

Titre : Extrait du catalogue des instruments de sciences de Secrétan. Deuxième partie, premier fascicule : géodésie

Auteur : Secrétan

Mots-clés : Géodésie ; Mesure*Instruments ; Arpentage

Description : 55 p.: ill.; 24 cm

Adresse : Paris : Impr. J. Claye, 1874

Cote de l'exemplaire : CNAM-MUSEE IS0.4-SEC

URL permanente : <http://cnum.cnam.fr/redir?M9952>

1930

EXTRAIT DU CATALOGUE
DES
INSTRUMENTS
DE SCIENCES

DE
SECRETAN



DEUXIÈME PARTIE. — PREMIER FASCICULE

GÉODÉSIE

Prix : 1 fr. 50 cent.



PARIS

13, PLACE DU PONT-NEUF, 13

Ateliers : ~~8, rue Mithridate~~

98 place Dauphine
1874

ALAIN BRIEUX



ISO-4-SEC

M9952

RÉCOMPENSES

OBTENUES PAR LA MAISON

LEREBOURS & SECRETAN



1819. { M. LEREBOURS père est nommé *chevalier de la Légion d'honneur*.
Exposition des Produits de l'Industrie. MÉDAILLE D'OR.
1823. Exposition des Produits de l'Industrie. MÉDAILLE D'OR.
1827. Rappel de. MÉDAILLE D'OR.
1830. Société d'encouragement. MÉDAILLE D'OR.
1834. Exposition des Produits de l'Industrie. MÉDAILLE D'OR.
1839. Rappel de. MÉDAILLE D'OR.
1844. Rappel de. MÉDAILLE D'OR.
1847. M. LEREBOURS est nommé membre adjoint du
Bureau des longitudes.
1849. Exposition. MM. LEREBOURS et SECRETAN. MÉDAILLE D'OR.
1855. Exposition universelle des Produits de l'Industrie { MÉDAILLE DE 1^{re} CLASSE.
à Paris. MM. LEREBOURS et SECRETAN. { MÉDAILLE D'HONNEUR.
1865. Exposition internationale de Porto. M. SECRETAN. MÉDAILLE D'HONNEUR.
1866. Exposition de la Société philomatique de Bordeaux. DIPLÔME D'HONNEUR.
1866. M. LEREBOURS est nommé *chevalier de la Légion d'honneur*.
1867. Exposition universelle { Classe 12. MÉDAILLE D'OR.
{ Classe 9. MÉDAILLE DE BRONZE.
- Même Exposition. M. SECRETAN est nommé *chevalier de la Légion d'honneur*.

Des travaux considérables entrepris pour l'Observatoire national de Paris nous ont empêchés d'envoyer nos produits aux Expositions de Londres de 1851 et 1862.

Les retards que nous avons éprouvés dans notre fabrication pendant les années 1870-1871, et que nous avons eu à rattraper, nous ont aussi empêchés d'envoyer nos produits à l'Exposition de Vienne de 1873.

TABLE

PAR ORDRE ALPHABÉTIQUE

| | Pages. | | Pages. |
|-------------------------------------------------------------|--------|---------------------------------------------|--------|
| Alidades à lunette. | 9 | Mètres-cannes. | 4 |
| — nivellatrice. | 36 | — étalon. | 52 |
| — à pinnules. | 9 | — plats en noyer. | 4-52 |
| Alignements. | 25 | — pliants. | 53 |
| Anémomètres. | 49 | Mires parlantes. | 12 |
| Appareils auto-réducteurs de Peaucellier et Wagner. | 26 | — tachéométriques. | 28-31 |
| — du capitaine Groetaers. | 35 | — transparentes. | 49 |
| Balises. | 11 | — à voyant. | 12 |
| Baromètres anéroïdes. | 46 | Nautomètre Morel. | 34 |
| — Fortin. | 46 | Niveaux à arc de cercle. | 22 |
| Bâtons pour équerre. | 11 | — de Bertren. | 23 |
| Boussoles d'arpenteur. | 9 | — de Bourdaloue. | 20 |
| — Burnier. | 33 | — à bulle d'air. | 13 |
| — carrées pour planchette. | 8 | — à bulle indépendante. | 20 |
| — déclinatoire. | 9 | — Burel. | 33 |
| — éclimètres. | 24 | — cercle. | 21 |
| — Hossard. | 33 | — de Chezy. | 23 |
| — à la Messiat. | 24 | — dioptrique. | 16 |
| — à prisme. | 34 | — d'eau. | 14 |
| Calage des instruments. | 16 | — d'Egault. | 18 |
| Calibre Palmer. | 25 | — à lunette. | 18 |
| Cassettes de mathématiques. | 50 | — de pente. | 22 |
| Cercles géodésiques. | 37 | — à pinnules. | 15 |
| Chaînes d'arpenteur. | 4 | — sphériques. | 14 |
| Clisimètres. | 22 | Nivelettes. | 13 |
| Clitographes. | 22 | Nivellement. | 12 |
| Compas balustre. | 51 | Nivellement barométrique. | 45 |
| — d'épaisseur. | 52 | Olomètre de Porro. | 33 |
| — de réduction. | 52 | Pantographes. | 54 |
| — de poche. | 51 | Pédomètre. | 33 |
| — à verge. | 52 | Pieds à trois branches. | 11 |
| Décamètre à ruban d'acier. | 4 | — à six branches. | 11 |
| Déclinatoires. | 9 | Planchettes d'arpenteur. | 8 |
| Double décimètre. | 53 | — à la Cugnot. | 8 |
| Double prisme pour alignement. | 25 | — de Jhans. | 8 |
| Échelles barométriques. | 46 | Planimètres. | 55 |
| — divisées. | 53 | Pochettes d'ingénieur. | 50 |
| Équerres d'arpenteur. | 5 | Poches de mines. | 48 |
| — pantomètre. | 6 | Rapporteurs pour boussole de mines. | 48 |
| — à réflexion. | 33 | — en corne. | 53 |
| Fiches pour chaîne d'arpenteur. | 4 | — en cuivre. | 53 |
| Fils à plomb. | 11 | Rapporteur de M. Moinot. | 28 |
| Graphomètres. | 5 | Reconnaisances militaires. | 33 |
| Héliotropes. | 47 | Règles à calcul. | 54 |
| Instruction pour mesurer la hauteur des montagnes. | 46 | — logarithmique de M. Moinot. | 28 |
| Instruments diastimométriques. | 26 | Roulettes en bois pour décamètres. | 4 |
| Jalons en fer. | 11 | — Dupuis. | 55 |
| Lecture des angles. | 36 | Stadia militaire. | 34 |
| Levés à vue. | 33 | Table pour la mesure des altitudes. | 46 |
| Lunettes d'alignement. | 25 | Tachéomètres. | 26 |
| — d'officier. | 35 | Téléomètre du capitaine Gautier. | 35 |
| — de Rochon. | 26 | Téléomètre du colonel Goulier. | 35 |
| — Stadia. | 26 | Théodolites à réflexion d'Abbadie. | 44 |
| Mesures à coulisse. | 52 | — réitérateurs. | 44 |
| — divisées. | 52 | — répéteurs. | 39 |
| — des longueurs. | 4 | Topographie des mines. | 48 |
| — à ruban. | 53 | Trépied pour baromètre. | 46 |

GÉODÉSIE

La géodésie s'occupe, comme son nom l'indique, de la mesure exacte de la terre. Quand les portions à mesurer sont de petite étendue, elle prend le nom plus spécial de *topographie*. La topographie se contente, pour arriver à la connaissance des projections de divers points, de les supposer unis par des lignes droites formant un réseau de triangles que l'on résout graphiquement; quand on opère sur des terrains de grande étendue, cette méthode devient inexacte : les lignes unissant les différents points deviennent des arcs de grand cercle, les triangles sont sphériques. La manière d'opérer elle-même varie; si, comme dans les opérations topographiques, on partait d'un point toujours en cheminant, les erreurs s'accumuleraient, et l'on n'aurait aucun moyen de vérification; au lieu de cela les principaux points du terrain à représenter ont leur position rigoureusement déterminée d'avance sur le globe par trois coordonnées rapportées à l'équateur, au méridien principal et à la surface de la sphère.

La première opération dans toute triangulation géodésique consiste dans la mesure d'une base. Dans bien des cas il est possible d'éviter cette opération en s'appuyant sur des travaux préexistants. Nous n'avons pas indiqué dans ce catalogue d'appareils spéciaux à mesurer les bases; nous nous empresserons sur demande d'adresser tous les renseignements désirables sur ce sujet.

La topographie s'occupe de déterminer sur des *plans ou cartes topographiques* des terrains de faible étendue; elle doit donner avec le plus grand soin tous leurs détails, formes, accidents, les routes, chemins, habitations qu'ils renferment; elle n'a pas à tenir compte de la sphéricité de la terre. On voit de quelle utilité générale est cette science; le propriétaire, l'ingénieur qui trace routes et chemins de fer, l'officier en campagne sont obligés de la connaître; aussi a-t-on continuellement cherché à vulgariser, en les rendant commodes et peu coûteux, les instruments qu'elle nécessite et les méthodes qu'elle emploie.

Nous avons indiqué dans ce catalogue la plupart des instruments employés; nous avons mis à part et donné l'extension qu'ils comportent aux *instruments diastimométriques*, en faveur aujourd'hui, qui permettent d'obtenir avec précision et économie de temps et de personnel les ordonnées d'un point. Nous rappellerons ici que nous fûmes des premiers à construire ces instruments. Dans un autre chapitre nous avons réuni les instruments plus spécialement propres aux levés à vue, tels qu'on les exécute dans les reconnaissances militaires, avant-projets, etc. : il est à désirer que ces instruments se répandent dans l'armée, qu'ils arrivent à faire partie intégrante du bagage de campagne de chaque officier. En géodésie, nous avons indiqué les *instruments réitérateurs*, les *héliotropes*.

Nous tâcherons de nous tenir toujours au courant des perfectionnements survenus; nous comptons y être aidés par toutes les personnes qui s'occupent de cette science et qui nous trouveront toujours heureux de profiter de leurs conseils et disposés à leur prêter notre concours. Il y a cependant un écueil dont il faut savoir se garder, ce sont les perfectionnements qui consistent souvent à rechercher des procédés de construction qui n'arrivent à l'économie qu'aux dépens des qualités indispensables de précision que com-

porte l'instrument; aussi ne s'étonnera-t-on point de ne pas trouver dans ce catalogue des prix aussi réduits que chez quelques-uns de nos confrères; nous tenons à ne fabriquer et vendre que des instruments pouvant donner toute la précision dont ils sont capables; nous ne voulons pas non plus nous lancer dans la construction d'appareils surchargés d'accessoires à plusieurs fins et qui, en vertu même de leur construction, ne peuvent donner tout ce qu'on leur fait promettre.

Nous continuerons, en revanche, à apporter dans la construction tous les soins qu'elle exige, persuadés que nos clients sauront reconnaître qu'il est plus économique de payer un peu plus cher un instrument bien construit qu'un autre de construction légère.

Toutes nos lunettes sont achromatiques.

Tous les coulants de nos lunettes sont en bronze, ce qui évite une prompte usure.

Tous nos cercles sont divisés sur la machine à diviser de notre maison, dont on trouvera la description dans le 2^e fascicule, page 3.

Nos fioles de niveaux sont divisées sur verre, la chiffraison est sur cuivre.

Tous nos cercles et théodolites sont à alidades concentriques et munis des rectifications nécessaires.

Tous nos pieds d'instrument sont garnis en bronze, ce qui en augmente la durée.

Nos boîtes d'instrument, très-solides, garantissent parfaitement l'instrument, qui y est du reste calé.

Tous nos instruments sont réglés et vérifiés avant de sortir des ateliers.

Mesures de longueurs.

| | fr. | c. |
|---------------------------------------------------------------------|-----|----|
| 1 Chaîne d'arpenteur de 10 mètres, forte, avec fiches (fig. 1). . . | 5 | » |
| 2 La même, de 20 mètres. | 10 | » |

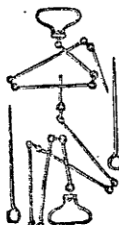


Fig. 1.

| | | |
|----------------------------------------------------------------------------------------------|----|----|
| 3 Fiches pour les chaînes ci-dessus, la dizaine. | 1 | » |
| 4 Décamètre à ruban d'acier avec fiches. | 15 | » |
| 5 Double décamètre à ruban d'acier | 25 | » |
| 6 Roulette en bois pour enrouler le décamètre n° 4 | 1 | 50 |
| 7 La même pour enrouler le double décamètre n° 5 | 2 | » |
| 8 Mètre plat en noyer, garni en fer et divisé en centimètres dans toute sa longueur. | 3 | » |
| 9 Double mètre, même construction. | 5 | » |
| 10 Mètre forme canne, dit mètre d'arpenteur. | 5 | » |

Voyez mesures divisées, page 52. Instruments diastimométriques, page 26.

Mesures des angles.

ÉQUERRES D'ARPENTEUR.

Nous avons complètement renoncé à la fabrication des équerres octogones, dont la précision ne pouvait égaler celle des équerres cylindriques qui atteignent le même but.

- | | | | |
|----|-------------------------------------------------------------------|-----|----|
| 11 | Équerre d'arpenteur cylindrique à fentes et fenêtres de 73 milli- | fr. | c. |
| | mètres de hauteur, avec étui en fer-blanc (fig. 2). | 10 | » |
| 12 | La même, avec centre. | 12 | » |

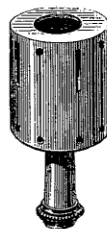


Fig. 2.

- | | | | |
|----|-------------------------------------------------------------------|----|---|
| 13 | Équerre d'arpenteur cylindrique à fentes et fenêtres, avec fentes | | |
| | en dessus pour opérer dans les pays montagneux. | 13 | » |
| 14 | La même avec centre. | 15 | » |

Graphomètres.

NOTE SUR L'EMPLOI DU GRAPHOMÈTRE.

Quand on veut obtenir les angles en degrés, minutes, secondes, on emploie un appareil à mesurer les angles, dit graphomètre. Le graphomètre est un demi-cercle évidé qui porte suivant deux de ses diamètres deux alidades à pinnules : l'une fixe qui correspond aux points 0° et 180°, l'autre mobile autour d'un axe perpendiculaire au plan du cercle ; le demi-cercle repose sur un trépied par l'intermédiaire d'un assemblage à coquilles avec douille ; il peut tourner à volonté autour d'un pivot engagé dans la tige et dans la boule de ce genou. Pour arrêter ce mouvement on se sert d'une pince armée d'une vis de serrage qui saisit le bord d'un plateau fixé à la tige du genou. Avec l'alidade fixe on vise un point A, et l'on porte ensuite l'alidade mobile sur un point B ; l'arc parcouru sur le cercle mesure l'angle.

Le graphomètre doit être soumis à une vérification rigoureuse en ce qui touche surtout le centrage de l'alidade mobile. On reconnaîtra si l'axe de rotation de l'alidade passe par le centre du cercle gradué, de la manière suivante : on a deux directions jalonnées ; sur l'une on dirige l'alidade fixe, sur l'autre l'alidade mobile ; les deux directions font ensemble un angle A. Cela fait, on dirige l'alidade mobile d'abord sur la première direction, en plaçant le 0 aux divisions 10, 20, 30, etc., du cercle gradué ; puis on la reporte sur la deuxième direction ; on voit à chaque fois quel angle elle a parcouru ; le centrage sera exact si cet angle est constant et égal à A. La différence ne doit jamais dépasser une à deux minutes.

On a construit des graphomètres à cercle entier, on a même ajouté une et deux lunettes ; nous croyons ces perfectionnements inutiles ; il vaut mieux, dans ce cas, recourir au cercle géodésique.

- 15 Graphomètre de 16 centimètres de diamètre, alidades à pin-
nules, avec pince et vis d'arrêt, pied et boîte (fig. 3)..
- 16 Le même de 22 centimètres.
- 17 Le même de 27 centimètres.

| SANS BOUSSOLE. | | AVEC BOUSSOLE. | |
|-------------------|----|-------------------|----|
| fr. | c. | fr. | c. |
| 50 | » | 60 | » |
| 60 | » | 80 | » |
| 80 | » | 100 | » |

Voyez Cercles géodésiques, page 37.

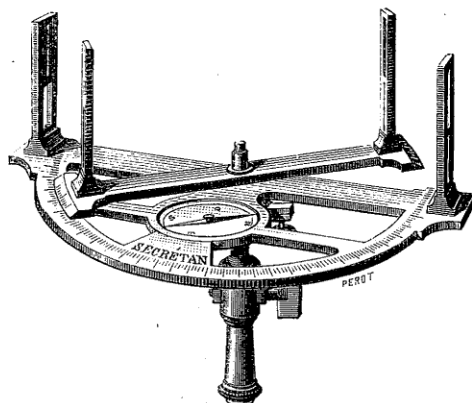


Fig. 3.

Équerres divisées ou Pantomètres.

Les Équerres pantomètres peuvent remplacer les Graphomètres dans la mesure des angles horizontaux.

- 18 Équerre divisée donnant les 2' par les verniers, 73 millimètres
de hauteur, avec bâton ferré (fig 4) 30 »

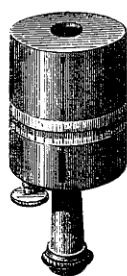


Fig. 4.



Fig. 5.

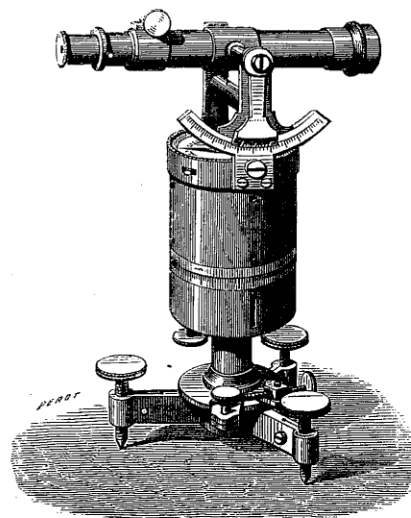


Fig. 6.

