadimétrique.

Dans le cas où l'une de ces conditions ne serait pas remplie, on devrait renvoyer l'instrument au constructeur qui remédiera au défaut signalé.

L'opérateur devra faire subir ces vérifications à tout instrument qu'il aura pour la première fois entre les mains, et chaque fois que, pour un motif quelconque, un choc important par exemple, il peut supposer qu'un dérangement est survenu.

14. — PRÉCAUTIONS A PRENDRE ET CAUSES D'ERREUR A ÉVITER DANS LE NIVELLEMENT TOPOGRAPHIQUE.

Nous ne croyons pas, dans cette notice, devoir entrer dans de longs développements sur l'approximation obtenue dans la mesure des différences de niveau. Une intéressante étude de M. le colonel Goulier ¹ donnera à nos lecteurs des indications précieuses à ce sujet; nous voulons seulement leur signaler quelques précautions que l'expérience nous a enseignées.

¹. Études sur la précision des nivellements topographiques. *Annuaire* de 1879, p. 601.

1° *Défaut de réglage de l'instrument. — Visées réciproques. —*

Nous avons vu que la rectification de la nivelle s'effectue au moyen de visées réciproques. Ce réglage une fois fait, on serait en droit de supposer que des visées simples suffisent pour déterminer les altitudes inconnues d'après celles qui sont connues. Mais cette dernière méthode ne donnera jamais, à notre avis, une garantie comparable à celle des visées réciproques, même avec un instrument que l'on suppose parfaitement réglé; aussi conseillons-nous la réciprocité toutes les fois qu'elle sera possible, au moins pour les points importants. Par ce moyen, d'ailleurs, une faute de lecture dans l'inclinaison serait facilement reconnue.

La réciprocité des visées fera de plus connaître l'erreur moyenne de collimation de l'éclimètre, c'est-à-dire le défaut d'horizontalité de la ligne *zéro grade*, et permettra d'en tenir compte pour la correction des visées simples.

Il importe de remarquer que les angles obtenus par deux visées réciproques sont complémentaires, lorsqu'on opère comme pour la rectification du niveau, avec une mire et dans des limites de distance modérées; mais cette constance dans la somme des angles ne se produira pas en général, à cause de l'erreur du niveau apparent, et de la hauteur de l'instrument au-dessus du sol de la station. La somme des angles lus, corrigés des erreurs de collimation, sera donc toujours plus petite que 100 grades (à moins que l'instrument ne soit placé en l'une des stations notablement au-dessous du point visé de l'autre); aussi la vérification portera, non sur la somme des angles lus, mais sur la concordance plus ou moins parfaite des deux nombres obtenus par le calcul de la différence de niveau, toutes corrections effectuées.

2° *Multiplicité des visées. —* Les altitudes inconnues seront déterminées de proche en proche; mais elles résulteront pour chaque point de la moyenne d'un certain nombre

de déterminations, d'autant plus considérable qu'on attachera plus d'importance au point dont il s'agit. C'est surtout par la multiplicité des visées que l'on obtiendra de la règle à éclimètre des résultats souvent comparables à ceux fournis par des méthodes plus savantes et des instruments plus puissants¹.

Enfin, nous devons faire observer que l'altitude inconnue d'un point visé ou d'une station, déterminée uniquement par des *visées simples*, pourrait être entachée d'erreur, si nombreuses *et si concordantes* que fussent ces visées, par suite d'un mauvais réglage de l'instrument; en effet, toutes les différences de niveau calculées seraient rapportées à une ligne *zéro grade* qui, au lieu d'être horizontale, serait, pour chacune, inclinée de la même quantité; les erreurs *seraient donc toutes de même sens*. Les visées réciproques permettent seules d'annuler cette erreur.

3° *Influence de l'inclinaison et de la distance*. Nous renvoyons le lecteur à la note de M. le colonel Goulier que nous venons de citer; nous rappellerons seulement que l'erreur commise dans l'évaluation de la distance a une influence d'autant plus grande sur la différence de niveau calculée que les visées s'éloignent davantage de l'horizontale; en second lieu, que l'erreur commise dans la mesure de l'inclinaison a d'autant plus d'influence sur la différence de niveau calculée que la distance est plus considérable. On devra donc éviter, au moins pour les points importants, les visées trop longues ou trop inclinées.

