

# INSTRUMENTS DE TOPOGRAPHIE AUTOMATIQUE

## DU GÉNÉRAL PEIGNÉ

Professeur de topographie à Saint-Cyr (1874-1877) — Chef de Missions topographiques de Tunisie (1881-1883).  
MEMBRE DU JURY DE LA CLASSE 15 (Instruments de précision) A L'EXPOSITION UNIVERSELLE DE 1900  
MÉDAILLE D'OR A L'EXPOSITION UNIVERSELLE DE 1900 (Classe 14)

Les instruments de topographie automatique ont été imaginés par le Général PEIGNÉ dans le but d'abrégé et de simplifier l'enseignement théorique de la topographie à l'École spéciale militaire de Saint-Cyr.

### UTILITÉ DES INSTRUMENTS DE TOPOGRAPHIE AUTOMATIQUE :

1° Chaque fois que l'instrument peut faire certaines opérations **automatiquement**, il y a tout bénéfice pour l'opérateur, économie de temps, fatigue d'esprit moindre, élimination de chances d'erreur.

2° Le topographe, n'ayant plus à faire que le **strict minimum** de lectures ou de calculs, peut consacrer toute son attention au terrain, examiner plus librement les formes, déterminer plus vite les points du canevas, et terminer sur place, **ce qui est essentiel**, le tracé de la planimétrie et des courbes de niveau.

Les instruments décrits sommairement ci-après répondent à ces desiderata. Ils sont universellement employés dans les services publics, tant civils que militaires, en France et à l'Étranger.

L'Éditeur : DELAGRAVE.

### RAPPEL SUCCINCT DES MÉTHODES <sup>(1)</sup>

**BUT :** RATTACHER EN PLANIMÉTRIE ET EN NIVELLEMENT DEUX POINTS VISIBLES L'UN DE L'AUTRE ET TRACER OU MESURER DES ANGLES HORIZONTAUX.

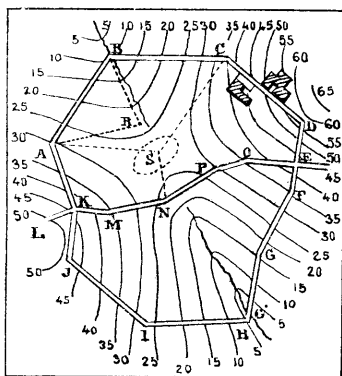


Fig. 1

**Planimétrie :** MÉTHODES : *intersection, recoupement, cheminement, rayonnement.*

La route A, B, C, D, E, F, G, H, I, J, K, A, est un *polygone de cheminement* se fermant sur son point de départ.

Le chemin E, O, P, N, M, K, partant du sommet E du polygone pour aboutir à un autre sommet K, est une *traverse*.

Si l'opération est bonne, le cheminement partant de A doit se fermer, sur le papier, exactement en A, en planimétrie et en cote. De même, la traverse partant de E connu en planimétrie et en cote, doit se fermer sur le sommet K du polygone.

Un point R, visé successivement des sommets A et B, est obtenu par *intersection*. En allant se placer en un point S, on l'obtient par *recoupement*, sur les points A et C, avec *vérification* sur le point N.

A chaque station, si l'on vise tous les points nouveaux, et, aussi, tous les points déjà placés, c'est-à-dire si l'on fait un *tour d'horizon* sur tous les points visibles, on fait du *rayonnement*, et l'on obtient

des *intersections* (R visé de A et de B, S visé de A et de C) et des *vérifications* (S, déjà visé de A et de C, visé de nouveau de N), etc.

*Règle générale pour la planimétrie :* POLYGONES FERMÉS et TRAVERSESES, avec TOUR D'HORIZON A CHAQUE SOMMET.

**Nivellement.** — Les mouvements de terrain se décomposent en angles dièdres dont l'arête est émoussée.

L'angle dièdre *convexe* est une *croupe* dont l'arête est la *ligne de faite*.

L'angle dièdre *concave* est une *vallée* dont l'arête est le *thalweg*.

(1) Le lecteur est supposé avoir toutes les connaissances nécessaires en topographie pour opérer avec compétence sur le terrain. Néanmoins il a paru utile de rappeler succinctement ici les méthodes employées. Les nombreux ouvrages de topographie donnent tous les détails d'application de ces méthodes.

Le *mamelon* est une élévation constituée par deux ou plusieurs croupes adossées et aboutissant à un sommet plus ou moins étendu.

Le *col* est le point le plus bas des lignes de faite de deux croupes opposées point à point (cote 52,50 des lignes de faite 70-52,50 et 52,50-68), et, aussi, le plus haut des thalwegs de deux vallées opposées (cote 52,50 des thalwegs 52,50-23 et 52,50-27.)