- 19 La même avec boussole et bâton ferré (fig. 5). 45 »

| | | | |
|----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|-------|
| 20 | Équerre divisée à boussole, avec lunette et niveau, genou à boule et pied à trois branches. | fr. c. | 100 » |
| 21 | La même avec triangle et pied à six branches. | | 140 » |
| 22 | La même avec arc de cercle vertical en plus (fig. 6). | | 160 » |

Planchettes.

NOTE SUR L'EMPLOI DES INSTRUMENTS POUR LE LEVER A LA PLANCHETTE.

Le lever à la planchette consiste à dessiner sur place, à une échelle donnée, le plan exact d'un terrain.

La planchette se compose d'une tablette rectangulaire en bois, de 50 ou 60 centimètres de côté, bien dressée, sur laquelle on tend la feuille de papier qui servira au dessin du levé; certaines planchettes portent deux rouleaux qui tendent le papier et évitent le collage; cette planchette est montée sur un pied à trois branches, auquel elle est reliée par un système qui permet de la placer horizontale, de la faire tourner sur elle-même dans son plan, et enfin de la fixer dans une position déterminée.

Différents moyens sont employés pour établir cette liaison entre la planchette et son pied. La planchette peut être supportée par un genou et une plate-forme à vis de pression; ce système ne donne pas assez de stabilité. Souvent le genou et la plate-forme sont remplacés par une base triangulaire à vis calantes, qui évite le défaut précédent, mais la planchette la plus souvent employée est encore la planchette à la Cugnot, qui permet d'arriver facilement à rendre horizontales deux directions rectangulaires de la face supérieure de la planchette, ce qui assure l'horizontalité de cette face tout entière.

La planchette est rendue horizontale à l'aide d'un niveau à bulle d'air que l'on porte dans deux directions rectangulaires jusqu'à ce que la bulle du niveau reste entre ses repères. Reste à marquer sur ce plan les directions qui vont de la station aux points qu'il s'agit de relever. Ces directions sont obtenues au moyen d'une alidade que l'on pose sur la planchette; l'alidade est à pinnules ou à lunette.

L'alidade à pinnules se compose d'une règle portant à chacune de ses extrémités une plaque perpendiculaire nommée pinnule, percée d'une fente longitudinale; les deux fentes sont dirigées de façon à déterminer un plan perpendiculaire au plan de la règle et parallèle au côté de cette règle; ce plan est le plan de visée. En plaçant l'œil près de la fente d'une des pinnules, on peut, en effet, diriger l'alidade sur un objet que l'on vise à travers la fente de la seconde pinnule.

L'alidade à pinnules ne permet pas la visée de points très-éloignés; on remplace alors les pinnules par une lunette munie d'une croisée de fils.

Les alidades demandent à ce que de temps à autre on leur fasse subir les vérifications suivantes :

S'assurer d'abord que le plan déterminé par les fils des pinnules ou le plan décrit par l'axe optique de la lunette est vertical; ce qui se fait en visant les divers points d'un fil à plomb, tendu à quelques mètres de distance.

Vérifier si le côté à biseau de la règle ou *ligne de foi* coïncide bien avec la trace du plan vertical des pinnules ou de l'axe optique; pour cela on vise une direction quelconque et on la marque au crayon en suivant la ligne de foi; on retourne l'appareil de 180° pour retrouver la même direction, et on promène de nouveau le crayon le long de la ligne de foi; la nouvelle ligne doit coïncider avec la première. S'il n'en est pas ainsi il faut corriger l'instrument de la moitié de l'angle trouvé. Pour les alidades à pinnules, le constructeur seul pourra corriger cette erreur; pour celles à lunette, il suffira de faire jouer les vis du réticule et de déplacer le fil vertical de la moitié de l'écart observé.

La planchette doit se transporter d'une station à une autre, toujours parallèlement à

elle-même; pour l'orienter, on se sert soit d'une petite boussole carrée fixée sur la planchette même, soit encore mieux d'une boussole dite *déclinatoire*. A la première station, on pose le déclinatoire sur la planchette, et avec un crayon on marque sur le papier le contour de la boîte rectangulaire, dont on a préalablement amené l'aiguille en face des deux zéros. Lorsqu'on se place à une autre station, on pose le déclinatoire exactement sur sa trace rectangulaire marquée au crayon et l'on fait tourner la planchette jusqu'à ce que l'aiguille revienne au zéro; on a alors obtenu l'orientation.

- | | | | |
|----|---------------------------------------------------------------------|-----|----|
| 23 | Planchette ordinaire à onglet, de 50 centimètres sur 50, avec genou | fr. | c. |
| | en cuivre, plate-forme à vis de pression et pied à trois branches | 30 | » |
| 24 | La même, avec rouleaux pour tendre le papier, de 50 centimètres | | |
| | sur 65 | 50 | » |

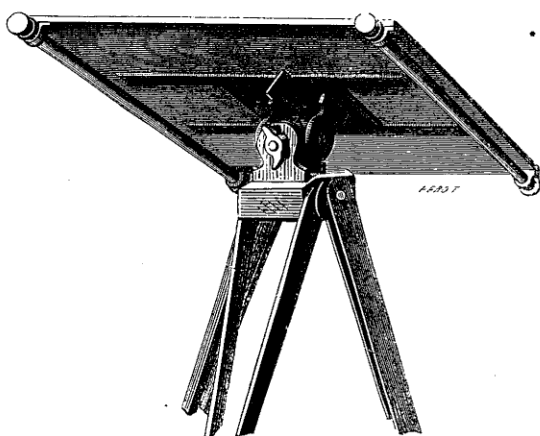


Fig. 7.

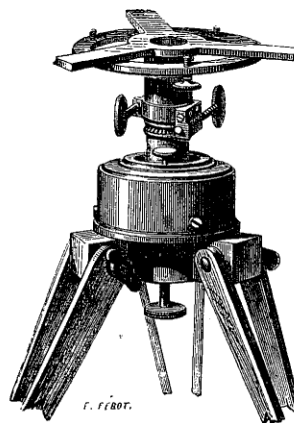


Fig. 8.

- | | | | |
|----|----------------------------------------------------------------------|-----|---|
| 25 | La même, avec base triangulaire à vis calantes, pied à six branches. | 90 | » |
| 26 | Planchette à la Cugnot, à mouvement horizontal et vertical, avec | | |
| | rouleaux et pied à six branches (fig. 7). | 110 | » |
| 27 | Planchette de Jhäns, avec niveau sphérique, rouleaux, pied à six | | |
| | branches (fig. 8).. . . . | 140 | » |

La planchette de Jhäns présente un avantage considérable : c'est de pouvoir être nivelée de suite, par le mouvement d'une seule vis et sans tâtonnement, quelles que soient les inégalités du terrain.

Le principe est bien simple : nous savons, en effet, que toutes sections d'un cylindre, obliques par rapport à son axe, contiennent au moins une horizontale; il suffira donc de faire tourner la section considérée autour de cette horizontale et d'amener une autre droite de cette section à être aussi horizontale pour que la section le soit tout entière. D'où découlent les opérations à faire pour mettre la planchette en station.

On place sur la planchette, en un point quelconque, un niveau sphérique, on fait tourner la planchette et le tronc de cylindre supérieur autour de son axe jusqu'à ce que la bulle du niveau soit dans le plan vertical passant par la vis destinée au mouvement de la planchette; on tourne cette vis dans un sens ou dans l'autre jusqu'à ce que la bulle arrive dans son repère; la planchette est dès lors horizontale et l'on serre la pince d'arrêt.

La planchette de Jhäns peut se déplacer dans son plan sans qu'il soit nécessaire de toucher au pied.

- | | | | |
|----|---------------------------------------------------------------------|---|---|
| 28 | Petite boussole carrée en acajou pour fixer sur la planchette, fond | | |
| | en papier. | 6 | » |

CATALOGUE SECRETAN.

| | | | |
|----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|----|
| | | | 9 |
| | | fr. | c. |
| 29 | La même, avec fond et coins en cuivre, cercle divisé. | 9 | » |
| 30 | Boussole dite déclinatoire, aiguille à chape d'agate, arcs de cercle divisés, boîte en acajou. | 20 | » |
| 31 | La même, avec boîte en cuivre. | 40 | » |

Alidades.

| | | | |
|----|--------------------------------------------------------------------------------------|----|---|
| 32 | Alidade à pinnules, règle en cuivre à biseau, de 55 centimètres (fig. 9). | 45 | » |
|----|--------------------------------------------------------------------------------------|----|---|

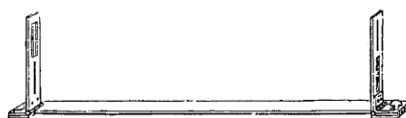


Fig. 9.

| | | LUNETTE renversante | | LUNETTE redressante | |
|----|----------------------------------------------------------------------------------|---------------------|----|---------------------|----|
| | | fr. | c. | fr. | c. |
| 33 | Alidade à lunette, règle en cuivre à biseau de 55 centimètres (fig. 10). | 60 | » | 65 | » |
| 34 | La même, avec niveau en plus. | 70 | « | 75 | » |
| 35 | La même, avec arc de cercle vertical divisé. | 90 | » | 95 | » |

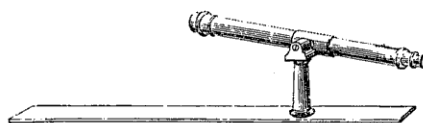


Fig. 10.

Alidade nivellatrice. Voyez n° 129.

Boussoles d'arpentage.

NOTE SUR L'EMPLOI DE LA BOUSSOLE D'ARPENTEUR.

La boussole d'arpenteur est une boîte en bois de forme carrée, de 20 centimètres de côté, fermée au moyen d'un couvercle à coulisse. Cette boîte présente intérieurement une cavité cylindrique recouverte d'un verre transparent, dans laquelle se trouve logé un limbe divisé en 1/2 degré. Au centre s'élève le pivot qui supporte l'aiguille. Celle-ci est formée d'une lame mince d'acier découpée en forme de losange allongé. On lui laisse, sur la moitié nord de sa longueur, la teinte bleue qui résulte du recuit de l'acier; la moitié sud est blanchie. Au milieu est une chape destinée à recevoir la pointe du pivot. Pour diminuer les frottements qui nuiraient à la mobilité de l'aiguille, on fait la pointe du pivot en acier trempé et poli et on garnit le fond de la chape d'une pierre dure d'agate. Pour éviter l'usure de la pointe quand on ne se sert pas de la boussole, une disposition permet de soulever l'aiguille et de la maintenir pressée contre le verre.

L'appareil visuel de la boussole est une alidade ou une lunette placée sur un des côtés de la boîte, dans une position excentrique; on rend cet appareil viseur susceptibles de

basculer autour d'un axe parallèle au plan du limbe ; cet axe est, par conséquent, horizontal quand le limbe lui-même est rendu horizontal. Tout est d'ailleurs disposé pour que la ligne de visée décrive dans son mouvement un plan perpendiculaire à son axe et parallèle au diamètre $0^{\circ} 180^{\circ}$ du limbe.

L'instrument est placé sur un pied de graphomètre, au moyen d'un genou à coquille. Il peut tourner à volonté autour d'un pivot engagé dans la tige et dans la boule de ce genou. Pour arrêter ce mouvement, on se sert d'une pince armée d'une vis de serrage qui saisit le bord d'un plateau fixé à la tige du genou.

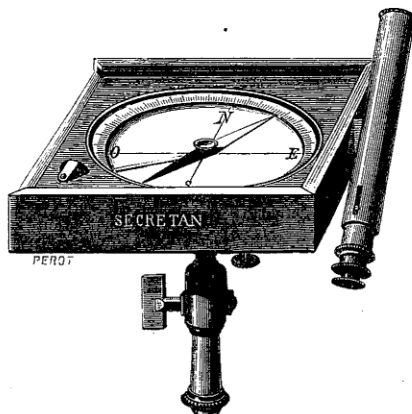


Fig. 11.

L'aiguille de la boussole doit être sensible. On la vérifie de la manière suivante : l'aiguille étant arrêtée devant une certaine division du limbe, on l'écarte de sa position d'un angle de 90° environ, et elle doit revenir se placer exactement devant la même division, après avoir exécuté 25 à 30 oscillations. Si elle s'arrête après un nombre moindre d'oscillations, c'est que le pivot serait émoussé ou que l'aiguille aurait perdu son aimantation.

Le pivot doit être placé exactement au centre du limbe, les extrémités de l'aiguille et le pivot doivent être en ligne droite. Pour vérifier s'il en est ainsi, on fait tourner la boîte de la boussole et on l'arrête successivement dans diverses positions ; si le pivot est bien centré et que les extrémités de l'aiguille forment avec lui une ligne droite, les lectures faites aux deux extrémités de l'aiguille doivent différer exactement entre elles de 180° .

Par défaut de construction, trois cas peuvent se présenter : 1° ou le pivot est centré tandis que les extrémités de l'aiguille ne sont pas en ligne droite avec lui ; 2° ou le pivot n'est pas centré tandis que les extrémités de l'aiguille sont en ligne droite avec lui ; 3° ou enfin le pivot n'est pas centré en même temps que les extrémités de l'aiguille ne sont pas en ligne droite.

Dans le premier cas, la différence de lecture ne sera jamais 180 , mais plus petite ou plus grande et restera constante ; dans le second et le troisième, elle pourra être 180 , mais sera essentiellement variable. Le second cas est le seul que l'opérateur pourra corriger en ramenant le pivot au moyen d'une pince. Pour les deux autres, il faudra s'adresser au constructeur.

Il faut aussi vérifier si l'axe optique de la lunette est perpendiculaire à son axe de rotation. Pour cela, la lunette étant dirigée sur un point très-éloigné, on fait tourner la boussole sur elle-même de 180° exactement et on retourne la lunette de manière à ramener l'oculaire vers l'observateur. S'il n'y a pas d'erreur de collimation, on retrouvera le point sur l'axe optique de la lunette.

Avec un peu d'habitude, on estime parfaitement les angles à 5 minutes près.

- | | | | | |
|----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|----|------|
| 36 | Boussole d'arpenteur à alidade, aiguille de 13 centimètres à chape d'agate, centre à vis d'arrêt, avec genou, pied à trois branches et boîte en noyer. | fr. | c. | |
| | | | | 60 » |
| 37 | La même, à lunette (fig 11). | | | 75 » |
- Boussoles éclimètres (voir n° 91 et suivants).

Fils à plomb.

- | | | | |
|----|---------------------------------------------------------------------------------------------|------|-------|
| 38 | Fil à plomb en cuivre de 27 millimètres de diamètre, à pointe d'acier, se refermant.. . . . | 5 | » |
| 39 | Fil à plomb en fonte de fer verni. | 1 25 | à 3 » |

Bâtons, jalons et pieds.

- | | | | |
|----|---------------------------------------------|---|----|
| 40 | Bâton ferré pour équerre (fig. 12). | 2 | 50 |
| 41 | Jalon en fer galvanisé. | 2 | 75 |



Fig. 12.

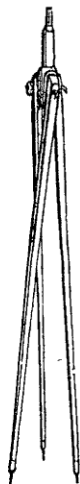


Fig. 13.

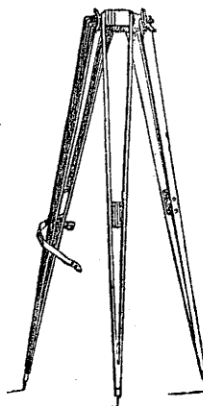


Fig. 14.

- | | | | |
|----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|----|
| 42 | Jalon en bois ferré, de 2 mètres de hauteur, peint en blanc et rouge de 50 centimètres en 50 centimètres. | 3 | 50 |
| 43 | Pied à trois branches, dit pied de graphomètre, en chêne, modèle fort (fig. 13). | 5 | » |
| 44 | Pied à six branches à plateau triangulaire (fig. 14). | 30 | » |
- Balise (suivant la demande).
Héliotropes (voyez page 47).

NIVELLEMENT

Mires.

Les mires employées généralement sont de deux sortes : la mire à voyant et la mire parlante.

La mire à voyant est une tige carrée de 2 mètres de hauteur, formée de deux parties qui s'emboîtent à rainure et languette, de sorte que la partie postérieure de la règle glisse dans la partie antérieure comme dans une coulisse, et peut s'élever au-dessus d'elle, de manière à porter la hauteur de la mire jusqu'à 4 mètres. Une plaque de tôle partagée en 4 parties égales, peintes alternativement en blanc et en rouge, appelée *voyant*, est fixée à la règle par un collier à vis; le contraste des couleurs permet d'en apprécier nettement le centre à de grandes distances, c'est par ce centre que passe la ligne de foi. Le voyant glisse le long de la règle; quand il est arrivé à la hauteur voulue, on le fixe en serrant la vis et on mesure la hauteur du centre de la plaque au-dessus du sol. Pour cela, la mire porte sur sa face postérieure une graduation en centimètres et le collier une graduation en millimètres dont le zéro correspond au centre de la plaque. Un sabot allongé, par lequel se termine le pied de la mire, aide à la maintenir dans une position verticale.

Si les mires à voyant sont presque toujours employées lorsqu'on se sert d'instruments imparfaits comme le sont les niveaux d'eau, en revanche dès qu'il s'agit de nivellements plus précis ou à longue portée, on emploie uniquement les mires parlantes.

Les mires parlantes sont des règles en bois dur, de 9 à 11 centimètres de largeur, portant une graduation rouge ou noire sur un fond blanc, avec des chiffres assez gros pour pouvoir être lus avec la lunette des niveaux. La largeur de chaque division est, suivant les besoins, de 1 centimètre, de 2 centimètres, de 4 centimètres; la chiffraison est en noir et ne marque que les décimètres. Les lunettes donnant généralement des images renversées, on a soin de renverser aussi les chiffres de la mire, afin qu'ils se trouvent droits à la lecture.

M. Bourdaloue a placé les chiffres horizontaux pour éviter les erreurs qui proviendraient du retournement de la mire; il a remplacé le chiffre 9 par la lettre N, le chiffre 5 par la lettre V; les chiffres du second mètre portent au-dessus d'eux un point, ceux du troisième mètre en portent deux et ainsi de suite.