4° *Indécision sur la position du point visé*. Lorsque des

1. Dans sa note sur la *Carte des Pyrénées Centrales* (*Annuaire* de 1882, p. 614), M. SCHRADER affirme, après vérification par M. le commandant Prudent, que les cotes d'altitude de ses stations importantes ne sont pas entachées d'erreurs dépassant 2 mètr. et même 1 mètr. Ce résultat remarquable est certainement dû, comme l'auteur le dit lui-même, à la multiplicité des visées qui concourent à la détermination de l'altitude d'un même point.

visées aboutissent à des points du sol difficilement reconnaissables, comme certains sommets déchiquetés ou arrondis, on est exposé à tomber dans l'erreur dont permet de se rendre compte le croquis ci-dessous, dans lequel l'inclinaison est exagérée à dessein.

L'observateur placé en A croit voir le sommet B, tandis qu'en réalité il aperçoit le point B' situé plus bas, mais vu du point A sous une inclinaison plus grande. Il combine alors la distance AC, mesurée sur le dessin et convenant

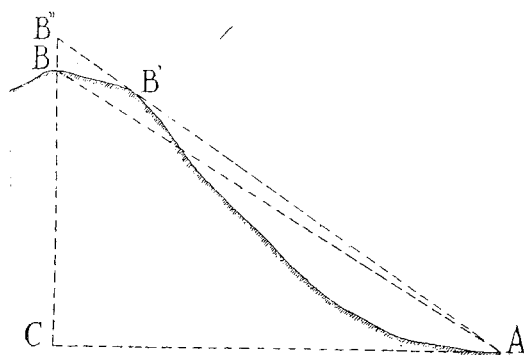


Fig. 8.

au sommet réel, avec l'inclinaison AB', et il obtient ainsi la différence du niveau B''C au lieu de la véritable qui est BC.

Nous pensons que, pour utiliser un sommet dans ces conditions, il faut avoir présente à l'esprit sa configuration locale, que l'on devra connaître; on se rendra compte alors si le genre de confusion signalé est possible, dans quelle direction et au-dessous de quelle limite il importe de l'éviter; c'est encore un motif pour éviter les visées trop inclinées.

Enfin, si l'on est muni de la longue-vue stadimétrique dont nous avons parlé, qui grossit 15 fois, on pourra souvent reconnaître des détails locaux que ne permet pas de

distinguer la lunette de l'éclimètre, qui ne grossit que 4 fois.

15. — EMPLOI DE LA RÈGLE A ÉCLIMÈTRE POUR LA DÉTERMINATION DES SECTIONS HORIZONTALES.

Nous avons principalement en vue ici les levés *topométriques*. Nous supposons connus du lecteur les principes de la représentation du relief du sol par *courbes de niveau*.

Nous rappelons que l'*équidistance naturelle* ou *réelle* est la différence de niveau constante existant entre les surfaces horizontales successives dont les traces sur la surface du sol seraient ce qu'on appelle les *sections horizontales*. L'*équidistance graphique* ou *réduite* est cette même différence de niveau réduite à l'échelle du levé. Si, par exemple, l'échelle est du 1/20,000, et l'écartement des surfaces horizontales de 10 mèt., l'équidistance graphique sera le vingt millième de 10 mèt. ou un demi-millimètre.

Le tableau suivant résume les données dont on fera le plus fréquemment usage :

ÉCHELLES.	VALEURS DE L'ÉQUIDISTANCE RÉELLE pour les équidistances graphiques de :		
	0 ^{mm} ,4.	0 ^{mm} ,5.	1 ^{mm} ,0.
	Mètres.	Mètres.	Mètres.
1/3 000	2		5
1/10 000		5	10
1/20 000		10	20
1/30 000	20		50
1/100 000		50	100

La remarque suivante peut faciliter le choix de l'équidistance graphique dans les terrains accidentés. L'espacement des courbes de niveau sur le plan, c'est-à-dire la distance en millimètres qui sépare deux courbes consécutives sur le papier, devient précisément égale, quelle que soit l'échelle, à l'équidistance graphique, lorsque l'inclinaison atteint 45° (ou 50°).