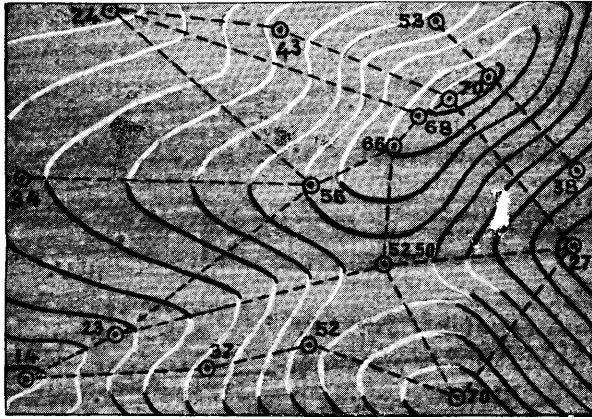


Fig. 2.

- 4° Sommets des *mamelons* ;
- 5° *Cols*.

La figure 2 indique les divers mouvements de terrain et l'emplacement des divers points du canevas de nivellement. Elle est la photographie d'un relief à gradins (système Bardin).

**En résumé**, les opérations sur le terrain comprennent 1° des mesures de longueur ; 2° des tracés d'angles horizontaux, à l'alidade et à la planchette ; 3° des mesures d'angles horizontaux, avec un cercle gradué ou à la boussole ; 4° des mesures de pentes ; 5° des calculs de différence de niveau.

Les instruments de *topographie automatique* font eux-mêmes la plus grande partie des mesures et des calculs nécessaires.

## DESCRIPTION SOMMAIRE DES INSTRUMENTS <sup>(1)</sup>

Ils se divisent en deux groupes, selon l'échelle du levé, le temps dont on dispose, la précision qu'on veut obtenir.

**1<sup>er</sup> Groupe.** — *Planchette à trépied, alidade autoréductrice et sa mire, boussole-alidade servant de déclinaire.*

Levés réguliers au 1/1000<sup>e</sup>, au 1/2000<sup>e</sup> et au 1/5000<sup>e</sup> — levés d'études, levés de bâtiments, de propriétés, de villages, etc. ; avant-projets de chemins de fer ou de tracés de routes, cadastre, tracés de courbes pour l'exécution des plans-reliefs des environs de garnisons ; assiette d'ouvrages de fortification.

**2<sup>e</sup> Groupe.** — *Boussole-alidade, carton à bretelles.*

Levés au 1/5000<sup>e</sup>, au 1/10000<sup>e</sup>, au 1/20000<sup>e</sup>, au 1/50000<sup>e</sup>, exécutés plus rapidement, mais avec une précision moins grande, quoique suffisante dans le cas des reconnaissances, levés préparatoires à l'établissement d'une carte d'ensemble, levés des champs de bataille, révision de la carte, levés d'itinéraires, voyages, etc.

## INSTRUMENTS DU PREMIER GROUPE

Dans un coin de la planchette (fig. 3) placer une boussole (2), tracer une ligne AB le long du biseau de la boîte. La planchette étant orientée, noter la division (17, par exemple) en face de l'aiguille. Aux autres stations, appliquer la boîte contre la ligne A B, de repère, et la tourner jusqu'à ce que l'aiguille marque la division 17. La planchette sera transportée parallèlement à elle-même (condition essentielle).

(1) Dans cette courte Notice, pour chaque instrument de topographie automatique, on s'est borné à donner le principe géométrique, une description très sommaire et le mode d'emploi spécial de l'appareil.

Les divers ouvrages de topographie décrivent, du reste ces instruments dans les plus grands détails.

(2) La boussole-alidade (voir, plus loin, *Instruments du 2<sup>e</sup> groupe*).

**Planchette.** — Tablette carrée de  $0^m40$  de côté ; se fixe au moyen d'une vis et d'un écrou à oreilles, sur un bloc de bois porté par trois pieds articulés.

La planchette se met en station horizontalement par un écartement convenable des pieds. L'alidade autoréductrice porte un niveau à bulle d'air qui permet d'assurer cette horizontalité.

**Alidade autoréductrice.** — Donne *sans calcul aucun* la distance horizontale de la station au point visé, et la différence de niveau de ces deux points. S'emploie avec une mire verticale munie de deux voyants distants de 3 mètres.

**Principe.** — M, station (fig. 4), N, point visé. Un aide tient la mire verticale en N. Le voyant inférieur P est à la même hauteur au-dessus du sol que l'ocillon de l'alidade ; donc M N et O P sont parallèles.