Avec ces mires, l'opérateur n'a besoin de donner aucune indication au porte-mire pour lui faire abaisser ou élever le voyant; de plus, la cote étant lue directement sur la mire par l'opérateur lui-même, il n'est plus nécessaire d'avoir un aide exercé à la lecture.

- | | | | |
|---------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|----|
| 45 | Mire à voyant de 4 mètres, à coulisse en bois de 21 millimètres de côté, avec sabot en fer forgé (fig. 15). | fr. | c. |
| | | 30 | » |
| 46 | Mire à voyant forme canne, de 2 mètres, se devissant. | 15 | » |
| 47 | Mire parlante de 4 mètres, à coulisse, divisions peintes de centimètre en centimètre, chiffraison par décimètres (fig. 16). | 35 | » |
| Nous fournirons sur demande telle division que l'on désirera. Voir la note ci-dessus. | | | |
| 48 | Mire parlante, système Bourdaloue, de 4 mètres, à coulisse, divisions peintes de 2 centimètres en 2 centimètres. | 35 | » |

CATALOGUE SECRETAN.

43

48 bis Mire parlante anglaise, à coulisse. fr. 80 c. »

Cette mire en acajou se compose de trois parties qui, en se développant les unes au bout des autres, donnent une hauteur de 4 mètres.

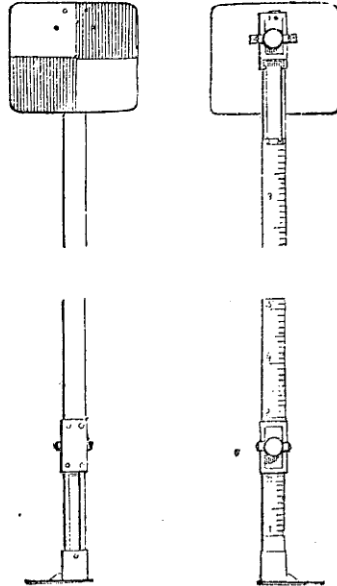


Fig. 15.

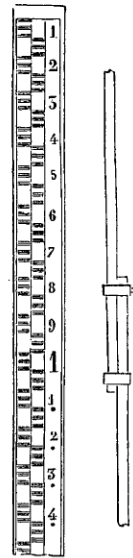


Fig. 16.

49 Nivelettes (jeu de trois nivelettes). 10 »
Mire Moinot (voyez n° 36).
Héliotropes (voyez page 47).

Niveaux à bulle d'air.

| | | | |
|----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|----|
| 50 | Niveau à bulle d'air en cuivre, avec fiole divisée et rectification, étui en fer blanc de 8 centimètres. | 4 | » |
| 51 | Le même, — 11 — | 4 | 50 |
| 52 | Le même, — 14 — | 5 | » |
| 53 | Le même, — 16 — | 6 | » |
| 54 | Le même, — 22 — | 8 | » |
| 55 | Le même, — 32 — | 13 | » |
| 56 | Niveau à bulle d'air en fonte de fer, avec fiole divisée et rectification, de 16 centimètres. | 5 | » |
| 57 | Le même, de 19 centimètres. | 6 | » |
| 58 | Le même, 22 — | 7 | » |
| 59 | Le même, 24 — | 8 | » |
| 60 | Le même, 27 — | 9 | » |
| 61 | Le même, 33 — | 11 | » |

| | | | |
|----|-----------------------------------------------------------------|-----|----|
| 62 | Niveau sphérique donnant l'horizontalité dans tous les sens, de | fr. | c. |
| | 55 millimètres de diamètre. | 4 | 50 |
| 63 | Le même, de 75 millimètres de diamètre. | 6 | » |

Niveaux d'eau.

| | | | |
|----|---------------------------------------------------------|----|---|
| 64 | Niveau d'eau en fer-blanc, avec pied (fig. 17). | 10 | » |
|----|---------------------------------------------------------|----|---|

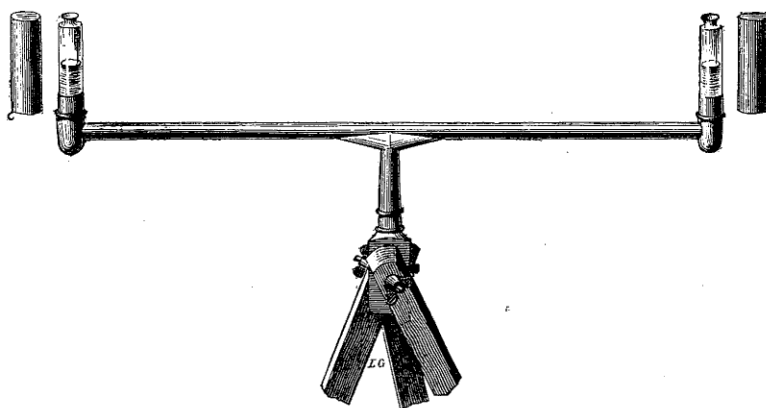


Fig. 17.

| | | | |
|----|------------------------------------------------|----|---|
| 65 | Le même, avec genou en cuivre et pied. | 15 | » |
|----|------------------------------------------------|----|---|

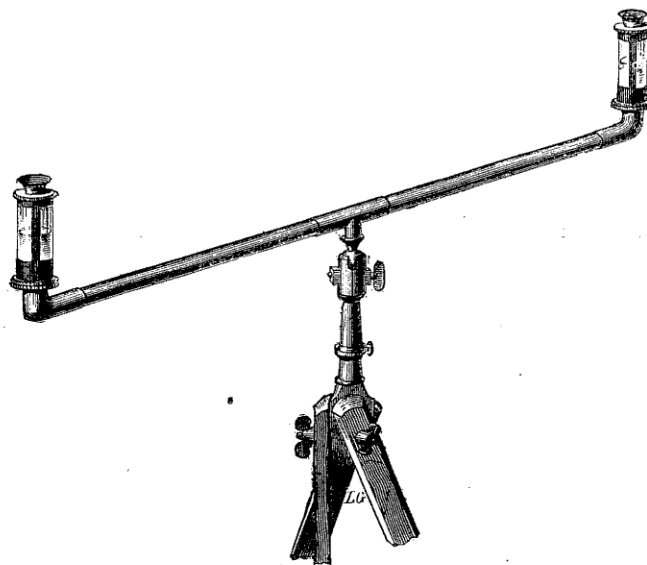


Fig. 18.

| | | | |
|----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|---|
| 66 | Niveau d'eau en cuivre, avec fioles en cristal garnies d'obscurateurs dans une boîte en noyer, avec pied (fig. 18). . | 35 | » |
|----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|---|

- 67 Niveau d'eau en cuivre se démontant en trois parties, avec fioles en cristal garnies d'obscureurs; le tout dans une boîte à poignée, avec pied (fig. 19, 20). 55 »

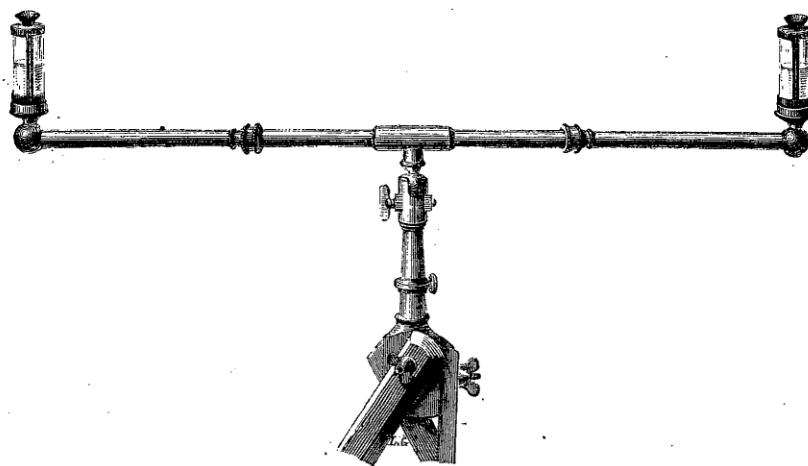


Fig. 19.

- 68 Le même modèle, très-portatif, dans une boîte renfermant en plus un bidon contenant l'eau nécessaire pour remplir l'instrument, avec pied. 55 »

Ce modèle est spécialement destiné aux opérations dans des terrains montagneux, là où le transport des instruments est pénible.

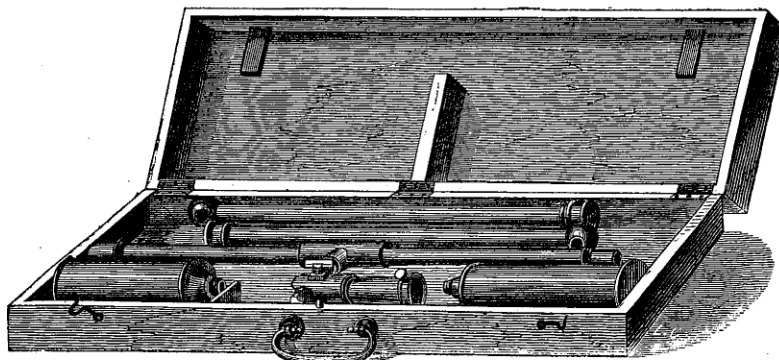


Fig. 20.

Niveaux à pinnules.

- 69 Niveau à pinnules en fonte de fer, monté sur base triangulaire à vis calantes, avec pied à six branches et boîte à poignée (fig. 21). 65 »
- 70 Le même, entièrement en cuivre. 120 »

- 71 Niveau dioptrique ou à pinnules optiques, avec pied à trois branches et boîte à poignée (fig. 22). fr. c. 70 »

Cet instrument, d'une construction nouvelle et fort ingénieuse, se recommande par la facilité avec laquelle on détermine la ligne de visée; il n'est pas toujours facile en effet de distinguer le deuxième menisque du niveau d'eau, ou la croisée de fils du niveau ordinaire à pinnules; le niveau dioptrique pare à ces inconvénients; la précision de cet instrument est double de celle des niveaux d'eau.

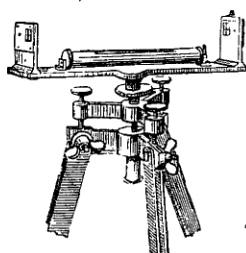


Fig. 21.

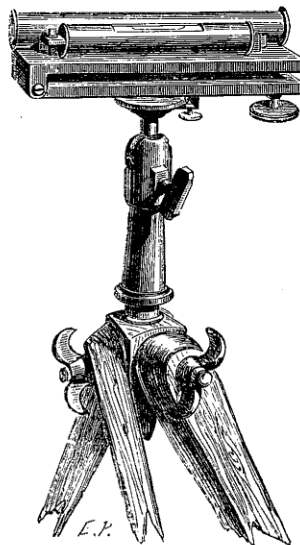


Fig. 22.

Méthode de calage des niveaux et en général des instruments de Géodésie.

Il existe trois procédés de calage généralement adoptés :

- 1° Le calage à l'aide de deux ressorts et deux vis ;
- 2° Le calage à l'aide de deux vis et deux charnières ;
- 3° Le calage à base triangulaire à trois vis calantes.

Ce dernier est le plus sûr, mais aussi le plus coûteux; nous l'employons de préférence dans la construction de tous nos instruments; nous pouvons, sur demande spéciale, exécuter tel calage que l'on désignera; nous allons ici expliquer une fois pour toutes comment l'on opère avec chacun de ces systèmes, en supposant le niveau réglé.

4° CALAGE A L'AIDE DE DEUX RESSORTS ET DE DEUX VIS.

L'instrument est supporté sur deux plateaux.

Pour rendre le plateau supérieur horizontal, on se sert de deux vis et de deux ressorts interposés entre les plateaux supérieur et inférieur. Les deux vis sont placées aux extrémités de deux rayons à angles droits l'un sur l'autre; les points où les ressorts soutiennent le plateau supérieur sont sur le prolongement des rayons passant par les pointes des vis. Il est clair, d'après cette disposition, que si l'on place d'abord l'axe de la

lunette dans le plan vertical passant par un de ces rayons, rien ne sera plus aisé, en manœuvrant la vis correspondante, que d'amener le plateau à une position telle que la bulle d'air du niveau corresponde à son zéro de graduation; dans cette position la ligne passant par le pied de cette vis et l'extrémité supérieure du ressort correspondant sera horizontale. Si l'on fait la même opération relativement à l'autre rayon et si l'on s'assure ensuite que pendant cette seconde opération on n'a en aucune façon altéré les résultats de la première, qu'aucune circonstance étrangère n'a dérangé l'instrument, on aura la certitude que le plateau supérieur sera horizontal, puisqu'il comprendra dans son plan deux droites horizontales perpendiculaires entre elles.

2° CALAGE A L'AIDE DE DEUX VIS ET DEUX CHARNIÈRES.

Dans ce cas, l'axe repose sur un premier plateau que supporte une charnière d'un côté et une vis de l'autre; cette charnière et cette vis se rattachent à un second plateau mobile, aussi au moyen d'une charnière et d'une vis. Ce second système faisant avec le premier un angle de 90°, on a ainsi deux directions rectangulaires que l'on peut rendre horizontales afin que le pivot soit vertical.

3° CALAGE A L'AIDE D'UNE BASE TRIANGULAIRE A TROIS VIS CALANTES.

L'instrument est supporté par un seul plateau, monté par une douille sur un trépied formé de trois branches égales, faisant entre elles des angles de 120° et terminées par des écrous dans lesquels passent trois vis, dont les extrémités s'engagent dans les crapaudines fixées au pied à six branches. L'horizontalité du plateau étant établie à vue, on amène le niveau à bulle d'air dans une direction parallèle à celle donnée par deux des vis calantes, que nous appellerons V_1 , V_2 , et en agissant sur l'une de ces deux vis, ou mieux sur les deux simultanément, mais en sens contraire, on amène la bulle entre ses repères. On place ensuite le niveau sur un diamètre perpendiculaire au premier, et au moyen de la vis V_3 (celle qui n'a pas encore servi) on ramène de nouveau la bulle entre ses repères. Il est évident que le plateau est alors horizontal, puisque deux lignes de son plan sont horizontales. Il est bon de répéter plusieurs fois l'expérience, pour assurer exactement l'horizontalité.

Description et usage du niveau d'Égault.

Ce niveau se compose d'une traverse fixée par un axe dans une douille portée par un trépied à vis calantes; aux extrémités de cette traverse, se trouvent deux montants verticaux ou étriers servant de supports à une lunette munie d'un réticule formé de deux fils en croix. La lunette repose sur ses deux étriers par deux anneaux cylindriques qui sont rigoureusement de même diamètre et exactement dans le prolongement l'un de l'autre. De cette façon, dans toutes les positions de la lunette, soit qu'on la fasse tourner sur elle-même, soit qu'on la retourne bout à bout, l'axe de ces deux cylindres conservera une position invariable. Un niveau à bulle d'air rectifiable par une vis est monté sur la traverse et sert à assurer la verticalité de l'axe. Pour s'assurer de cette verticalité, la traverse étant placée parallèlement à la direction de deux des vis du trépied, on cale le niveau en agissant sur ces vis; puis on retourne bout pour bout la traverse. Si la bulle revient entre ses repères, c'est que le niveau est bien réglé; sinon, il faut ramener la bulle en agissant pour la moitié du mouvement sur la vis de rectification du niveau, et pour l'autre moitié sur une des deux vis calantes. On met ensuite la traverse dans une direction perpendiculaire à la première, on ramène la bulle entre ses repères au moyen de la troisième vis calante, et l'on arrive ainsi, par tâtonnements, à rendre l'axe vertical et la traverse horizontale.

La lunette du niveau peut tourner sur elle-même entre les étriers qui la maintiennent,

mais elle est limitée dans ce mouvement par deux petits arrêts qui tournent avec elle et viennent butter contre les extrémités de deux vis buttantes fixées dans les montants; ces vis sont réglées de telle façon que, lorsque les arrêts de la lunette y sont amenés, celle-ci ayant été retournée bout pour bout ou simplement tournée sur son axe, un des fils du réticule se trouve parallèle à l'axe du système, c'est-à-dire vertical. On reconnaît que cette condition est remplie si, dans les quatre positions possibles de la lunette, le fil couvre exactement un fil à plomb placé au loin. Dans le cas contraire il suffira de corriger en agissant, moitié sur les petites vis buttantes, moitié sur le porte-oculaire que l'on fera tourner légèrement sur lui-même après avoir desserré la vis qui le guide dans le corps de la lunette.

Il faut encore s'assurer que la lunette est centrée, c'est-à-dire que l'axe optique coïncide avec l'axe de rotation. Cette condition est remplie lorsque, ayant visé un point déterminé, la coïncidence entre l'intersection des fils et l'image de ce point se maintient pendant qu'on fait tourner la lunette autour de son axe. Si la lunette n'est pas centrée, pour corriger ce défaut, on place à une certaine distance une mire dont on fait glisser le voyant jusqu'à ce que sa ligne de foi vienne se placer sur le fil horizontal et on lit sa hauteur. On tourne alors la lunette de 180° sur elle-même, de manière à ramener le même fil à la position horizontale; on ramène la ligne de foi du voyant en coïncidence avec ce fil et on lit sa nouvelle hauteur; prenant ensuite la moyenne des hauteurs précédentes, on y amène le voyant puis le fil du réticule, en agissant sur sa vis de rectification. On recommencera la même opération avec le deuxième fil. Il sera bon de répéter plusieurs fois ces rectifications pour arriver au centrage exact de la lunette.

L'axe optique coïncidant avec l'axe de figure, il faut maintenant le rendre perpendiculaire à l'axe vertical de l'instrument. On procède encore par retournement : après avoir visé une mire et lu la cote correspondante, on enlève la lunette de ses étriers et on retourne la traverse bout à bout ; puis on replace la lunette, et visant la mire indiquée plus haut, on lit de nouveau la cote qui devra être la même que la première, si l'axe optique est perpendiculaire à l'axe de rotation ; si ces cotes sont différentes, on corrigera de la moitié de la différence au moyen de la vis à carré placée sous un des étriers de la lunette. Lorsque cette rectification est faite, l'axe de la lunette est devenu perpendiculaire à l'axe vertical, et par suite est horizontal, la bulle du niveau étant entre ses repères. Dès lors, l'instrument est disposé à servir au nivellement.