Dans les levés *topographiques*, les courbes de niveau peuvent être intercalées entre les points cotés par des méthodes que nous n'avons pas à indiquer ici. Nous rappellerons seulement que l'emploi de la planchette rend cette méthode par *interpolation* moins inexacte en permettant de tracer les courbes sur le papier *alors qu'on a le terrain sous les yeux*. Il est préférable, lorsqu'on stationne en des points convenablement choisis, de relever les pentes du terrain, au-dessus et au-dessous de la station, dans les directions où cette pente paraît le plus régulière. On marque ensuite, sur ces directions, les *points à cote ronde*, par de petits traits qui figurent des *amorces* de courbes horizontales. Il ne reste plus qu'à raccorder par des courbes continues les éléments ainsi amorcés, ce qui se fait sans trop d'indécision.

L'opération graphique à effectuer dans ce cas est facilitée par l'usage des *échelles d'équidistance*. Trois de ces échelles sont gravées à l'extrémité des biseaux de la règle. Elles donnent, pour une équidistance graphique déterminée (0^{mm} , 4, 1 millim., et 2 millim.), l'intervalle à ménager sur le papier entre deux courbes de niveau successives, pour un terrain dont l'inclinaison est connue; cet intervalle est celui compris entre le trait 100 et celui correspondant à l'inclinaison du terrain. La double chiffraison se rapporte, soit aux pentes ascendantes, soit aux pentes descendantes, conformément aux valeurs des angles lus sur le limbe de l'éclimètre.

Dans les levés *topométriques*, l'opérateur est rarement

seul : il dispose d'un ou plusieurs aides; ces conditions n'étant pas celles dans lesquelles se trouveront généralement placés nos lecteurs, nous exposerons très brièvement les deux méthodes qui supposent l'emploi d'une *mire*.

Les points cotés, intercalés entre les points principaux du levé, devant être très nombreux, la méthode qui consiste à les déterminer par l'intersection des visées deviendrait inapplicable. On emploiera alors le *jalon-mire*, et l'éclimètre fonctionnera comme *stadimètre* pour la mesure des distances.

Le *jalon-mire* est une règle en bois de 2^m,50 de longueur, garnie d'une pointe en fer qui permet au besoin de la fixer dans le sol. Cette règle porte trois voyants mobiles. Les deux extrêmes peuvent être maintenus à l'écartement invariable de 2 mè^t.¹; celui du milieu, d'une dimension et d'une couleur différente, peut être fixé le long de la règle à une hauteur quelconque.

D'un autre côté, on voit sur le micromètre de la lunette deux échelles à divisions inégales; l'une verticale porte des traits correspondant aux nombres, depuis 25 jusqu'à ∞ ; l'autre horizontale reproduit les mêmes traits, commençant seulement à la division 40.

On fait placer le porte-mire au point dont on veut mesurer la distance à la station; il tient le jalon-mire dans le plan vertical de visée, mais incliné en avant ou en arrière, de façon qu'il reste toujours perpendiculaire à la ligne de visée; pour faciliter cette opération, la règle est munie d'un *viseur*, qui peut glisser le long de la règle, et au travers duquel l'aide doit apercevoir l'opérateur.

Ce dernier dirige la lunette vers le jalon-mire, et en combinant le jeu de la vis de calage avec le mouvement de l'alidade, il amène le voyant inférieur à coïncider avec

1. Poids du jalon-mire avec les trois voyants et le viseur, 2^k,100.

le trait ∞ de l'échelle verticale. L'image du second voyant indique la distance en mètres, d'après sa position par rapport aux divisions de l'échelle.

Dans le cas où le voyant inférieur cesserait d'être visible, l'aide pourra tenir le jalon-mire *horizontalement* et perpendiculaire à la ligne de visée. L'opérateur amènera l'un des voyants en coïncidence avec le trait ∞ de l'échelle horizontale, et l'image du second voyant y indiquera la distance en mètres.

L'erreur à craindre est d'environ 1 mèt., pour une distance de 100 mèt.; 2 mèt. pour 140 mèt.; 4 mèt. pour 200 mèt.; 6 mèt. pour 250 mèt.

Le micromètre de la lunette permet encore d'utiliser des *stadias* ou mires, divisées en parties égales, que l'on tient aussi dans un plan vertical, ou horizontalement, toujours perpendiculairement à la ligne de visée.

Suivant que l'on fait usage des deux traits dont l'intervalle porte la mention 1/100 ou 1/30, la longueur réelle, interceptée par ces traits sur la mire, est respectivement le centième ou le cinquantième de la distance. Ainsi, avec des *stadias* divisées en 0^m,10, ou en 0^m,04, on aura respectivement le nombre de 10 mèt. ou de 2 mèt., compris dans la distance, en lisant le nombre de divisions qui paraît compris entre les traits parallèles, écartés de 1/100 ou 1/30. Par l'emploi de ces stadias, on augmente la précision pour les distances de 200 mèt. à 400 mèt.