En plaçant d'une façon convenable la pinnule mobile sur le tube de l'alidade, et montant ou descendant le cadre porte-fils le long de cette pinnule, on arrive à bissecter les deux voyants par les deux fils transversaux du cadre.

Ces fils  $p$  et  $q$  sont distants, par construction, de 3 divisions qui représenteront alors des mètres de l'espace.

L'écart P Q des voyants étant de trois mètres, et le tube ayant reçu les mêmes divisions que la pinnule, la distance horizontale M R est représentée par  $o r$ , et la différence de niveau N R est représentée par  $p r$ , les triangles  $o p r$  et  $M N R$  ayant leurs côtés parallèles chacun à chacun.

La démonstration s'applique de la même manière au cas des visées plongeantes.

**Description.** — Une règle plate métallique (fig. 3 et 5) divisée en millimètres sur son biseau, porte un tube divisé, sur le côté droit, de 1 à 75, et, sur le côté gauche, de 75 à 150 — les divisions de droite sont le double de celle de gauche. Elle supporte deux pinnules, dont une mobile.

Le tube renferme un niveau à bulle d'air. Le calage se fait au moyen de la grande vis verticale. La rectification du niveau s'obtient par la méthode générale du retournement.

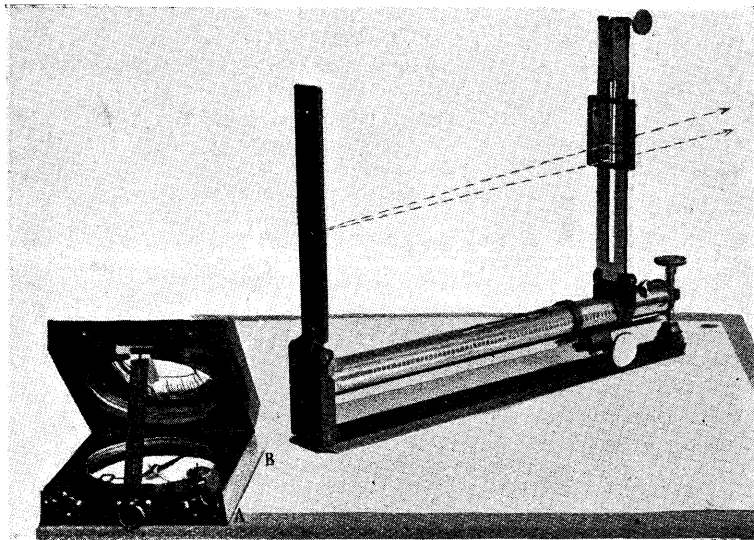


Fig. 3

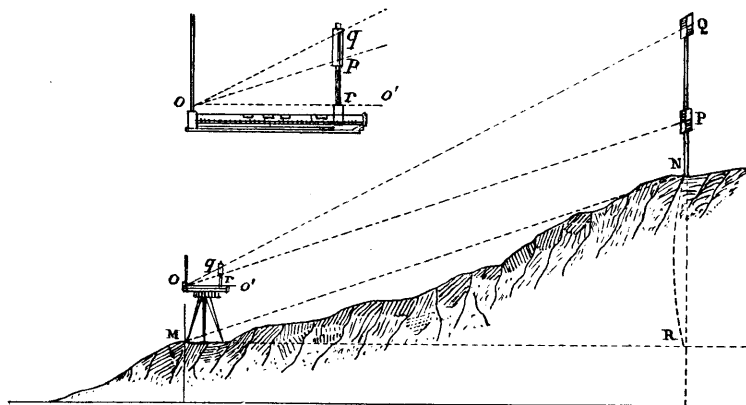


Fig. 4

La pinnule fixe porte trois ocillons ; la pinnule mobile, montée sur un curseur à crémaillère, est percée d'une large fenêtre dont les bords de droite et de gauche ont des divisions égales à celles des côtés correspondants du tube.

Un cadre mobile, actionné par un petit treuil sur lequel s'enroule le fil médian de visée planimétrique, se met le long de cette pinnule. Il a trois fils transversaux. Le fil inférieur correspond aux zéros des verniers. Trois divisions de gauche (de  $75^m$  à  $150^m$ ) sont comprises entre le fil inférieur et le fil moyen ; trois divisions de droite (de  $15^m$  à  $75^m$ ) entre les deux fils extrêmes.

Les pinnules se rabattent sur le tube pour le transport, et se relèvent pour l'emploi de l'instrument ; elles sont maintenues verticalement au moyen de petites goupilles qu'on engage dans un trou ad hoc.