Pour assurer l'immobilité de la traverse pendant une opération, celle-ci porte une pièce, munie à son extrémité d'une vis de rappel, qui vient se rattacher à une vis de pression pouvant courir autour d'un plateau faisant corps avec la colonne de l'instrument.

Le niveau d'Egault permet d'opérer, même lorsque les diverses rectifications ne sont pas exactement faites. Dans ce cas, il faut donner quatre coups de niveaux, deux en faisant tourner la lunette sur son axe de 180° , deux en la retournant bout à bout et en la faisant de nouveau tourner sur son axe de 180° ; la somme des quatre hauteurs observées, divisée par 4, donne la cote demandée.

Nous n'indiquons pas ici la manière de niveler, cela sort de notre domaine; nous renvoyons aux excellents ouvrages parus sur la matière.

Niveaux à lunette.

- | | | | |
|----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|----|
| 72 | Niveau d'Égault à lunette de 29 millimètres d'ouverture, 33 centimètres de longueur focale, avec crémaillère; tous les rappels nécessaires aux rectifications, plateau avec deux vis et deux ressorts de calage, pied à six branches, boîte à poignée et serrure. | fr. | c. |
| | | 195 | » |

- 73 Niveau d'Égault, même modèle, monté sur base triangulaire à vis calantes, avec vis de rappel pour les mouvements lents dans le sens horizontal (fig. 23). 210 »

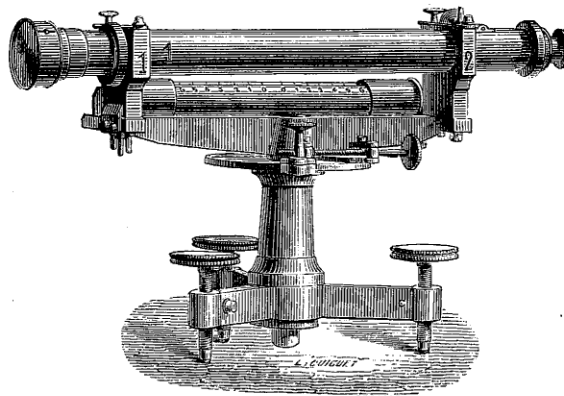


Fig. 23.

- 74 Le même, avec plateau divisé pour prendre les angles horizontaux. 230. »
 75 Le même, avec boussole de 7 centimètres de diamètre, barreau à chape d'agate, plateau non divisé (fig. 24). 230 »
 76 Le même, avec boussole et plateau divisé. 250 »

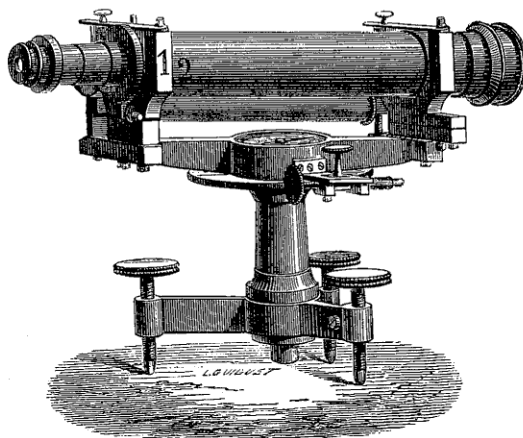


Fig. 24.

- 77 Niveau d'Égault semblable au n° 73, mais ayant une lunette de 42 millimètres d'ouverture, 33 centimètres de longueur focale, avec pied à six branches et boîte à poignée et serrure (fig. 23). 240 »

La lunette de cet instrument est très-puissante, malgré sa faible longueur; outre les deux fils en croix communs à tous les niveaux, elle en porte deux autres qui servent à apprécier les distances à l'aide d'une mire parlante : l'écartement de ces fils est exactement la centième partie de la distance focale principale de l'objectif.

Ce modèle a été construit sur la demande du DÉPÔT CENTRAL DE L'ÉCOLE DES PONTS ET CHAUSSÉES ; il est exclusivement employé par le SERVICE MUNICIPAL DE LA VILLE DE PARIS.

- | | | | |
|----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|-------|
| 78 | Le même, avec boussole de 7 centimètres de diamètre, barreau à chape d'agate (fig. 24). | fr. c. | 285 » |
| 79 | Le même, avec boussole et plateau divisé. | | 335 » |
| 80 | Niveau d'Égault, très-grand modèle, entièrement semblable au n° 74, mais dont la lunette de 42 millimètres d'ouverture et 48 centimètres de longueur focale le désigne spécialement pour les nivellements à grande portée. | | 300 » |
| 81 | Le même avec boussole. | | 350 » |
| 82 | Niveau, système Bourdaloue, avec pied à 6 branches et boîte à serrure et poignée (fig. 25). | | 450 » |

Ce niveau, destiné spécialement aux longues distances, tient du niveau d'Égault, le niveau à bulle d'air étant latéral à la lunette, et du niveau à cuvette en ce que la lunette repose sur ses étriers non par des anneaux en bronze, mais par des prismes à contacts en acier trempé. Le tube de la lunette est enveloppé d'un corps peu conducteur de la chaleur, de façon à en empêcher l'échauffement. Les procédés de rectification sont les mêmes que pour les niveaux d'Égault.

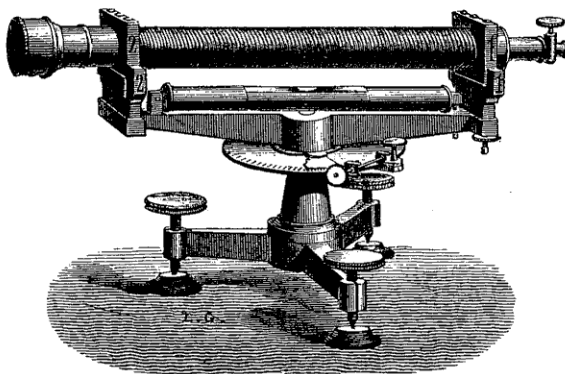


Fig. 25.

- | | | | |
|----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|-------|
| 83 | Niveau à bulle indépendante et à lunette de 35 millimètres d'ouverture, 32 centimètres de longueur focale avec pied à 6 branches, boîte à poignée et serrure (fig. 26). | | 280 » |
|----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|-------|

Pour éviter le retournement bout à bout de la lunette, opération pendant laquelle il peut lui arriver un accident, on a imaginé de construire un niveau d'Égault dans lequel le retournement de la lunette est remplacé par le retournement de la bulle.

Dans cet instrument, la lunette, au lieu d'être supportée par une simple traverse dont un des étriers peut s'élever ou s'abaisser au moyen d'une vis, est posée sur des étriers invariablement fixés à une première traverse. Cette première traverse repose sur une seconde; elles sont réunies, d'un bout par une vis, de l'autre par une charnière. Cette construction présente l'avantage d'avoir une ligne d'étriers invariable et de permettre à la lunette d'établir son contact sur toute la longueur des anneaux, ce qui ne pouvait avoir lieu avec un des étriers mobiles, et ce qui diminue l'usure. La bulle est indépendante, elle est placée à l'aplomb de la lunette et repose sur les anneaux de celle-ci au moyen de deux fourches métalliques; un système de leviers et d'excentriques permet soit de la fixer complètement pour le transport de l'instrument, soit de la soulever seulement pour son retournement, soit enfin de l'enlever tout à fait.

On rend l'axe vertical et on centre la lunette comme nous l'avons indiqué en parlant des niveaux d'Égault.

Néanmoins on a toujours recours à la méthode des compensations : on amène la bulle entre ses repères au moyen de la vis de la traverse et on prend une première cote. Puis on fait tourner la lunette autour de son axe de 180° et en même temps on soulève la bulle, on la retourne de 180° et on la pose de nouveau sur les anneaux de la lunette. On la ramène entre ses repères et on prend une seconde cote. La cote vraie est la moyenne des deux cotes.

L'instrument porte une chiffraison sur ses divers organes, qui permet d'éviter les erreurs de retournement. Le côté droit de l'étrier situé près de l'oculaire, la partie du tube de la lunette située près du collet correspondant et une des extrémités du niveau à bulle d'air portent le chiffre 1 ; le côté de l'étrier situé près de l'objectif, la partie du tube de la lunette diagonalement opposée à celle marquée 1 et le côté opposé de l'extrémité du niveau marqué 1 portent le chiffre 2. — On est assuré de ne pas s'être trompé dans les retournements, quand la première position a donné les trois chiffres 1 du côté droit de l'oculaire, et que la seconde position a donné les trois chiffres 2 du côté droit de l'objectif.

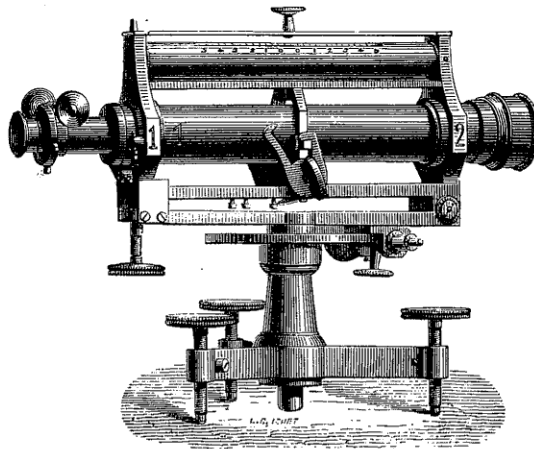


Fig. 26.

- 84 Niveau-cercle dit à cuvette, lunette à crémaillère de 29 millimètres d'ouverture, 27 centimètres de longueur focale, pied à six branches et boîte à poignée et serrure (fig. 27). 200 »

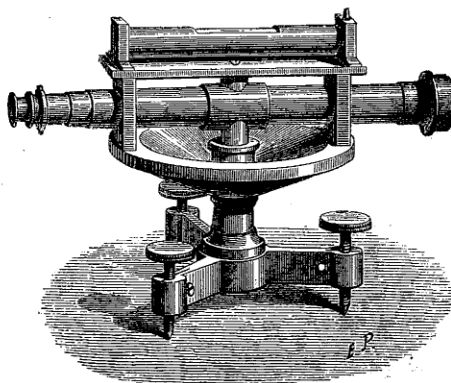


Fig. 27.

Dans ce niveau la lunette est fixée à deux prismes carrés, lesquels courent sur le limbe d'une cuvette très-solide, fixée sur une colonne que l'on rend verticale à l'aide des vis calantes. Au milieu

de la lunette est un double pivot dirigé perpendiculairement à son axe de figure; un bout du pivot pénètre au centre de la cuvette; sur l'autre bout on place un niveau à bulle qui vient reposer sur les prismes carrés de la lunette.

Pour rendre le limbe de la cuvette horizontal, on place dessus le niveau à bulle d'air et l'on opère comme il a été dit en parlant du calage des instruments.

Le centrage de la lunette s'opère comme nous l'avons dit en parlant des niveaux d'Egault.

Les lectures se font aussi de la même façon.

Cet instrument est simple, difficilement dérangement. Une disposition spéciale permet de réunir la monture de la fiole placée sur la lunette à la cuvette même. On peut ainsi transporter l'instrument tout monté d'une station à une autre. Comme dans le niveau à bulle indépendante, des chiffres gravés préviennent les erreurs pouvant provenir des retournements.

Niveaux de pente ou Clisimètres.

Les instruments que nous avons indiqués sous le nom de niveaux à lunette donnent à l'aide d'une ligne horizontale la différence de niveau entre deux points. Ce n'est pas la seule manière d'obtenir une différence de niveau; il existe des instruments donnant directement l'angle de pente; on les appelle *clisimètres*.

Le plus simple de tous est connu généralement sous le nom de niveau de maçon. Il consiste en un triangle isocèle rectangle en bois ou en métal; au sommet se trouve fixé un fil à plomb; un arc de cercle gradué dont le centre est au sommet du fil à plomb vient se fixer aux deux côtés de l'angle droit. Les divisions du cercle indiquent sans calcul la pente de la ligne de base de l'instrument avec l'horizontale.

L'emploi des niveaux de pente est très-limité; il ne doit pas excéder des longueurs de 30 à 40 mètres; le plus employé est le niveau de Chezy, dont nous donnons la description.

| | fr. | c. |
|------------------------------------------------------------------------------|-----|----|
| 85 Clitographe à cadre divisé (<i>niveau de maçon</i>), à une échelle. . . | 30 | » |
| 86 Niveau avec $1/4$ de cercle, vis de rappel, dans une boîte. . . . | 30 | » |

Cet instrument est très-commode pour se rendre compte de la déclivité d'un plan de petite surface; il est très-commode pour s'assurer de la position d'axes qui ne sont ni verticaux ni horizontaux.

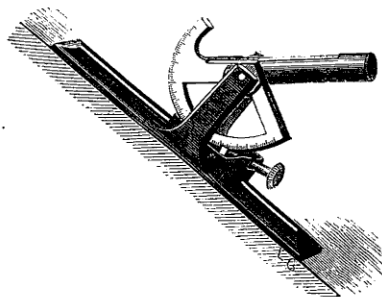


Fig. 28.

| | | |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|---|
| 87 Le même, de grande précision, niveau à bulle d'air rectifiable, avec cercle divisé sur argent, vernier et loupe donnant les 30'' (fig. 28). | 130 | » |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|---|

Cet instrument peut servir à déterminer la position d'axes d'instruments d'astronomie.

- | | | | |
|----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|---|
| 88 | Niveau de pente de Chezy monté sur plate-forme, avec deux vis et deux ressorts pour le calage, avec pied à 6 branches, boîte à poignée et serrure. | fr. . c. | |
| | | 170 | » |
| 89 | Le même, avec base triangulaire et vis à caler (fig. 29).. . . . | 190 | » |

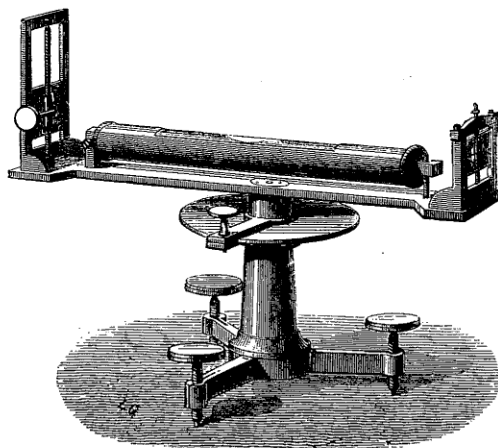


Fig. 29.

Le niveau de pente de Chezy est en principe un niveau à pinnules. Chaque pinnule porte une fenêtre garnie d'un réticule, et à côté un petit trou qui sert à viser; le trou de l'une correspond à la croisée des fils de l'autre; l'une des pinnules est de faible hauteur et n'est mobile que pour être rectifiée au moyen d'une vis à clef; l'autre pinnule est beaucoup plus haute, elle est mobile dans son cadre au moyen d'une vis; le bord vertical du cadre porte une graduation en pentes, et le bord vertical de la pinnule, qui touche à cette graduation, porte un vernier dont le zéro est sur la même horizontale que la croisée des fils du réticule. Lorsque le zéro du vernier est sur le zéro du cadre, la ligne de visée, qui joint le trou de la pinnule immobile à la croisée des fils de la grande pinnule, est horizontale, pourvu, bien entendu, que l'appareil soit en station. Supposons qu'on veuille tracer une direction formant une rampe de $2/100^e$, on met le zéro du vernier avec la division $2/100^e$ du cadre, et alors la ligne de visée, au lieu d'être horizontale, est inclinée de $2/100^e$; si l'on place le centre du voyant d'une mire sur cette ligne de visée, la droite qui joint le centre du voyant aux pinnules sera inclinée au $2/100^e$.

Lorsque c'est une pente et non une rampe qu'il faut tracer, l'observateur regarde par le trou de la grande pinnule et s'aligne sur la croisée des fils de la petite pinnule. Le niveau de pente de Chezy se règle comme le niveau ordinaire; pour reconnaître si la ligne de visée est horizontale, lorsque le zéro du vernier coïncide avec le zéro du cadre, on opère par retournement, comme nous l'avons déjà dit.

- | | | | |
|----|---------------------------------------|---|---|
| 90 | Niveau de pente de M. Bertren.. . . . | » | » |
|----|---------------------------------------|---|---|

M. Bertren, chef de section aux chemins de fer russes, a imaginé un niveau à pendule qui permet d'opérer avec la plus grande rapidité.

Il se compose d'une boule pesante suspendue à une tige métallique qui se termine à un miroir plan; l'ensemble peut osciller autour d'un joint à la Cardan, le pendule a donc toute facilité pour se placer dans la verticale; en ce moment le miroir est horizontal. L'observateur place l'œil dans le plan du miroir; il reconnaît qu'il est bien dans ce plan lorsque la ligne de foi du voyant vient se confondre avec son image réfléchie sur le miroir. On voit l'avantage de ce système, ce n'est plus seulement une horizontale que l'on a à sa disposition, mais bien un plan horizontal. La rectification de l'instrument se fait aussi par retournement.

Boussoles éclipimètres.

Les boussoles éclipimètres se composent d'une boussole d'arpenteur donnant les angles horizontaux et d'un cercle vertical dans le plan duquel se meut une lunette permettant de prendre les angles de pente.

Tout ce que nous avons déjà dit à propos de la boussole d'arpenteur et du niveau s'applique à leur usage et nous dispense d'autres explications.

Nous avons disposé les n^{os} 93 et 97 de façon à pouvoir rectifier la lunette par retournement; elle est à cet effet montée comme celle des niveaux d'Egault.

Les n^{os} 94 à 96 construits entièrement en cuivre, avec grande précision, portent un cercle divisé horizontal, concentrique au limbe de la boussole et qui peut à volonté l'accompagner dans son mouvement autour de l'axe vertical. Cette disposition permet la répétition des angles en azimut. (Voyez page 36).