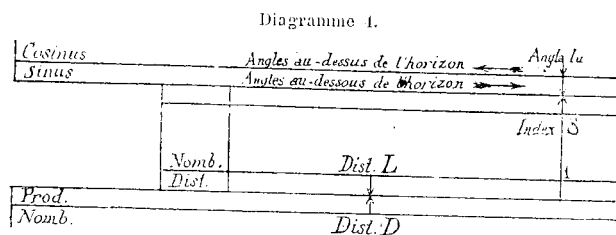
Les méthodes précédentes donnent, comme on le voit, la distance qui sépare l'instrument de la mire; cette distance est donc mesurée suivant l'inclinaison du rayon visuel, et doit être réduite à l'horizon pour être reportée sur le papier.

Cette réduction peut s'effectuer de deux manières :

1° Au moyen de la formule :

$$D = L \cos i = L \sin (100^\circ - i)$$

calculable à la règle, d'après le diagramme suivant :



Ainsi, une distance de 200 mètr., mesurée suivant une inclinaison lue de 20° (ascendante), ou de 80° (descendante), aura une valeur de 190^m, réduite à l'horizon.

On fera attention que sur l'échelle des *cosinus*, la chiffration des angles est faite de droite à gauche.

2° Par l'emploi de l'échelle de réduction qui accompagne l'instrument, et qui est fixée sur la planchette. Elle est utilisable pour l'échelle du 1/3,000 et celle du 1/10,000. On relève, à l'aide du compas, la longueur cherchée sur la ligne horizontale qui porte à ses extrémités le nombre de grades correspondant à l'inclinaison de la ligne de visée ¹.

Il est inutile de faire la réduction pour les inclinaisons inférieures à 5 grades.

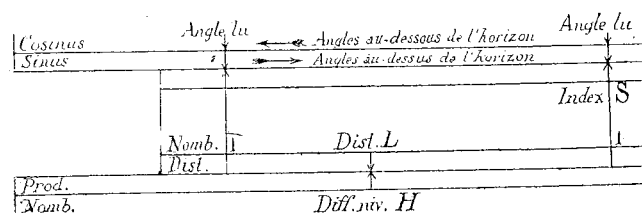
Pour obtenir en même temps le nivellement des points fixés ainsi par leur direction et leur distance, on visera le voyant du milieu du jalon-mire, préalablement fixé à la hauteur de l'instrument au-dessus du sol.

Le calcul de la différence de niveau s'exécutera à la règle, au moyen de la formule (2), traduite par le diagramme (1) identique à celui correspondant aux distances horizontales, si l'inclinaison est inférieure à 3° , et par le diagramme suivant (3), si cette inclinaison est supérieure :

1. Nous préférons de beaucoup l'emploi du calcul à la règle à celui de l'échelle de réduction.

Angles supérieurs à 3 grades (distance inclinée).

Diagramme 5.



Pour mettre la virgule à sa place, on consultera le petit tableau de gauche, sur le bord supérieur de la règle; son emploi est identique à celui du tableau de droite, que nous avons déjà expliqué.

Exemples. — 1° $i = 5^{\circ},40$; $L = 200^m$. On trouve le produit 17; en consultant le tableau, on trouve que H doit être un peu inférieur au dixième de L ; donc $H = 17^m$.

2° $100^{\circ} - i = 85^{\circ},30$; $L = 120^m$. On trouve le produit 275; en consultant le tableau, on voit que $i = 14^{\circ},70$ est compris entre $6^{\circ},36$ et 100° ; donc H est compris entre le dixième de L et L ; $H = 27^m,5$.

On fera attention, comme précédemment, que sur l'échelle des *cosinus*, la chiffraison des angles marche de droite à gauche.