La lecture des différences de niveau se fait à  $0^m05$  près au moyen de verniers, celle des distances horizontales, à  $0^m50$  près, en regard de l'index tracé sur le biseau du curseur.

La planchette (fig. 6) est mise horizontalement en station. La visée se fait par l'ocillon moyen. Les

deux œillets extrêmes ne servent que dans le cas de visées très ascendantes (œillet inférieur) ou très plongeantes (œillet supérieur). Dans ces deux cas il faut diminuer ou augmenter les indications numériques de la pinnule mobile, des quantités correspondant aux distances de l'œillet moyen aux deux autres (pour le nivellement).

Un aide porte une mire pliante, et se place face à la planchette, la mire verticale.

Lorsque les fils du cadre mobile semblent bien recouvrir les centres des voyants, ce qui s'obtient par tâtonnement avec une assez grande rapidité, la différence de niveau et la distance horizontale sont lues, *sans calcul*, sur l'appareil, comme il est dit ci-dessus.

### CAS PARTICULIERS

1° On connaît, par les opérations antérieures, la distance horizontale des deux points. Mettre l'index du curseur sur la chiffraison du tube, et lire la différence de niveau en visant le point avec le fil inférieur du cadre ; tenir compte de la hauteur de la planchette.

2° La distance est supérieure à 150 mètres. La diviser par 2, par 3, de manière à la ramener au-dessous de 150 mètres, puis, doubler ou tripler, selon le cas, la différence de niveau lue sur la pinnule mobile ; tenir toujours compte de la hauteur de la planchette.

3° Si le point à viser est caché par des herbes, des céréales, un obstacle de hauteur assez faible pour que le voyant inférieur soit visible, l'opération se fait comme si le point était visible.

4° Mesures des hauteurs des étages, fenêtres, d'un édifice (levés d'architecture), d'un arbre, etc. Déterminer la distance *horizontale* de la planchette à l'édifice, mettre l'index du curseur sur la chiffraison du tube et amener le fil inférieur du curseur en regard de chaque point à noter. Faire les lectures des hauteurs.

5° Une grande cheminée d'usine peut servir de mire. Par des mesures préalables, on obtient sa distance à la planchette et sa hauteur  $H$  comptée de son sommet à un repère remarquable vers sa base. Des autres stations, on se rattache à cette base verticale  $H$  qui figure les 3 mètres de la mire. Il suffit d'une quatrième proportionnelle pour déduire la distance vraie et la cote.

Fig. 5.