Les lunettes des boussoles, n^{os} 91 à 97, peuvent sur demande être converties en lunettes Stadia.

- | | | | | |
|----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|----|--|
| 91 | Boussole tranche-montagne ou à la Messiat, avec lunette, cercle vertical et niveau; calage à deux vis et à charnières. . . . | fr. | c. | |
| | | 190 | » | |
| 92 | La même, avec triangle et vis à caler. | 210 | » | |
| 93 | Boussole tranche-montagne, semblable au n ^o 92, mais ayant la lunette montée comme celle d'un niveau et avec les mêmes rectifications, avec pied à 6 branches, boîte à poignée et serrure. | 290 | » | |

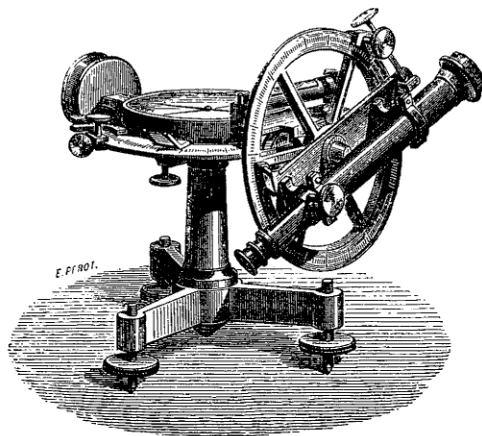


Fig. 30.

- | | | | |
|----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|---|
| 94 | Boussole, autre construction, entièrement en cuivre, calage à deux vis et charnières, avec pied à 6 branches, boîte à poignée et serrure. | 325 | » |
| 95 | La même, montée sur triangle (fig. 30). | 340 | » |
| 96 | La même, divisions sur argent, donnant les 30 secondes. | 460 | » |

- 97 La même, avec lunette, disposée comme celle d'un niveau d'Égault fr. c.
 (fig. 31). 540 »

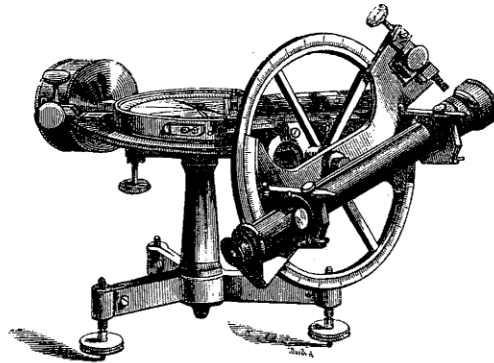


Fig. 31.

Alignements.

- 98 Double prisme pour déterminer un alignement. 30 »
 99 Lunette d'alignement très-puissante, avec pied à coulisse (fig. 32) 600 »

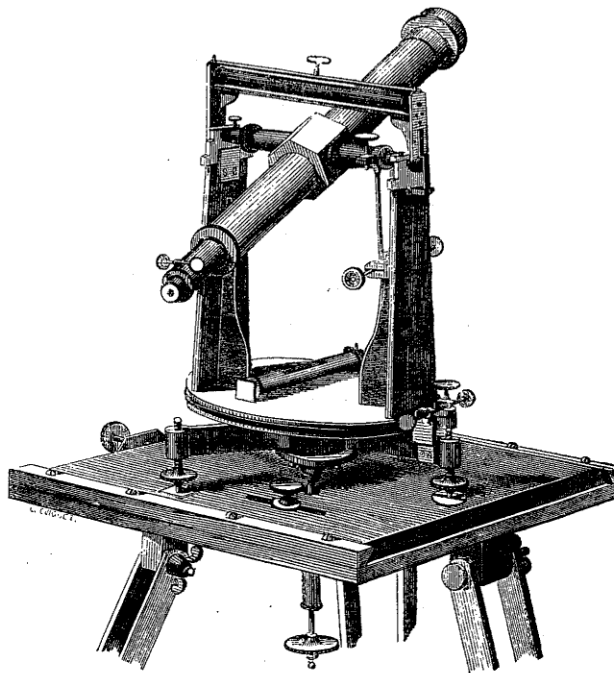


Fig. 32.

- 100 La même, avec pied à double coulisse. 680 »
 Ce modèle a été construit sur la demande de l'École des Ponts-et-Chaussées.
 Les n^{os} 99 et 100 peuvent parfaitement servir de viseurs.

Instruments diastimométriques.

| | Sans Crémaillère. | | Avec Crémaillère. | |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|----|----------------------|----|
| | fr. | c. | fr. | c. |
| 101 Lunette micrométrique de Rochon, de 60 centimètres de foyer, objectif de 36 millimètres d'ouverture. | 120 | » | 150 | » |
| 102 La même de 75 centimètres de foyer, objectif de 43 milli- mètres d'ouverture. | 170 | » | 200 | » |

Ces instruments, fondés sur la propriété biréfringente du cristal de roche, donnent la mesure des petits angles : à l'aide de la table calculée par Rochon et qui accompagne l'instrument, on pourra : 1° connaissant la grandeur d'un objet, déterminer sa distance, et réciproquement; 2° la distance et la grandeur étant inconnues, déterminer ces deux mesures en observant l'objet de deux points distants d'une quantité connue.

- 103 Lunette Stadia pour mesurer les distances, micromètre à fils fr. c.
mobiles, pied et mire (fig. 32 bis). 120 »

Cette lunette permet de mesurer des distances de 150 mètres avec une approximation égale à celle que l'on obtient par un bon chainage.

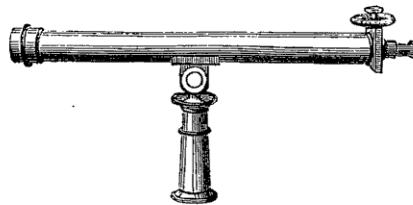


Fig. 32 bis.

- 104 Lunette-stadia de Secretan, donnant les distances avec une
grande exactitude, micromètre à fils fixes et mire parlante.
L'instrument est muni d'un cercle vertical donnant la hauteur
pour la réduction à l'horizon. Niveau, vis de rappel, base trian-
gulaire à vis calantes. 500 »
- 105 Appareil auto-réducteur, de MM. Peaucellier et Wagner, se com-
posant d'une mire spéciale ou stadimètre, et d'une lunette
sthenallatique. 1000 »

Tachéométrie.

La tachéométrie est l'art de lever les plans et de faire les nivellements avec une économie considérable de temps; ce résultat s'obtient bien dans les levés militaires par des moyens connus, mais toujours au détriment de l'exactitude. Au contraire, à l'aide du tachéomètre et surtout de l'olomètre on arrive à un degré d'exactitude bien supérieur à celui des opérations les plus soignées, faites par les instruments et les méthodes usuels, tout en obtenant une grande économie de temps et d'argent.

Le principe de la tachéométrie est simple : une seule observation sur chaque point détermine la projection horizontale et la cote de hauteur. Les mesures reposent sur la proportionnalité de deux triangles semblables. Le premier, dit *triangle d'observation*, a

pour base l'écartement des fils d'une lunette, et pour côtés adjacents les lignes menées des extrémités de cette base au point de croisement des images situé à l'intérieur. Le deuxième triangle, ou *triangle observé*, qui donne les mesures cherchées, est le prolongement du précédent; sa base est appuyée sur les divisions d'une mire placée au point qui doit être relié à la station. Le tachéomètre ne peut servir dans les opérations qui doivent être rigoureusement exactes; mais lorsqu'on a à dresser un plan coté pour étudier un projet, un faible écart peut toujours être accepté et, dans ce cas, le tachéomètre est l'instrument le plus convenable à adopter.

M. Moinot ajoute : « L'ingénieur chargé de déterminer l'axe d'un tracé sur un plan d'étude, commence par établir la ligne de pente, c'est-à-dire la ligne qui suit les accidents de terrain dans les conditions de pente imposées. Cette ligne, nécessairement irrégulière, doit être rectifiée par une autre qui s'en rapproche autant que possible, composée de droites et de courbes satisfaisant aux données du projet. Il résulte de là que ce ne sont pas les cotes considérées partiellement qui déterminent la position de l'axe, mais leur ensemble. Si celui-ci est bon, autrement dit, s'il ne présente pas de différences trop fortes, le tracé sera excellent.

« Or, dans les opérations à la stadia, les erreurs sur les points de détails ne sont pas assez considérables pour affecter l'ensemble. Comme elles tiennent à l'imperfection des lectures, elles doivent, suivant les probabilités, se produire tantôt dans un sens, tantôt dans l'autre. De plus, une erreur matérielle sur un point reste de sa nature toute locale, les points observés étant indépendants les uns des autres.

« Quant à l'ensemble du plan, qui est obtenu en s'appuyant sur la base d'opération, il n'y a pas de méthode qui le fournisse avec plus de précision que le lever à la stadia.

« En effet, les lignes de la base d'opération sont disposées de façon que les extrémités s'aperçoivent toujours l'une de l'autre; les angles qu'elles forment entre elles peuvent être relevés avec toute la précision que l'on doit apporter dans une triangulation. Au moyen de la boussole dont l'instrument est muni, on a un contrôle pour la mesure de ces angles et même une épreuve du cercle. La longueur des lignes et la différence de hauteur entre leurs extrémités sont données deux fois pour les opérations qui se font sur chaque extrémité, il y a dès lors vérification de tous les éléments de la base.

« Enfin les sommets sont rapportés sur le plan au moyen de coordonnées rectangulaires calculées trigonométriquement et ils sont vérifiés par le rapport des détails.

« Dans un plan coté, de même que dans tout plan topographique, c'est sur la base que s'appuient toutes les constructions; on est ainsi assuré que le lever à la stadia ne laisse rien à désirer.

« Un autre avantage de ce lever, c'est qu'indépendamment des cotes de nivellement, il donne la position des propriétés qu'il convient souvent de respecter dans le choix d'un tracé, telles que maisons, routes, cours d'eau, etc.

« J'ajouterai que le procédé du lever à la stadia ne s'étend pas au delà de la rédaction du plan coté. A part la charpente qui est établie avec le tachéomètre, le tracé arrêté sur le plan coté est traité suivant les procédés ordinaires dans son application sur le terrain. On comprend, en effet, que les nivellements à la stadia ne donneraient pas l'exactitude exigée pour l'exécution des travaux. Le mesurage d'un axe en partie formé de courbes serait beaucoup plus long qu'avec la chaîne; il ne permettrait pas, en outre, de placer les piquets de profils en travers, à des distances sans fractions de mètres. »

- 106 Tachéomètre Porro, modifié par M. Moinot, lunette annallatique de 36 millimètres d'ouverture, 275 millimètres de distance focale, grossissant 40 fois, cercle azimutal de 19 centimètres de diamètre, divisé en grades, donnant les 0,05 de grade par les verniers. Cercle vertical de 15 centimètres de diamètre donnant les 0,05 de grade par les verniers, micro-

| | | | |
|-----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|----|
| | mètre à 4 fils fixes, boussole rectangulaire avec barreau de 11 centimètres de longueur, boîte en noyer et pied à 6 branches (fig. 33). | fr. | c. |
| | | 900 | » |
| 107 | Règle logarithmique en cuivre, de M. Moinot. | 80 | » |
| 108 | La même en bois. | 50 | « |

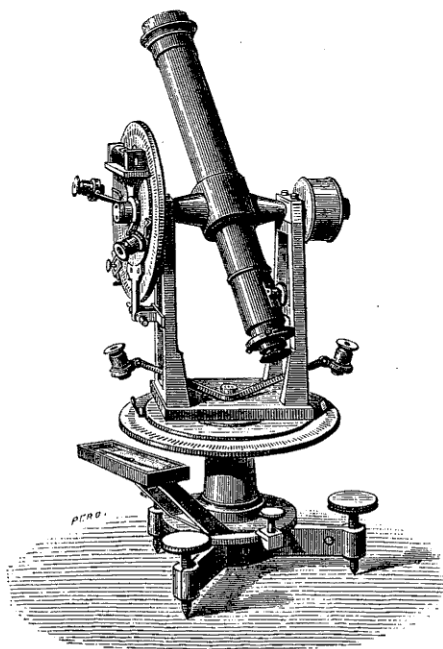


Fig. 33.

| | | | |
|-----|--------------------------------------------|----|---|
| 109 | Rapporteur en corne, de M. Moinot. | 7 | » |
| 110 | Mire, de M. Moinot. | 50 | » |

DESCRIPTION DU TACHÉOMÈTRE MOINOT *.

Le tachéomètre se compose d'une lunette annallatique concentrique à deux limbes gradués : l'un horizontal, placé au-dessous de la lunette qui donne la mesure des angles azimutaux ; l'autre, latéral et vertical, qui donne la mesure des angles zénithaux, au moyen desquels on détermine les hauteurs. Le cercle vertical porte un niveau à bulle d'air. Une boussole est fixée dans une position excentrique, fixe par rapport au cercle horizontal. Les divisions des cercles sont centésimales. Le réticule de la lunette se compose de trois fils horizontaux équidistants et d'un fil vertical. La construction est semblable à celle d'un théodolite. Nous avons dit que la lunette était annallatique : l'annallatisme s'obtient par un tube situé à l'intérieur, muni d'une lentille dont la fonction est de ramener au centre de l'instrument le sommet commun des triangles et de conserver leur rapport indépendant du tirage de l'oculaire. Il sert, en outre, à modifier ce rapport, suivant qu'on la rapproche ou qu'on l'éloigne des fils.

* Nous renvoyons les personnes qui désireraient avoir de plus amples renseignements sur la Tachéométrie à l'excellent ouvrage de M. Moinot : *l'Art de lever les plans à la stadia*, auquel nous avons eu recours dans cette description.

Pour éviter les erreurs de lecture, la numération des angles sur chaque cercle est faite de gauche à droite. Le point 0 sert d'origine sur le cercle azimutal ; il est toujours amené au nord à l'aide de la boussole. Le point 100, qui représente l'horizontale, sert d'origine aux lectures sur le cercle zénital ; la simple lecture indique alors si les angles sont en-dessous ou au-dessus de l'horizontale.

RÉGLAGE DU TACHÉOMÈTRE.

On commence par rendre l'axe de l'instrument vertical, comme il a été dit en parlant des niveaux d'Égault (page 17) ; puis, afin d'arrêter le rapport entre le triangle d'observation et le triangle observé, on mesure sur le terrain une base de 200 mètres. On place la mire Moinot à une des extrémités de cette base et l'instrument à l'autre. On pointe la lunette sur la mire dans une direction à peu près de niveau et on observe si les fils embrassent un nombre de divisions de la mire correspondant à la base mesurée. Dans notre cas, les fils doivent comprendre deux centaines. Si cette condition n'est pas remplie, on dévisse l'objectif de la lunette et on avance ou recule plus ou moins le tube annallatique intérieur vers l'objectif de la lunette, suivant que les fils embrassent trop ou trop peu de divisions. On opérera par tâtonnement et avec le plus grand soin.

On règle la position du micromètre pour que les fils soient horizontaux, quand les supports de la lunette le sont eux-mêmes. Pour cela on amène le fil vertical du micromètre sur la ligne de la mire qui sépare les petites divisions des grandes, et l'on voit si dans son parcours le fil coïncide avec cette ligne, qui est verticale quand la mire est d'aplomb. S'il n'en est pas ainsi, on l'y amène en faisant tourner légèrement l'oculaire sur lui-même.

On s'assure ensuite que le zéro du vernier vertical concorde avec la division 100 du cercle vertical lorsque le rayon du fil du milieu de la lunette est de niveau. Pour cela on commence par amener le zéro du vernier sur la division 100 ; puis on dirige le fil axial sur la mire et on remarque le point où il se projette : on fait faire une demi-révolution à la lunette et une demi-révolution au cercle horizontal qui ramène la lunette sur la mire. On établit la coïncidence du vernier avec la division 300 du cercle vertical et l'on remarque le point où le fil axial rencontre la mire. Si les deux points se confondent, la condition cherchée est remplie ; dans le cas inverse, on dirigera le fil axial avec la vis de rappel qui entraîne le cercle sur un point situé à égale distance des deux points observés, puis au moyen de la vis de réglage on ramènera le vernier sur la division 300. On recommencera l'opération pour s'assurer si elle a été bien faite. Cette condition obtenue, si la bulle du niveau n'est pas entre ses repères, on l'y amène avec sa vis de rectification.

Il faut maintenant s'assurer que dans sa rotation la lunette décrit un plan vertical ; on fait cette opération sur un fil à plomb, sur une arête d'édifice, ou mieux encore en plaçant l'instrument en face et assez loin d'un édifice présentant à sa partie supérieure un signal fixe, comme un clocher. On cale l'instrument parfaitement de niveau, puis on amène la croisée du fil axial sur le signal, on fait plonger la lunette vers le sol et l'on marque au pied de l'édifice le point où se projette la croisée de fils ; on retourne alors le cercle vertical de 180° et on fait tourner la lunette bout à bout de façon à ramener l'oculaire à soi. On vise de nouveau le point élevé et on l'abaisse vers le sol : la croisée de fils doit retomber sur le point marqué ; si elle n'y tombe pas, on corrigera de la moitié de l'écart à l'aide de la vis de rectification du réticule de la lunette et l'on recommencera l'opération jusqu'à ce que la coïncidence ait été obtenue. Dès lors le tachéomètre est prêt à fonctionner.

Mire Moinot. — La mire a 4 mètres de longueur ; elle est formée de deux parties égales reliées par une charnière qui permet de la plier et la rend ainsi moins embarrassante. Elle porte des divisions spéciales.

Les fils de la lunette sont réglés de manière que, quand leur image intercepte une longueur de 0^m,50, la distance entre le point annallatique de la lunette et la mire est de 100 mètres. Par conséquent, la longueur de mire interceptée par les deux fils extrêmes est

à la distance du centre de l'instrument à la mire :: 1 : 200. D'où il résulte que les centaines de divisions répondent à 50 centimètres, les dizaines à 5 centimètres et les doubles unités à 1 centimètre.