Une autre méthode consiste à *filer les sections horizontales sur le terrain*. C'est celle qui permet de définir le plus rapidement et le plus exactement la forme du terrain dans les pays de collines. Dans les régions accidentées, on file quelques fragments de courbes, partout où le terrain permet de le faire sans trop de difficultés. La forme du sol sera mieux définie ainsi, que par des cotes isolées semées au hasard. L'instrument est installé en un point connu d'une section horizontale déterminée. La planchette étant bien horizontale, surtout dans le sens perpendicu-

laire à la direction de cette section, on dirige l'alidade du côté où la section doit être filée, après avoir mis la dent-arrêt dans le cran 100 du limbe. On fait placer le voyant-milieu du jalon-mire à la hauteur de l'instrument au-dessus du sol; le porte-mire pose ensuite le jalon en différents points de l'horizontale à tracer. Avant de construire ces points, l'opérateur *cale exactement la nivelle* et fait signe au porte-mire qui se déplace le long de la ligne de plus grande pente, de façon que le voyant-milieu apparaisse, *à quelques centimètres près*, sur la ligne zéro de l'échelle *grades*. Alors le pied du jalon est sur l'horizontale de la station. On trace la direction comme de coutume, et on relève la distance au moyen de l'échelle appropriée du micromètre.

Pour la détermination de chaque nouveau point, il importe de ramener la bulle de la nivelle entre ses repères.

Si la cote de la station n'est pas exactement égale à celle de l'horizontale à cote ronde à tracer, on tiendra compte de la différence, si elle est faible, en fixant le voyant-milieu à la hauteur convenable. Si le déplacement est insuffisant, on complétera la différence en installant la planchette plus haut ou plus bas sur le terrain de la hauteur voulue.

Enfin, dans l'emploi de ce procédé, on peut même se passer du jalon-mire; l'aide se place sur la section horizontale, en s'arrêtant tous les 10, 20, 40..., 100 mèt., distances déterminées par le nombre de pas correspondant; l'opérateur rapporte les points par leur direction et leur distance, et vise, au lieu du voyant moyen, la main de l'aide que celui-ci, après s'être retourné à chaque arrêt, tient à la hauteur instrumentale, généralement peu différente de la hauteur du coude.

16. — UTILISATION DE L'ÉCLIMÈTRE SANS ALIDADE
NI PLANCHETTE.

L'alidade et la planchette constituent le moyen pratique par excellence, pour construire rapidement et sûrement les positions de différents points du sol. Il peut arriver cependant que ces positions soient déjà fixées sur une carte existante, et qu'il s'agisse seulement de déterminer leurs altitudes. Il en serait ainsi, par exemple, d'un point dont la position est parfaitement reconnaissable sur la carte de l'État-major, mais qui est dépourvu de sa cote d'altitude : celle-ci peut être déterminée en mesurant, à l'échelle, les distances de ce point à ceux figurant dans le voisinage comme points cotés, et en déterminant l'inclinaison des visées qui y aboutissent.

Si la position du point sur la carte donnait lieu à quelque indécision, il serait facile de le construire avec une exactitude suffisante par des visées faites au moyen d'une boussole portative (*Goulier* ou *Hossard*), et rapportées comme d'habitude. C'est le problème que résout M. le colonel Goulier au moyen de l'*alidade nivelatrice*, utilisée avec un support quelconque, autre que la planchette (*Notions de topographie pour les alpinistes*). Nous avons eu l'occasion de nous servir avec succès de l'*éclimètre* dans des conditions tout à fait analogues; aussi croyons-nous devoir ajouter quelques mots sur cette application.

Imaginons l'*éclimètre*, rendu indépendant de la règle, et monté sur un petit support en buis muni d'une douille à axe vertical; cette douille peut coiffer un pivot conique également en buis, monté sur la tête d'un pied à trois branches pliantes, très léger. Le chapeau de la douille est muni d'une vis qui, une fois réglée, limite l'enfoncement du pivot et évite le coïncement. La verticalité du pivot s'obtient à vue d'œil.

Enfin, au lieu de se servir d'une boussole à main, on peut, comme nous l'avons fait, fixer au moyen de vis de pression une petite boussole ordinaire sur l'une des faces du support de l'éclimètre. On a ainsi le moyen de déterminer, à un demi-grade près, les angles azimutaux¹.