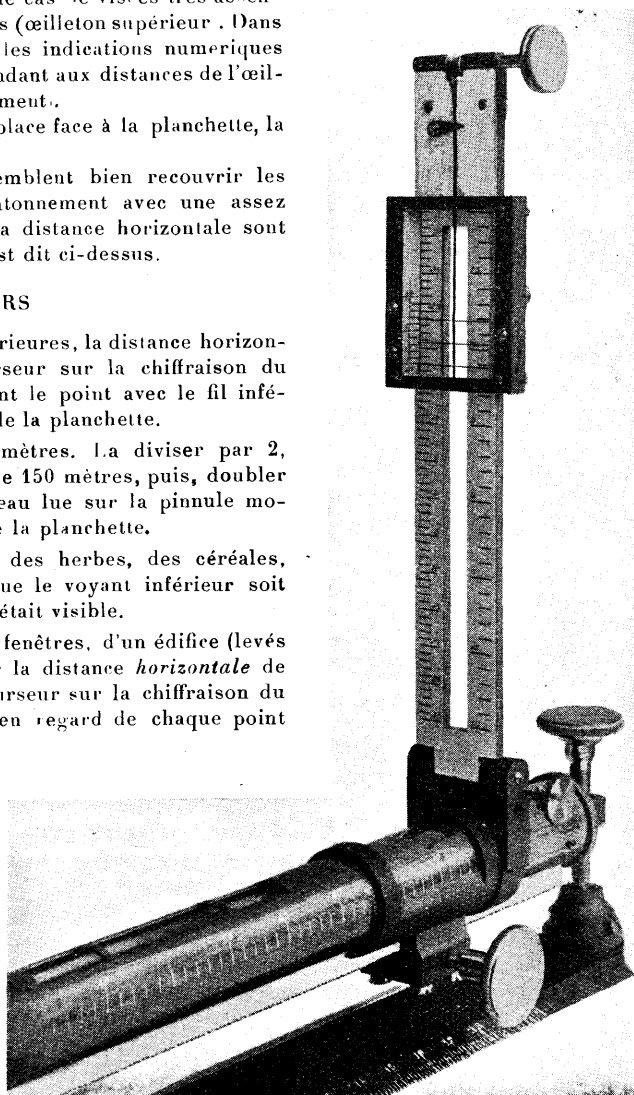
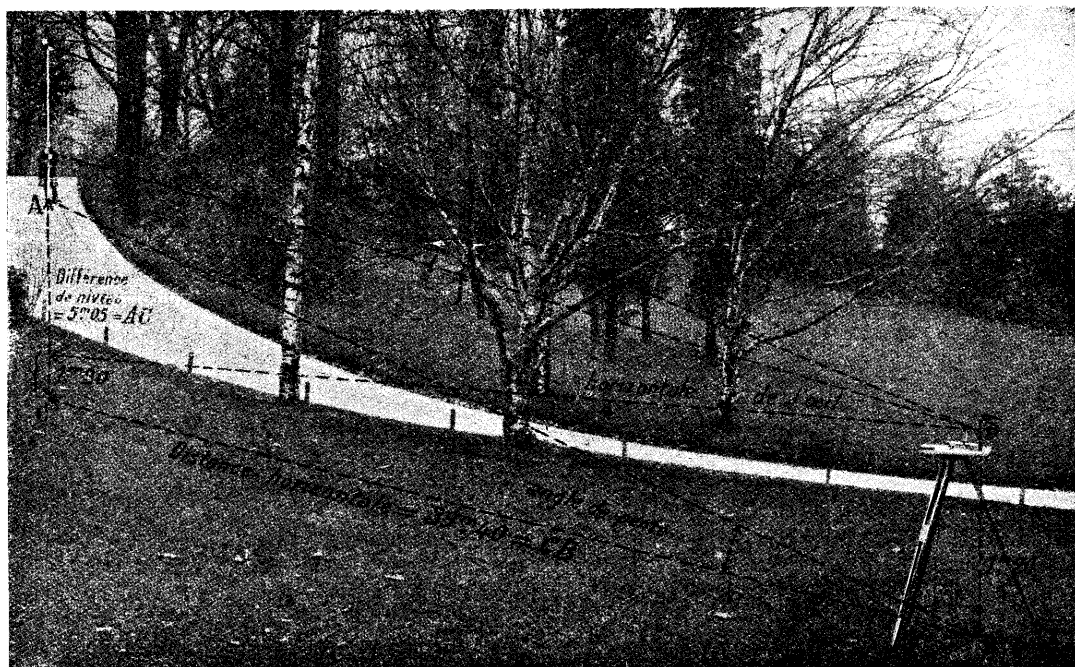


Fig. 6.



## INSTRUMENTS DU DEUXIÈME GROUPE

**Boussole-alidade** (fig. 3 et 7). — Petite boîte en bois avec couvercle à charnière. Le couvercle est muni d'un miroir percé d'une fenêtre avec deux fils convergeant vers le haut. La boîte contient une aiguille aimantée, en losange allongé, de 70 mill. et un petit perpendiculaire.

Une pinnule-œilleton qui se rabat sur la boîte pour la fermeture, maintient le couvercle à 45° sur la boîte lorsque le petit ergot de la pinnule s'engage dans un trou correspondant du couvercle.

La visée se fait par la fente de la pinnule.

Placer le point *au milieu* des deux fils qui semblent être parallèles par effet de perspective.

Le plan de visée est parallèle aux bords bizeautés de la boîte, celui de droite est divisé en millimètres. On peut coller une échelle de pas sur celui de gauche. Pour la visée, la boussole est tenue horizontalement de la main gauche, l'index de la main droite prêt à appuyer sur une petite tige F servant de frein et traversant, suivant son axe, le gros bouton molleté M (fig. 7 et 8).

Pendant qu'on place le

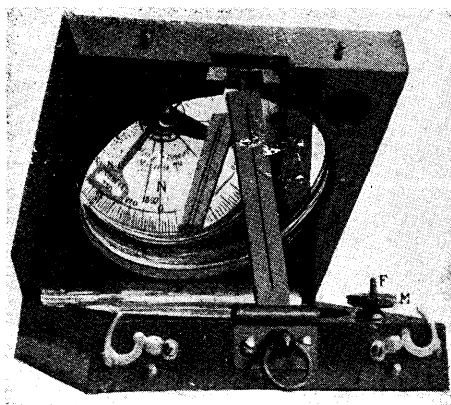


Fig. 7.