La mire est placée verticalement au moyen d'un fil à plomb sur le point à observer. La lecture se fait sur une partie quelconque, pourvu que les fils extrêmes soient tous deux visibles sur la mire. On amène le fil inférieur autant que possible sur une division exacte de centaine, pour que l'appréciation des fractions n'ait lieu qu'au fil supérieur.

Règle logarithmique de M. Moinot. — La règle à calcul ordinaire n'est pas disposée pour résoudre les calculs auxquels donnent lieu le lever des plans à la stadia. M. Moinot a imaginé une règle spécialement disposée pour cet usage et qui dispense de calculs longs et difficiles.

La coulisse de cette règle glisse dans une double rainure, mais reste toujours dans le plan de la partie fixe; elle porte les échelles des nombres dont les logarithmes sont compris entre les caractéristiques 1 et 3, l'échelle des sinus carrés d'une partie des angles dont les logarithmes sont compris dans la caractéristique 9, et les échelles des sinus et tangentes des angles dont les logarithmes sont compris entre les caractéristiques 8 et 10.

Sur la partie fixe de la règle et de chaque côté de la coulisse, on a placé des échelles de nombres. Sur la même face de la coulisse se trouvent les échelles des tangentes dans la demi-largeur supérieure et l'échelle des sinus carrés sur l'autre demi-largeur. La face opposée porte sur sa demi-largeur supérieure les échelles des sinus et sur l'autre demi-largeur les échelles glissantes des nombres.

L'échelle des nombres sert à donner les logarithmes des distances. — L'échelle des sinus carrés donne les distances d réduites à l'horizon, qui se calculent, par la formule approchée $d = L \sin^2 \varphi$ dans laquelle φ est l'angle que fait l'axe optique de la lunette avec la verticale de la station; L est la distance indiquée par la partie de la mire interceptée. — L'échelle des sinus sert à déterminer les coordonnées de chaque point du plan par rapport à deux axes rectangulaires, dont l'un est la ligne nord-sud; en effet, ayant un point M

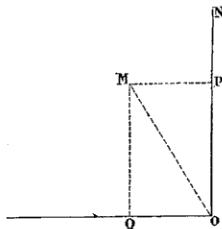


Fig. 33 bis.

(fig. 33 bis) dont on connaît la distance OM à la station, et l'angle MON de la droite OM, avec la ligne nord-sud ou ligne de foi de la boussole, ON, on peut le déterminer par ces deux coordonnées :

$$OP = x = OM \cos MON = d \cos \alpha \quad MP = y = d \sin \alpha$$

Enfin l'échelle des tangentes sert à calculer les altitudes. Connaissant la hauteur au-dessus de l'horizon h positive ou négative du point M par rapport à la station O, la différence d'altitude de M par rapport à O sera :

$$a = d \tan h$$

En résumé, au moyen des quatre échelles, nous arrivons à calculer les trois coordonnées de l'espace par rapport à trois axes rectangulaires, dont deux sont dans un plan horizontal; nous avons tout ce qu'il faut pour déterminer le terrain, et cela avec une seule observation sur chaque point, sans qu'il y ait lieu de chaîner les distances.

Rapporteur de M. Moinot. — Ce rapporteur diffère du rapporteur ordinaire en ce

que l'instrument donne ici à la fois la direction et la distance du point à déterminer.

Le rapporteur est en corne; la division des angles de la demi-circonférence est indiquée par deux séries de chiffres allant de gauche à droite. La première indique les angles de 0 à 200 grades; la deuxième, ceux de 200 à 400, de sorte qu'on a ainsi tous les angles de la circonférence. Le diamètre porte les divisions de deux échelles semblables de proportion dont la numération part du centre. L'échelle de gauche sert à évaluer les distances sur les angles des points compris entre 0 et 200 grades, et celles de droite sur les angles de 200 à 400 grades.

Le rapporteur peut tourner autour de son centre au moyen d'une aiguille. Pour indiquer sur le plan tous les points observés d'une station A, on place le centre du rapporteur en A, et la ligne nord-sud de la boussole est indiquée en ce point : pour marquer un point M situé à une distance d de A et tel que AM fait avec la ligne nord-sud l'angle α , on amène la ligne nord-sud sur la division α du rapporteur, le diamètre de celui-ci se trouve alors sur la direction AM, et comme ce diamètre porte une échelle des longueurs on compte sur cette échelle la distance d et on obtient le point M.

- 111 Tachéomètre-stadia, de M. Barthaud, conducteur des ponts et fr. c.
chaussées, lunette non annallatique avec micromètre à deux
fils fixes et un fil mobile, à tambour divisé, donnant $1/200^e$
de millimètre de mouvement du fil mobile; avec mire. Même
construction pour le reste que le n° 107. 900 »
- 112 Mire de M. Barthaud (fig. 34). 50 »

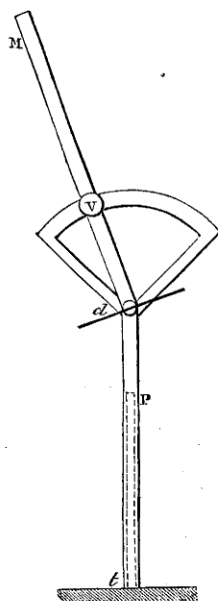


Fig. 34.

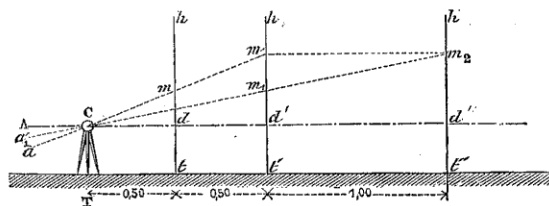


Fig. 34 bis.

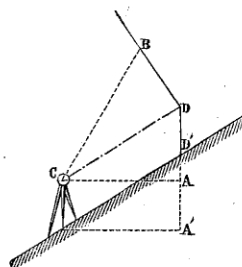


Fig. 34 ter.

M. Barthaud, conducteur des ponts et chaussées, a songé à simplifier les méthodes tachéométriques, en supprimant l'emploi de la règle logarithmique et du rapporteur, tout en augmentant la précision des opérations par la suppression des formules approchées. Son procédé tachéométrique consiste dans l'emploi d'une lunette portant un réticule à fil mobile et d'une stadia à hauteur constante.

Le réticule de la lunette est composé d'un fil horizontal et d'un fil vertical fixe. Un troisième fil horizontal mobile parcourt la partie inférieure du champ, à l'aide d'une vis micrométrique portant un compteur divisé, construit avec le plus grand soin et indiquant le mouvement du fil à $\frac{1}{2000}$ de millimètre près.

Supposons maintenant que la lunette (fig. 34 bis) soit dirigée horizontalement sur la mire $d h$, située à 100 mètres de distance, et que le terrain sur lequel on opère soit parfaitement horizontal. Le fil axial A tombe au point d et l'on a T étant la projection du point C sur le sol $CT = dt$. Le fil mobile a se projette sur un point m à une certaine distance du point d . Si on porte ensuite la mire à 100 mètres plus loin, le point m se trouvera en m' et si on dirige le fil mobile a sur m' il s'élèvera en a' . Mais ce mouvement du fil et de la mire aura été simultanément accompagné du mouvement de l'index I qui indiquera à chaque instant sur le compteur la distance du point d de son point de départ, lequel est, on se le rappelle, à 100 mètres de l'instrument. Cette longueur de 100 mètres sera une constante qu'il faudra ajouter à chaque indication du compteur. Cela posé, l'on ramène le fil a' en a , ce dernier point tombera en m' à une distance $m'd' = 2md$, et on comprend qu'avec le même espacement de fils on puisse opérer de 200 à 400 mètres, comme nous venons de le faire de 100 à 200 mètres.

Pour des longueurs au-dessous de 100 mètres, on obtient les mêmes résultats en plaçant sur la mire des divisions qui partagent par moitié ou $\frac{1}{4}$ la distance md . Ces divisions sont les diamètres de disques couleur rouge et blanche sur fond noir. Ils ont 10 centimètres environ de rayon et forment des repères très-nets, très-apparents, qui atténuent aussi bien que possible les erreurs de collimation.

La mire (fig. 34) est appuyée sur un support P vertical portant une coulisse C qui permet de pouvoir toujours amener le point d à une hauteur dt égale à celle de l'instrument au-dessus du lieu de stationnement. Avant de se rendre sur les points du terrain qu'il faut relever, le porte-mire demande à l'opérateur à quelle hauteur il doit élever le repère d de la mire. Cette disposition permet de ne pas tenir compte de la hauteur de l'instrument sur le carnet.

Afin que la mire soit toujours placée perpendiculairement au plan de visée, elle est mobile autour d'une charnière en d ; un viseur permet de l'incliner suivant la déclivité des lieux. Avec une hauteur de mire de 1^m,20, on peut viser jusqu'à 400 mètres.

Le compteur du micromètre indique la distance CD (fig. 34 ter), ou, ce qui est la même chose, la distance C'D' qui existe entre le pied de l'instrument et le pied de la mire. Cette distance C'D' est l'hypoténuse du triangle rectangle C'A'D' dans lequel le côté C'A' exprime la distance horizontale du pied de l'instrument au pied de la mire et le côté A'D' la hauteur verticale du point D' au-dessus de l'horizontale passant en C'.

La distance horizontale a donc pour expression $C'A' = C'D \cos C'$ et la hauteur verticale $A'D' = C'D \sin C'$.

Nous terminons en indiquant un modèle de carnet de tachéomètre, simplifié par M. Barthaud.

| Stations d'observs | Points observés | Angles azi- mutaux. | ANGLES VERTICAUX. | | Distances vraies. | Distances horizles. | HAUTEURS VERTICALES. | | Alti- tudes. | OBSERVATIONS. |
|-----------------------|--------------------|---------------------------|-------------------|-----|----------------------|------------------------|----------------------|-----|-----------------|---------------|
| | | | + | — | | | + | — | | |
| (1) | (2) | (3) | (4) | (5) | (6) | (7) | (8) | (9) | (10) | (11) |

Le signe + de la colonne 4 indique les angles qui se trouvent au-dessus de l'horizontale; le signe — de la colonne 5 indique les angles qui se trouvent au-dessous de cette horizontale. On insère dans la colonne 8 la quantité qu'il y a lieu d'ajouter à l'altitude du piquet, et dans la colonne 9 la quantité à retrancher.

- 113 Olomètre, de M. Porro, lunette annallatique de 57 millimètres de diamètre, objectif double, longueur focale de 30 centimètres grossissant 80 fois, oculaire triple, micromètre à 7 fils, cercle azimutal de 20 centimètres de diamètre, divisé en grades donnant les 30'' par les verniers. Cercle vertical de 25 centimètres de diamètre donnant les 30'' par les verniers, avec orientateur magnétique. Boîte en noyer avec pied à 6 branches et mire. 1800 »

Reconnaisances militaires. — Levés à vue.

- 114 Pédomètre pour compter les pas. 60 »
 115 Équerre d'arpenteur à réflexion. 25 »

Cet instrument a cet avantage d'être d'un très-petit volume et de permettre la détermination d'angles autres que des angles droits.

- 116 Niveau à réflexion de Burel (fig. 35). 20 »
 117 Le même, avec éclimètre pour mesurer les pentes. 35 »

Le niveau Burel est un instrument de nivellement extrêmement commode; d'un transport et d'un maniement faciles, il fournit des résultats d'une exactitude comparable, et même supérieure, à celle du niveau d'eau : il a l'avantage de permettre le travail sur le terrain par tous les temps.

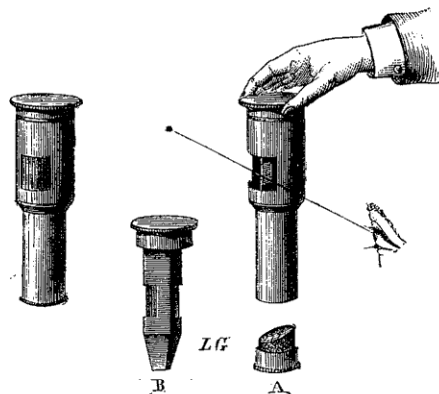


Fig. 35.

- 118 Boussole Hossard (fig. 36). 16 »

La boussole Hossard est une petite boussole construite et graduée comme la boussole ordinaire; elle porte un couvercle à charnière, tournant autour, du côté de la boîte perpendiculaire au diamètre 0°, — 180°. Ce couvercle est muni intérieurement d'un miroir sur lequel est gravé un trait placé de façon à déterminer avec le diamètre 0° — 180° un plan perpendiculaire au miroir. Dans ce plan se trouve aussi une tige perpendiculaire à la face supérieure de la boîte, sur laquelle elle peut être rabattue pour permettre au couvercle de s'appliquer sur la boîte.

Voici la manière de se servir de cet instrument : l'opérateur tenant la boussole à la main, le couvercle du côté du corps, place l'œil au-dessus du miroir pour déterminer le plan de visée, comme nous venons de le dire; il tourne alors le corps lentement jusqu'à ce qu'il arrive à voir par réflexion le point à viser et il lit dans cette position l'azimut marqué par la pointe bleue de l'aiguille.

- 119 Boussole Burnier (fig. 37). 35 »

- 120 La même, avec éclinètre perfectionné, pour mesurer les angles fr. c.
 verticaux. 65 »

La boussole Burnier se compose d'une boîte en cuivre renfermant un barreau aimanté suspendu sur un pivot. Ce barreau porte un cylindre très-léger sur lequel est tracé une graduation en degrés. Une ouverture percée dans la boîte et munie d'un verre grossissant permet d'apercevoir en les agrandissant les divisions de ce limbe; un trait la traverse verticalement. Deux pinnules qui peuvent se lever ou se rabattre à volonté sur la boîte déterminent un plan de visée passant par le centre du limbe et par le trait vertical, plan qui servira à mesurer les azimuts.

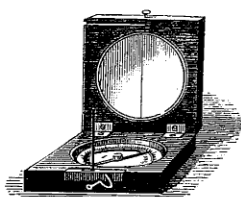


Fig. 36.

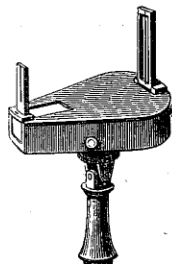


Fig. 37.

- 121 Boussole à prisme de Katter. 50 »

Cette boussole n'est qu'une modification de la boussole Burnier.

- 121 bis. Sextant graphique 115 »

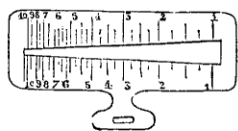


Fig. 38.

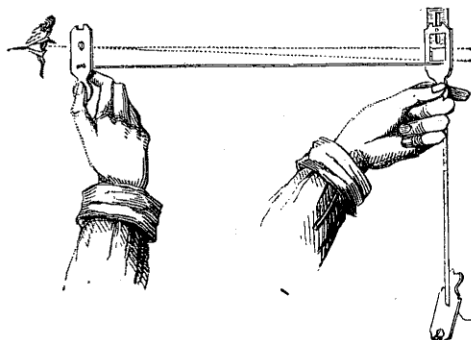


Fig. 39.

- 122 Stadia militaire pour mesurer approximativement la distance d'un cavalier ou d'un fantassin (fig. 38). 8 »

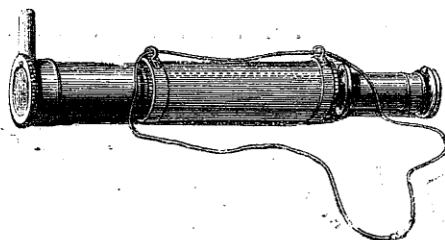


Fig. 40.

- 123 Nautomètre Morel pour mesurer approximativement les distances (fig. 39). 7 »

CATALOGUE SECRETAN.

- | | | |
|-----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|
| | | 35 |
| | | fr. c. |
| 124 | Lunette d'officier (fig. 40). | 30 » |
| | Cette lunette possède un champ étendu et une grande lumière; elle est munie d'un micromètre qui permet de mesurer approximativement les distances. Elle est très-utile aux officiers, à qui elle indique la distance à laquelle ils doivent régler le feu. | |
| 125 | Appareil du capitaine Groetaers pour mesurer les distances inaccessible (fig. 41, 42). | 120 » |

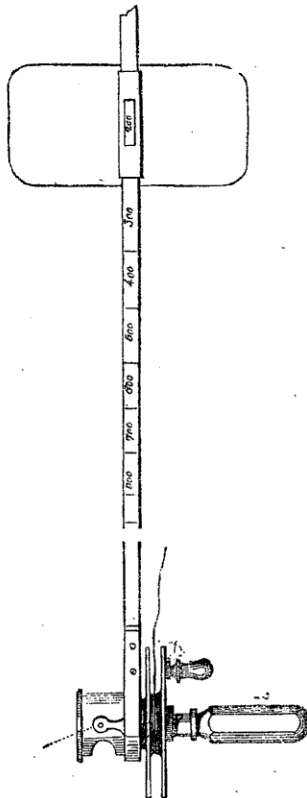


Fig. 41.

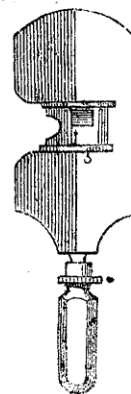


Fig. 42.

- | | | |
|-----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| 126 | Télémetre du capitaine Gautier. | 180 » |
| 127 | Le même, avec canne et mire. | 220 » |
| | Cet instrument donne rapidement et sans calculs la mesure d'une distance avec exactitude; avec un peu d'habitude, on obtient la mesure de distances comprises entre 2000 et 9000 mètres avec une erreur qui n'atteint pas les 3/100 ^{es} des longueurs mesurées. Par sa simplicité et sa commodité cet instrument est appelé à rendre de grands services dans les reconnaissances militaires, ainsi que pour régler le tir de l'artillerie. | |
| 128 | Télémetre à prismes du colonel Goulier pour mesurer approximativement les distances. | 600 » |

On devra nous indiquer si cet instrument est destiné à mesurer seulement des longueurs au-dessous de 400 mètres ou des longueurs de 200 mètres et au-dessus. Le télémetre est un instrument portatif n'exigeant ni réglage ni rectification, son approximation est suffisante pour les besoins militaires; on pourrait lui reprocher d'exiger deux opérateurs, mais son emploi est si simple qu'un soldat intelligent peut rapidement devenir un aide capable.

| | fr. | c. |
|------------------------------------------------|-----|----|
| 129 Alidade-nivellatrice du colonel Goulier... | 22 | » |

L'alidade nivellatrice bonne pour les levés expédiés donne comme visée des résultats aussi exacts que l'alidade à pinnules; elle donne en plus les pentes et peut servir au nivellement.

| | | |
|----------------------------------------------------------------------|---|---|
| 130 Équipage topographique du capitaine d'artillerie Peigné. | » | » |
|----------------------------------------------------------------------|---|---|

Cet ensemble d'instruments subit en ce moment une série de modifications tendant à en faire diminuer le prix; nous ne pouvons en conséquence en donner ni la composition exacte ni le prix.