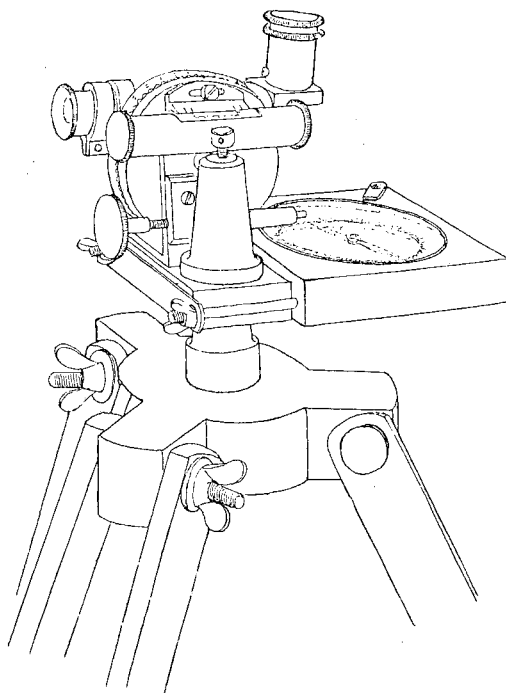


FIG. 9. — Vue de l'éclimètre utilisé sans alidade ni planchette.

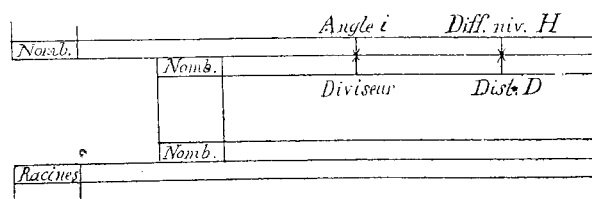
Sans doute ce procédé ne permet, ni d'exécuter une triangulation étendue, ni d'effectuer le levé complet d'une région; mais il est suffisamment exact pour construire les *points de remplissage* dans un rayon de 5 à 10 kilom., par

1. Ce dispositif, représenté sur la figure 9, pourrait être évidemment perfectionné par une construction plus soignée, et par la substitution du métal au bois, pour la douille et le pivot.

exemple, d'après d'autres points dont les positions sont fixées sur la carte. Quant à l'éclimètre, rien n'est modifié dans son emploi, pas plus que dans la méthode de calcul. On aura soin seulement de prendre note sur le carnet des angles azimutaux relevés sur le terrain.

Nous croyons intéressant de donner ici un moyen de calculer approximativement la formule : $H = D \operatorname{tg} i$, même si l'on ne dispose pas de la règle de l'éclimètre, en se servant d'une règle à calculs ordinaire, avec une exactitude suffisante pour obtenir sur le terrain un premier résultat approché. Le diagramme suivant représente l'opération à effectuer :

Diagramme 6.



On prendra sur l'échelle supérieure de la règle la valeur de i , exprimée en grades et fractions; si la visée a été faite au-dessous de l'horizon, on soustraira de 100° l'angle lu pour avoir l'angle i .

On prendra pour *diviseurs* les nombres suivants, d'après la valeur de l'angle i :

Valeurs de i comprises entre :

0 et 5 — 5 et 10 — 10 et 15 — 15 et 20 grades.

Diviseurs correspondants : { 63,6, 63,3, 62,8, 62,0.

Les réserves qui précèdent étant faites sur les limites d'application de ce procédé, surtout destiné à compléter le nivellement d'un levé déjà exécuté, nous croyons qu'il peut offrir certains avantages, particulièrement au point de vue des ascensionnistes qui voudraient profiter de la grande précision de l'éclimètre et n'emporter qu'un bagage insigni-

liant. En effet, ce dispositif ne conduit qu'à un poids *total* de 1^k,250 environ. Un pied de photographie très léger, de 0^m,50 de longueur replié, suffit pour cet usage; l'éclimètre, renfermé dans un étui résistant, et la boussole se placent facilement dans une poche.

Nous avons expérimenté ce dispositif pendant plusieurs mois, et nous l'avons trouvé très satisfaisant pour la détermination de points isolés destinés à combler les lacunes laissées par la carte de l'État-major, sur laquelle on est assuré de trouver des points trigonométriques de position et d'altitude certaine généralement distants de 4 à 5 kilom. Nous croyons que l'éclimètre de M. le colonel Goulier peut, même à ce point de vue secondaire, rendre de sérieux services; nous tenons cependant à répéter encore une fois que l'emploi de l'alidade avec une planchette, même de dimensions restreintes, devra être préféré quand il sera possible, parce qu'il comporte une plus grande généralité dans les applications, et plus de certitude dans les résultats planimétriques.

H. VALLOT,

Ingénieur des Arts et Manufactures,
Membre du Club Alpin Français
(Section de Paris).