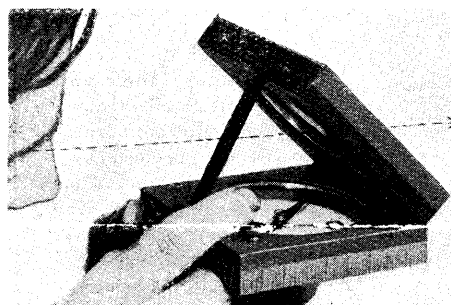


Fig. 8.

haut. La boîte contient une point entre les deux fils, on voit dans la glace l'aiguille osciller à droite et à gauche du méridien magnétique. On modère les oscillations avec l'index qui agit, par le frein F, sur un petit levier, puis, quand l'aiguille paraît bien stationner dans le plan magnétique, le point visé étant toujours entre les deux fils, on immobilise l'aiguille dans la boîte en appuyant fortement l'index sur le frein, et en serrant à fond le bouton molleté avec le pouce de la main droite. Avec un peu d'habitude, on fait cette petite manœuvre sans à-coup. L'aiguille quitte alors son pivot pour s'appuyer, par sa chappe, contre le verre qui le protège.

NOTA. — Dans la figure 8, pour bien montrer la manœuvre de l'index et du pouce sur la tige et sur le bouton molleté, on a supposé l'œil de l'opérateur à une dizaine de centimètres de la pinnule-œilleton. En réalité (fig. 9), l'œil doit être au plus près (1 cent. ou 2) de cette pinnule.

Le champ vertical de visée est assez étendu, surtout vers le haut. Pour les visées très plongeantes (fig. 10), tenir la boussole horizontale à hauteur du milieu de la poitrine, abaisser la glace de manière à voir directement le point au milieu des deux fils ; rabattre la pinnule de 25 ou 30° sur le limbe. Lorsque

l'œil voit *simultanément* le point entre les deux fils et l'ergot de la pinnule sur le diamètre N-S du limbe, c'est que la visée est bonne. Il suffit alors d'immobiliser l'aiguille comme il est dit ci-dessus en la surveillant directement.



Fig. 9. — Visées ascendantes

**Nivellement.** — En tenant le corps de la boîte verticalement, après avoir eu soin d'immobiliser l'aiguille, on vise par la pinnule-œilleton, et par le milieu des fils, le point dont on veut avoir la cote. En même temps, on voit, dans la glace, la pointe d'un petit perpendiculaire s'arrêter en face d'une division A du limbe, et on lit si la visée est ascendante ou plongeante. Prendre le plan de

visée parallèlement à la boîte et au plus près.

Sur le fond de la boîte (fig. 11), est collée une table graphique permettant de lire la différence de niveau, en fonction de la division angulaire A et de la distance horizontale qui aura été mesurée au près ou déduite du dessin par intersection ou recoupement.

Sur le couvercle extérieur de la boîte est également collée une petite instruction très sommaire.

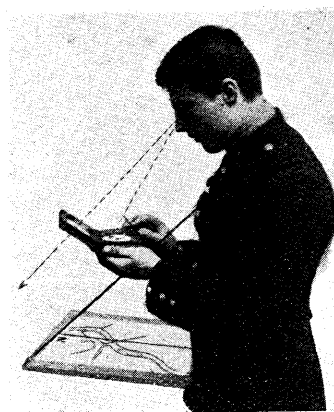


Fig. 10. — Visées plongeantes.