De la Lecture des Angles.

Répétition simple et double. — Réitération.

Borda a appliqué aux instruments de mesure des angles deux méthodes de lecture, dites de simple et double répétition, qui éliminent les erreurs de division et de lecture.

Pour qu'un instrument satisfasse aux conditions voulues par la méthode de la *simple répétition*, il faut que le cercle et la lunette puissent tourner ensemble autour de l'axe commun, et de plus, que la lunette, entraînant l'alidade qui fait corps avec elle, puisse tourner seule autour de ce même axe.

Un pareil instrument peut posséder deux lunettes, et dès lors il devient propre à l'emploi de la *double répétition*.

Simple répétition. — Soit à mesurer la distance angulaire de deux objets A et B situés dans le plan du cercle de l'instrument. On amène la lunette à viser sur l'objet de droite A, si la division va de gauche à droite en passant par en bas, ou sur l'objet de gauche B, si elle va de gauche à droite en passant par en haut; on cale le cercle, puis on dirige la lunette sur le deuxième objet; fixant maintenant la lunette sur le cercle, et décalant celui-ci, on amène la lunette par un nouveau mouvement d'ensemble, à pointer sur le premier objet visé, et ainsi de suite. On obtient ainsi la série des angles 1, 2, 3, etc.

Double répétition. — Soit à mesurer la distance angulaire de deux objets A et B, situés dans le plan du cercle de l'instrument. Rendant solidaires l'alidade et le cercle, on amène la lunette supérieure sur l'objet de droite A, si la division va de gauche à droite en passant par en bas (dans l'hypothèse contraire, on viserait l'objet situé à gauche), puis on porte la lunette inférieure sur l'objet B, par son mouvement indépendant; l'angle que font les deux lunettes est l'angle cherché; mais on ne peut le lire, puisque c'est la lunette inférieure qui a bougé.

On fait alors tourner tout le système du cercle et des deux lunettes en desserrant la vis de pression du petit cercle qui repose sur le triangle, de façon que l'axe optique de la lunette inférieure arrive à pointer sur A. En ce moment, calant le cercle et rendant indépendantes l'alidade et sa lunette, on pointe celle-ci sur B; l'angle qu'on lit alors sur le limbe est le double de l'angle demandé. Si l'on recommence une nouvelle série d'observations, on aura l'angle quadruple et ainsi de suite; on aura ainsi la série 2, 4, 6, 8.

La méthode de la répétition double est plus exacte que celle de la répétition simple. En effet, dans cette dernière, on suppose que les différents arcs s'ajoutent rigoureusement l'un à l'autre sur le cercle; or le contraire a souvent lieu par suite de causes diverses. Les instruments doivent en tous cas être construits avec la dernière précision, sous peine de donner des résultats erronés. L'erreur ne peut être déterminée.

Réitération. — Il y a déjà longtemps qu'en astronomie on a remplacé la lecture par répétition par la lecture par réitération; c'est à Bessel que l'on doit cette méthode. Aujourd'hui on l'applique en géodésie, et l'on construit pour cet usage des théodolites spéciaux; en effet, les instruments répétiteurs ne sauraient être réitérateurs. Pour que l'instrument puisse réitérer, il faut que le cercle divisé puisse tourner autour de l'axe vertical avec ou sans la lunette;

les verniers et les loupes sont aussi remplacés par des microscopes à vis micrométrique qui restent dans une position fixe. Nous indiquons le principe de la réitération : on déplace systématiquement et de quantités égales le zéro du cercle par rapport à l'axe autour duquel il tourne, de manière à lui faire parcourir la circonférence entière ou simplement le $\frac{1}{n}$ de la circonférence si le cercle porte n microscopes, 90° par exemple dans le cas de quatre microscopes. En donnant au cercle p positions équidistantes, et prenant la moyenne de toutes les lectures, on aura évidemment, quant aux erreurs de division, le même résultat que si l'on avait fait chaque observation avec un cercle muni d'un nombre de microscopes égal à $p \times n$. Les erreurs de division résultant d'une pareille combinaison d'observations seront évidemment très-minimes. Ainsi, supposons que le cercle porte quatre microscopes et qu'on ait fait occuper au cercle trois positions équidistantes, la série qui commencera les erreurs de division ne commencera qu'aux termes en cos. 12 A et sin. 12 A et, par suite, les erreurs seront négligeables. On arrive ainsi à éliminer entièrement la partie périodique des erreurs de division et à diminuer presque indéfiniment l'influence des erreurs accidentelles.

Cercles géodésiques.

Tous nos cercles géodésiques sont construits avec la plus grande précision, les alidades sont concentriques, les lunettes sont à crémaillère avec coulant en bronze, les cercles sont munis de vis de rappel à pompe. Ces instruments possèdent toutes les rectifications nécessaires, ils sont montés sur calage à triangle à trois vis, fixé sur un pied à six branches par une pompe à ressort.

Tous nos cercles géodésiques sont répéteurs.

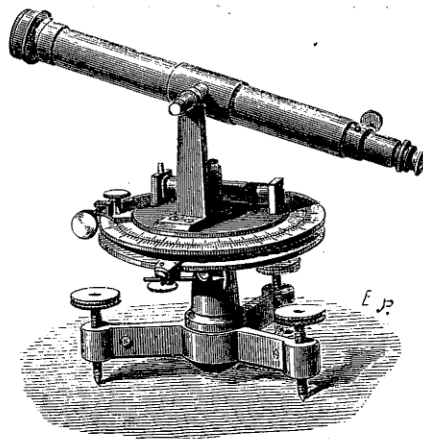


Fig. 43.

- | | | |
|-----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|
| 131 | Cercle géodésique de 16 centimètres de diamètre avec une lunette de 29 millimètres d'ouverture et 27 centimètres de longueur focale, division sur cuivre donnant la minute; boîte à porte en noyer, pied à six branches (fig. 43). | fr. c. 210 » |
|-----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|

- 132 Le même, avec arc de cercle vertical, donnant des angles de 55° fr. c.
à une minute près (fig. 44). 230 »

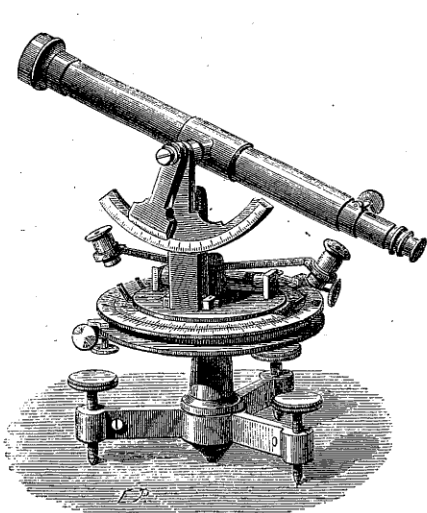


Fig. 44.

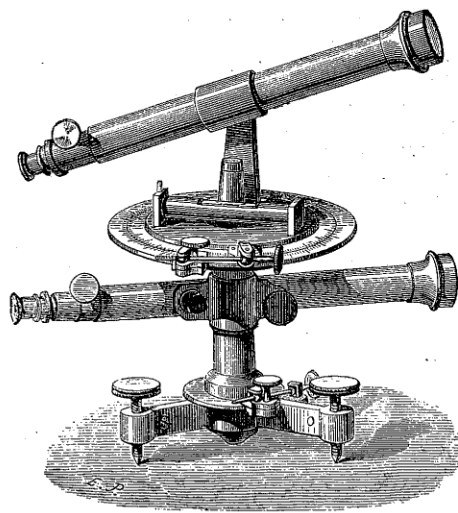


Fig. 45.

- 133 Cercle géodésique de 16 centimètres de diamètre à deux lunettes de 29 millimètres d'ouverture et 27 centimètres de longueur focale: division sur cuivre donnant la minute, boîte à porte en noyer, pied à six branches (fig. 45) 265 »

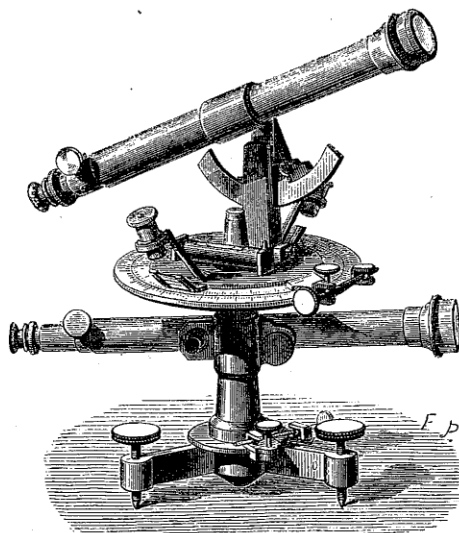


Fig. 46.

- 134 Le même, avec arc de cercle vertical donnant des angles de 55°
à une minute près (fig. 46). 285 »

| | | | | | |
|-----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|----|-----|---|
| 135 | Cercle géodésique de 16 centimètres de diamètre à une lunette de 29 millimètres d'ouverture et de 27 centimètres de longueur focale; cercle divisé sur argent donnant les 30 secondes par les verniers; arc de cercle vertical donnant la minute et loupes, boîte à porte en noyer et pied à six branches (fig. 44). . . . | fr. | c. | 370 | » |
| 136 | Le même, à deux lunettes (fig. 46). | | | 450 | » |
| | L'addition d'une boussole aux cercles ci-dessus en augmente le prix de | | | 60 | » |

Les perfectionnements apportés dans la division des cercles, que nous indiquons page 69, rendent maintenant inutile le recours à des cercles de grands diamètres, c'est ainsi qu'on a presque abandonné l'usage des cercles de 22 et 27 centimètres de diamètre. Nous pouvons cependant toujours les exécuter sur demande; nous traiterons de gré à gré.

Théodolites.

Les théodolites donnent les angles réduits à l'horizon : on peut les distinguer en théodolites azimutaux, théodolites altazimutaux; dans ces derniers la lunette verticale peut accomplir une rotation complète autour de son axe horizontal. Nous les choisissons comme type dans notre description de la mise en station; voyez fig. 50.

Le théodolite altazimutal se compose essentiellement de deux systèmes de cercles à alidades concentriques, dont les axes sont ou peuvent être amenés à être rigoureusement perpendiculaires l'un par rapport à l'autre; d'une lunette fixée par deux colliers à l'alidade du système supérieur et destinée au pointage des objets dont on veut déterminer la distance angulaire; d'une deuxième lunette fixée à la colonne du système inférieur et servant pour la double répétition ou simplement comme lunette de repère, et enfin d'un triangle supportant le tout et dont les vis calantes permettent d'amener les axes des cercles dans une position déterminée.

Dans chaque système, le cercle portant la division et l'alidade portant les verniers peuvent se mouvoir ensemble ou séparément au moyen de vis de rappel à pompe et de vis de pression. Un réticule mobile est placé dans la lunette supérieure, tandis que la lunette inférieure est simplement munie d'un réticule fixe servant à déterminer un point précis de son champ.

Pour mettre l'instrument en station, en supposant qu'il ne soit pas réglé, on commence par amener l'axe de l'instrument à être vertical et, par suite, le système de cercle qui lui est fixé à être horizontal. Pour cela, le niveau étant en place, c'est-à-dire sur l'axe du deuxième système, on amène sa bulle entre les repères au moyen des vis calantes du pied, puis on fait tourner tout l'instrument de 180°. Si dans cette demi-révolution la bulle est constamment restée entre ses repères, c'est que l'axe de l'instrument est bien vertical. S'il n'en est pas ainsi, l'on corrigera ce déplacement en opérant moitié avec la vis de rectification du niveau lui-même, moitié avec la vis du pied. Il sera bon de faire cette opération dans deux positions rectangulaires et de recommencer jusqu'à ce que la bulle reste entre ses repères, non-seulement dans ces deux positions, mais pendant une révolution complète de l'instrument.

L'axe est alors parfaitement vertical et il ne reste plus qu'à s'assurer de l'horizontalité de l'axe du deuxième système et par suite de la verticalité du plan de son cercle. Pour cela, il suffit de retourner bout pour bout le niveau placé à cheval sur cet axe. Si le retournement effectué, la bulle est revenue entre ses repères, l'axe est horizontal; si, au contraire, cela n'a pas lieu, il faut corriger ce déplacement en faisant moitié avec la vis du niveau et moitié, non plus avec l'une des trois vis calantes, mais avec la vis de rectification

placée sous l'axe même : deux ou trois retournements suffisent pour arriver à déterminer la position de l'axe qui correspond à une parfaite immobilité de la bulle.

L'axe est dès lors parfaitement horizontal, et comme le système inférieur n'a pas bougé, nous avons actuellement, non-seulement deux axes rigoureusement perpendiculaires l'un par rapport à l'autre, mais un axe horizontal et un axe vertical.

Par construction, les cercles étant rigoureusement perpendiculaires sur leurs axes, il s'ensuit que nous avons deux systèmes de cercles, l'un parfaitement vertical et l'autre parfaitement horizontal.

Reste à déterminer si l'axe optique de la lunette est perpendiculaire à son axe de rotation ou parallèle au plan de son cercle, de manière que celui-ci se meuve réellement dans un plan vertical. Pour cela, après avoir amené un des deux fils du réticule à être vertical, en faisant tourner l'oculaire tout entier jusqu'à ce qu'il couvre exactement un fil à plomb tendu au loin, on vise un objet quelconque, bien visible, que l'on amène sur la croisée de fils, on cale l'instrument en azimut et on lit l'angle. Reste maintenant à donner à la lunette une position symétrique et inverse; pour cela, après avoir desserré la pince reliant le cercle horizontal à son alidade, on fait tourner celle-ci de 180° , ce qui transporte la lunette de gauche à droite ou de droite à gauche, précisément de la même quantité; puis, la faisant tourner autour de son axe, de manière à pointer de nouveau dans la direction de l'objet visé, l'on constate si la croisée de fils coïncide rigoureusement avec lui; dans ce cas l'axe optique de la lunette est bien parallèle au plan du cercle; dans le cas contraire il suffit de corriger cette différence, moitié avec la vis du réticule correspondant au fil horizontal, moitié en déplaçant l'alidade du cercle azimutal. Il est nécessaire de répéter cette opération jusqu'à ce que l'on soit arrivé à un résultat ne laissant rien à désirer. L'instrument est dès lors prêt.

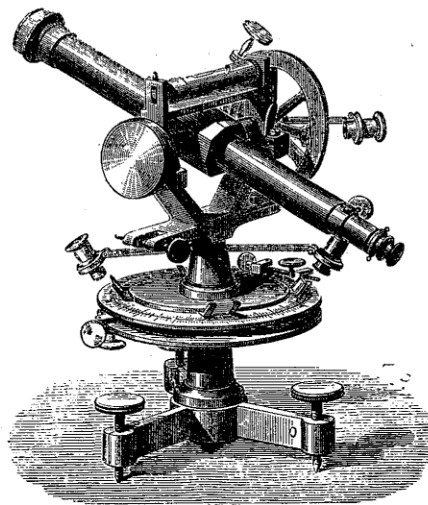


Fig. 47.

- 137 Théodolite à une lunette de 29 millimètres d'ouverture et 27 centimètres de longueur focale, qui se meut verticalement autour d'un axe à deux tourillons reposant sur une pièce en fourchette, mobile autour de l'axe vertical de l'instrument. Cette lunette se renverse de façon à permettre la rectification de l'axe optique. Le cercle horizontal, de 16 centimètres

de diamètre, est muni d'une alidade concentrique portant quatre verniers. Les divisions tracées sur argent donnent les 20 secondes par les verniers. Le cercle vertical de 11 centimètres donne les minutes par deux doubles verniers. Les lectures se font au moyen de loupes concentriques fixées à l'instrument. Un niveau mobile se plaçant sur l'axe de la lunette supérieure, permet d'établir l'horizontalité de cet axe; boîte à porte en noyer et pied à six branches (fig. 47). . . . 690 »

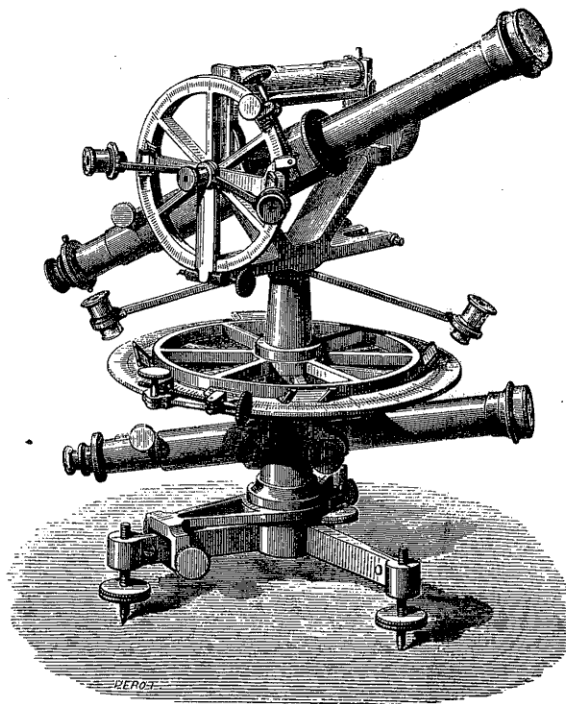


Fig. 48.