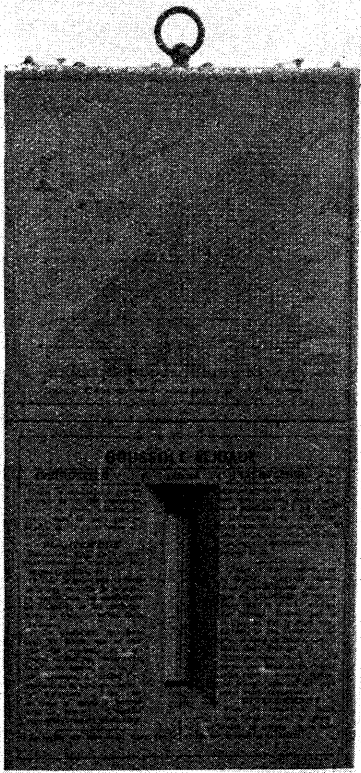


Fig. 11. — Échelle 1/2

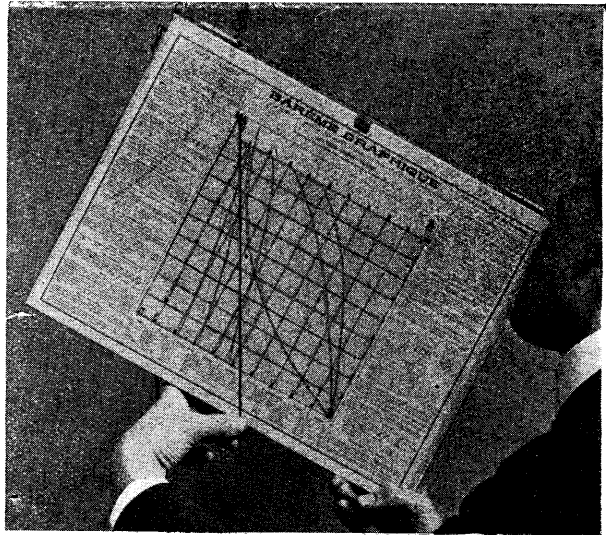


Fig. 12

### Carton à Bretelles

(fig. 9, 10, 12 et 13). Carton à soufflet; la face ardoisée porte des traits équidistants de 3 centimètres et parallèles au grand côté. Sur l'autre face (fig. 12) est collé un *barème graphique* permettant de faire toutes les opérations

arithmétiques, puissances, racines, logarithmes et trigonométrie. Une instruction en indique l'emploi qui est des plus simples.

Deux porte-crayons sont fixés sur le côté du carton qui est porté par l'opérateur (fig. 9, 10 et 13) au moyen d'une bretelle passant sur l'épaule gauche et revenant sous l'aisselle droite.



Fig. 13. — Report de l'azimut.

### Emploi de la boussole-alidade et du carton. — L'aiguille

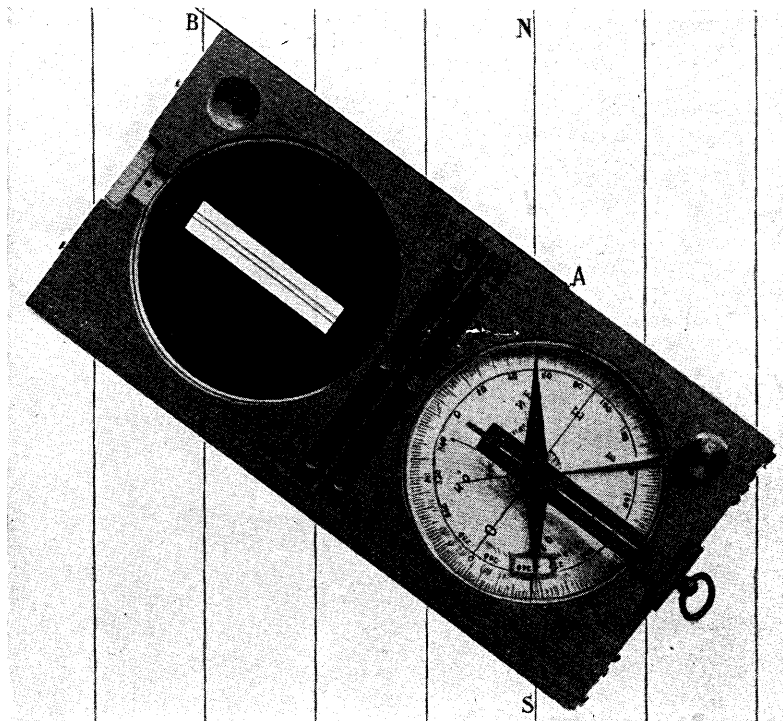


Fig. 14. — Echelle 1/2

étant immobilisée lorsqu'elle est dans le plan magnétique et que la visée sur le point est correcte, l'angle que forme le plan de visée avec la ligne Nord-Sud (magnétique) est l'*azimut*.

Avec les boussoles précédemment en usage, il fallait lire la division azimutale sur le limbe, puis la reporter sur le dessin du levé avec un rapporteur, d'où deux lectures, deux chances d'erreur. Avec la boussole-alidade, il est inutile de faire des lectures, et le rapporteur est constitué par la boussole elle-même qui opère *automatiquement*.

On a fixé, sur le carton ardoisé, la feuille destinée au levé, et on a tracé les parallèles N, S.

On pose à plat la boussole ouverte sur le carton (fig. 13 et 14) de manière

que l'aiguille recouvre très rigoureusement une ligne N S, la pointe bleue du côté Nord. L'angle azimutal est formé par la direction de l'aiguille et par le plan de visée, ou par les grands côtés de la boîte qui lui sont parallèles par construction

Il suffit donc de glisser la boussole de manière à faire passer l'un des bords bizeautés par le point A (station ou point visé) et de tracer *automatiquement* la ligne de visée A B, dans le sens convenable. Pour recouvrir, avec l'aiguille, une des lignes N S, placer d'abord la pointe Nord de l'aiguille sur cette ligne, et tourner la boussole autour de cette pointe jusqu'à ce que la pointe Sud vienne aussi sur la ligne N S. Un trait gravé sur l'aiguille, de pointe à pointe, facilite l'opération.

Il y a lieu de remarquer que la limite d'emploi de la boussole-alidade est la longueur *totale* de l'aiguille. Dans les boussoles impliquant l'emploi du rapporteur, la limite d'emploi est la  $\frac{1}{2}$  longueur de l'aiguille. La boussole-alidade a donc une précision *double* de celles de même rayon. L'ardoisage du carton sert lorsqu'on n'a que quelques détails à prendre sur le terrain pour compléter un levé déjà presque achevé. On reporte ensuite ces détails sur le dessin commencé.

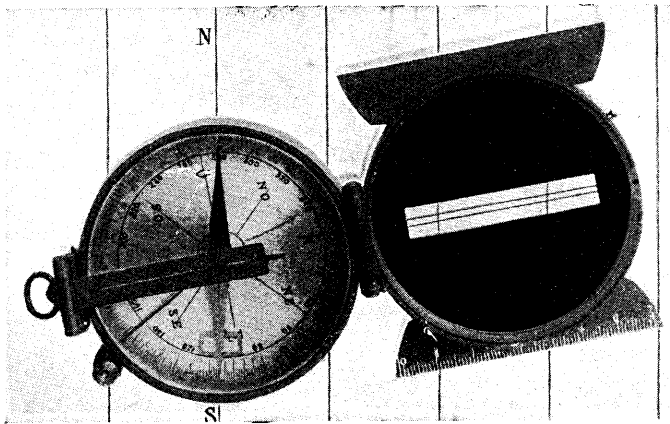


Fig. 15 — Échelle 1/4

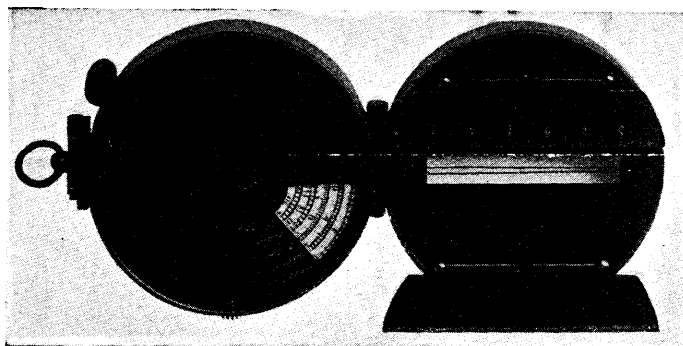


Fig. 16. — Echelle 1/2

*Nivellement* — On a décrit ci-dessus l'opération avec le perpendiculaire de la boussole et l'emploi de la table graphique collée sur le couvercle de la boîte. Si l'on a le carton à bretelles muni du barème graphique, on opérera, comme il suit, avec plus de précision (fig. 12).

Attacher un corps pesant (pierre, gomme élastique) à un fil fixé au zéro du barème. Viser par les porte-crayons, de manière qu'ils paraissent être concentriques et que le point visé soit au centre commun. La visée est d'une exactitude extrême. — Modérer les oscillations du fil, l'arrêter en inclinant légèrement le carton du côté opposé. Lire la hauteur, connaissant la distance horizontale. L'approximation est de l'ordre du 3<sup>e</sup> chiffre caractéristique.

**Boussole-alidade métallique** (fig. 15 et 16). — Est de forme circulaire, ce qui peut la rendre plus transportable dans la poche. Identique à la boussole en bois comme principe, emploi et précision, est plus lourde et plus résistante. Pour le report automatique de l'angle azimutal, la forme *carrée* nécessaire est obtenue au moyen de deux petits volets à rabattement.

La boussole-alidade métallique peut, à volonté, renfermer un curvimètre-roulette. Une petite molette (fig. 16) dépasse très légèrement le bord de la boussole et actionne un plateau dont les graduations sont celles des échelles usuelles.

**Boussole directrice** — La boussole-alidade remplit toutes les conditions imposées à la boussole directrice dont la circulaire ministérielle du 29 mars 1891 prescrit l'emploi.

Servant de rapporteur, elle permet la mesure des azimuts sur la carte; par son dispositif d'immobilisation de l'aiguille, elle peut conserver en évidence, pendant le transport, la valeur de l'*angle de marche*. Enfin, pour le service de nuit, elle peut recevoir un limbe gradué avec divisions en noir sur verre enduit de matière phosphorescente (*limbe lumineuse*). Pour trouver sa route, l'opérateur, faisant la visée, pivotera sur lui-même jusqu'à ce que la pointe indique, sur le cadran lumineux, la valeur de l'*angle de marche*. Il n'aura plus qu'à aller droit devant lui.