- 138 Le même, à deux lunettes; la seconde lunette placée sous le cercle sert, soit comme lunette de repère, soit pour la double répétition (fig. 48). 800 »
- 139 Le même, lunettes de 36 millimètres de diamètre et de 37 centimètres de longueur focale, avec cercle horizontal de 24 centimètres de diamètre, donnant les 10 secondes par les quatre verniers et cercle vertical de 14 centimètres, donnant les 30 secondes par deux doubles-verniers (fig. 48). 1100 »
- L'addition d'une boussole aux n^{os} 138 et 139 augmente le prix de. 70 »

- 140 Théodolite altazimutal répétiteur dans le sens horizontal, à une fr.
 lunette ayant 20 millimètres d'ouverture, 15 centimètres de
 longueur focale, cercles de 10 centimètres à alidades concen-
 triques divisés sur argent, donnant les 30 secondes par les
 verniers; loupes concentriques, vis de rappel, oculaire à prisme
 pour les observations au zénith, miroir pour éclairer les fils
 du réticule, boîte à porte et pied à six branches (fig. 49). . . . 550

Cet instrument, qui est très-portatif, est employé par le service d'hydrographie.

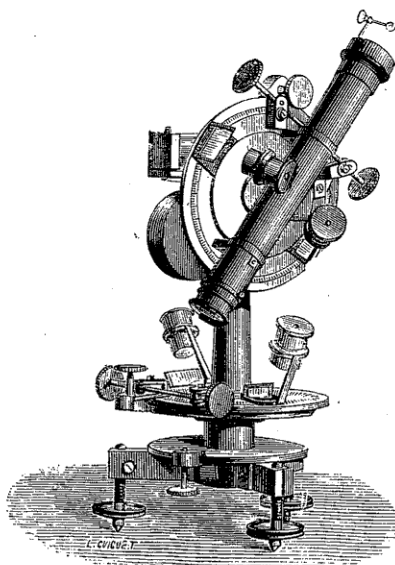


Fig. 49.

- 141 Le même avec boussole. 600
- 142 Théodolite altazimutal, répétiteur dans les deux sens, à deux lu-
 nettes, avec cercles de 16 centimètres, donnant les 20 secondes
 par deux verniers sur le cercle horizontal et par quatre ver-
 niers sur le cercle vertical : divisions sur argent. Les lunettes
 ont 29 millimètres de diamètre et 27 centimètres de longueur
 focale. La lunette fixée sur l'alidade du cercle vertical est mu-
 nie d'un réflecteur à 45° pour l'éclairage des fils, d'un prisme
 et de verres couleurs pour les observations au zénith et du
 soleil; un niveau mobile se place sur l'axe du cercle ver-
 tical pour en régler l'horizontalité. Un autre niveau fixe et
 très-sensible est attaché à l'instrument parallèlement au plan
 du cercle vertical; boîte à porte et pied à six branches
 (fig. 50). 1200

- 143 Le même, avec cercles de 22 centimètres donnant les 10 se- fr. c.
condes; lunettes de 36 millimètres de diamètre et de 37 centi-
mètres de longueur focale 1800 »

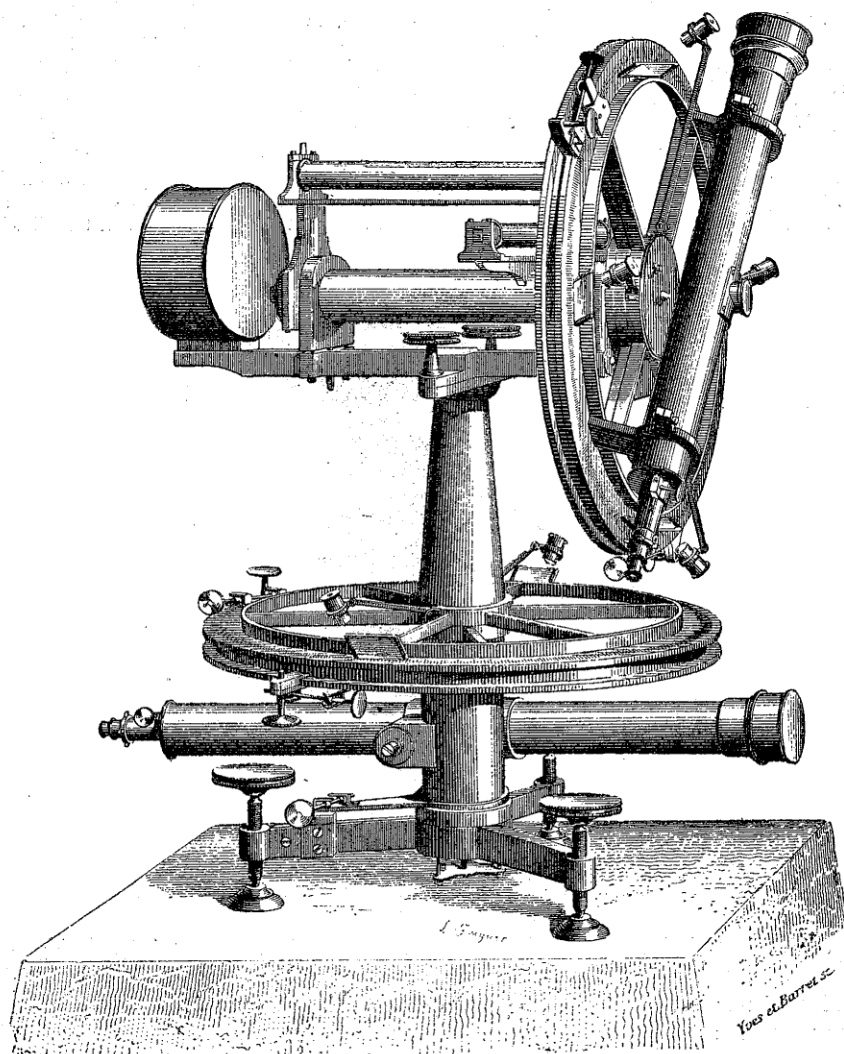


Fig. 50.

- 144 Le même, avec cercles de 33 centimètres, donnant les 5 secondes;
les lunettes d'une plus grande puissance ont des objectifs de
42 millimètres de diamètre et de 43 centimètres de longueur
focale. 3000 »

- 145 Théodolite à réflexion, de M. d'Abbadie, pour les reconnaissances, fr. c.
voyages géographiques et opérations rapides (fig. 51). . . . 800 »

Cet instrument est surtout destiné à la géodésie expéditive; construit solidement et avec grande précision il ne porte aucune rectification. Il se compose d'une lunette toujours horizontale de 28 millimètres d'ouverture et de 18 centimètres de longueur focale à fort grossissement, d'un prisme à réflexion totale fixé devant l'objectif et donnant l'angle de hauteur par la révolution du tube autour de l'axe optique, puis de deux cercles de 12 centimètres de diamètre, divisés sur argent et donnant les 30'' par les verniers, et enfin de deux grands niveaux en croix permettant de niveler rapidement l'instrument. Les cercles sont dentés et tournent autour de leur axe, à l'aide d'un pignon engrenant avec leur denture, ce qui a permis, pour les mouvements lents, d'éviter l'emploi toujours si délicat de pinces et vis de rappel. L'observateur placé à l'oculaire, peut, sans se déplacer, en tournant le système formé par le cercle vertical et la lunette autour de l'axe vertical, puis la lunette elle-même autour de son axe, lire la hauteur sur le cercle vertical et l'azimut sur le cercle horizontal. L'instrument est monté sur un pied à 6 branches; il est renfermé dans une boîte à coulisse dont le fond lui sert de planchette en observation. Toutes les pièces étant indissolublement liées ensemble, on peut le porter d'une station à une autre sans le retirer de dessus son pied. Son volume est très-petit et son dérangement très-difficile.

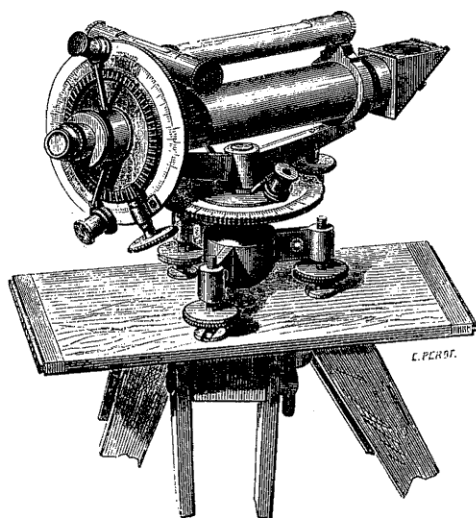


Fig. 51.

Théodolites réitérateurs.

Les théodolites réitérateurs généralement munis de microscopes micrométriques sont les instruments les plus précis que l'on puisse construire; avec un cercle de 30 centimètres donnant les 10' on arrive facilement avec un peu d'habitude à apprécier la seconde.

Nous pouvons affirmer, d'après le dire d'expérimentateurs habiles, tels que MM. Yvon Villarceau, Woolf, que ces instruments, par leur construction et par les méthodes de lecture auxquelles ils se prêtent (*voir page 36*), permettent d'arriver à la dernière limite d'exactitude, les erreurs que l'on commet, y compris l'erreur personnelle, devenant plus petites que celles dont on ne peut tenir compte et qui sont dues au milieu ambiant.

- 146 Théodolite réitérateur dans le sens horizontal, à une lunette ayant 20 millimètres d'ouverture, 15 centimètres de longueur focale, cercles de 10 centimètres à alidades concentriques divisés sur argent, donnant les 30'' par les verniers; loupes concentriques, vis de rappel, oculaire

| | | | |
|-----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|---|
| | à prisme pour les observations au zénith, miroir pour éclairer les fils de réticule, boîte à porte et pied à 6 branches (fig. 49). | 550 | » |
| 147 | Le même, avec boussole | 600 | » |
| 148 | Théodolite réitérateur dans le sens horizontal, avec lunette de 29 millimètres d'ouverture et 27 centimètres de longueur focale. Le cercle vertical a 11 centimètres de diamètre et donne la minute par deux doubles verniers, la lecture se fait à l'aide de loupes concentriques; le cercle horizontal a 16 centimètres de diamètre et donne les 2" par deux microscopes micrométriques. Un niveau mobile se plaçant sur l'axe de la lunette permet d'établir l'horizontalité de cet axe, boîte à porte et pied à 6 branches | 1000 | » |
| 149 | Le même, avec lunette de 36 millimètres de diamètre et 37 centimètres de longueur focale. Le cercle vertical a 13 centimètres de diamètre et donne les 30"; le cercle horizontal a 24 centimètres de diamètre et donne la seconde par deux microscopes micrométriques; mêmes accessoires que le précédent. | 1600 | » |
| 150 | Le même, avec lunette de 42 millimètres de diamètre et 43 centimètres de longueur focale. Le cercle vertical a 22 centimètres de diamètre et donne les 10"; le cercle horizontal a 33 centimètres de diamètre et donne les fractions de seconde par deux microscopes micrométriques; mêmes accessoires que le précédent. | 2400 | » |
| | L'addition d'une boussole aux théodolites nos 148 à 150 en augmente le prix de | 70 | » |

Nivellement barométrique*.

On sait que la pression atmosphérique diminue d'une manière continue quand on la mesure en des stations de plus en plus élevées au-dessus d'un même lieu; il est facile d'obtenir une solution mathématique qui donne la différence de niveau de deux stations en fonction des hauteurs barométriques correspondantes. Halley a déterminé le premier la loi suivante : *(les pressions exercées par l'atmosphère sur l'unité de surface décroissent en progression géométrique, quand les hauteurs croissent en progression arithmétique)*. Partant de là, Laplace arriva à la formule suivante :

$$Z = \frac{13,59 \times 0,76}{0,001292673} [1 + 0,002 (t_0 + t_1)] \left(1 + 2 \frac{Z}{R}\right) (1 + 0,002837 \cos 2\lambda) \log \frac{p_0}{P}.$$

Cette formule peut être simplifiée et elle devient plus pratique sous la forme :

$$Z = A [1 + 0,002 (t_0 + t_1)] \left(1 + 2 \frac{Z}{R}\right) (1 + 0,002837 \cos 2\lambda) \log \frac{p_0}{P}.$$

* Nous ne mentionnons ici que les baromètres employés spécialement en géodésie, nous renvoyons au 3^e fascicule (météorologie) pour les baromètres d'observatoires.

Dans ces formules, Z représente la hauteur cherchée ;

$A = 18336$ (valeur acceptée par le bureau des longitudes) ;

t_0 = la température au moment de l'observation à la station inférieure ;

t_1 = la température au moment de l'observation à la station supérieure ;

R = le rayon terrestre ;

λ = la latitude ;

p_0 = la pression observée à la station inférieure ramenée à 0° ;

P = la pression observée à la station supérieure ramenée à 0° ;

Pour se servir de cette dernière formule, on calcule d'abord une première valeur Z' approchée de Z , en négligeant dans le second membre le terme correctif $2 \frac{Z}{R}$; remplaçant ensuite dans le second nombre Z par cette valeur Z' , on obtient une seconde valeur de Z qui est suffisamment exacte si la différence de niveau n'est pas trop considérable.

Il faut autant que possible opérer par un temps calme.

- | | | | |
|-----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|---|
| 151 | Baromètre à cuvette, système Fortin, monture en cuivre avec vernier donnant le $\frac{1}{20}$ de millimètre, tube de 7 millimètres de diamètre avec étui à bandoulière (fig. 52). | 120 | » |
| 152 | Trépied pour le baromètre ci-dessus avec suspension à la Cardan (fig. 52). | 30 | » |

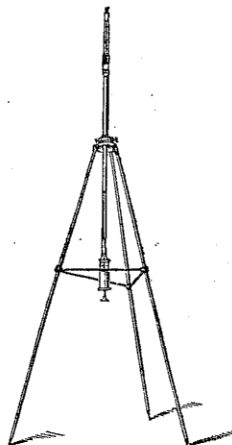


Fig. 52.

- | | | | |
|-----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|----|
| 153 | Baromètre anéroïde disposé pour la mesure des hauteurs, gradué sous la machine pneumatique de centimètre en centimètre et divisé en millimètres avec thermomètre séparé, étui en cuir à bandoulière. | 120 | » |
| 154 | Échelle barométrique avec instruction. | 5 | » |
| 155 | Instruction pour mesurer la hauteur des montagnes (table de Radau). | » | 50 |
| 156 | Table pour la mesure des altitudes par le baromètre et tables des hauteurs géographiques. | 1 | 25 |

Héliotropes.

Dans les grandes opérations géodésiques, où il est nécessaire de couvrir la surface du terrain au moyen de triangles aussi grands que possible, il est indispensable, pour assurer la précision voulue, que les signaux, quelque éloignés qu'ils puissent être, soient vus bien distinctement par l'observateur.

On doit à Gauss un instrument connu sous le nom d'*héliotrope*, qui remplit parfaitement les conditions demandées et dont l'usage s'est répandu rapidement ces dernières années en Allemagne, quand il s'est agi de faire de grandes opérations géodésiques.

L'organe essentiel de cet instrument est un assemblage de deux miroirs formant un angle droit. Dans un pareil système, si l'intersection des deux surfaces réfléchissantes est perpendiculaire à la direction des rayons solaires que ces surfaces reçoivent, les faisceaux divergents formés par ces rayons auront des directions exactement opposées. Convenons maintenant que cet assemblage de deux miroirs soit placé au devant de l'objectif d'une lunette, de telle sorte que leur arête soit perpendiculaire à l'axe optique et qu'une partie de l'objectif reste libre pour viser au loin. Si on rend cette arête perpendiculaire aux rayons du soleil et qu'on fasse tourner autour d'elle l'ensemble de deux miroirs, de manière à faire pénétrer dans la lunette, parallèlement à son axe optique, les rayons réfléchis par l'un des miroirs, le faisceau réfléchi par l'autre miroir prendra la direction du prolongement de cet axe. Un aide muni d'une telle lunette pourra donc envoyer à l'observateur éloigné un faisceau de rayons solaires ; il lui suffira pour cela de viser la lunette de l'observateur et de faire jouer les deux miroirs de manière à voir lui-même le soleil dans sa propre lunette.

Les heures qui approchent midi, soit avant, soit après, sont mauvaises pour se servir de la lumière de l'héliotrope.

A ce moment, l'image du soleil apparaît comme un disque mal défini et tremblant de 40'' de diamètre ; au contraire vers le soir, le disque apparaît nettement dessiné avec un diamètre de 10'' et sans tremblement. Si la lumière de l'héliotrope est trop forte, on la corrige en collant du papier sur les bords du miroir.

Dans la mesure des degrés, en Hanovre, on s'est servi de l'héliotrope à 39 kilomètres de distance. Dans d'autres opérations les héliotropes étaient à une distance de 100 kilomètres.

On perdrait une partie des avantages de cette méthode si les observateurs ne conservaient pas le moyen de communiquer entre eux, à l'aide de leurs héliotropes. C'est ce qu'il est facile d'obtenir en convenant qu'un certain nombre d'éclairs envoyés indique telle demande ou telle réponse.

| | fr. | c. |
|----------------------------------------------------------------------------------------|-----|----|
| 450 Héliotrope de Gauss. | 500 | » |
| 451 Héliotrope auxiliaire de Stierlin. | 300 | » |
| Cet instrument sert à établir une communication entre un observateur et un héliotrope. | | |
| 452 Héliotrope de Steinheil. | 150 | » |
| 453 Héliotrope de Bæyer et Bessel. | 100 | » |

Plus simple que l'héliotrope de Gauss, mais ne pouvant servir qu'à des distances peu éloignées.

TOPOGRAPHIE DES MINES

| | | | | |
|-----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|-----|---|
| 157 | Poche de mine complète pour mesurer les angles horizontaux et verticaux, boussole de 8 centimètres, barreau à chape d'agate et suspension; le tout dans une boîte (fig. 53). . . | fr. c. | 140 | » |
| 158 | La même avec boussole de 11 centimètres. | | 170 | » |
| 159 | La même avec boussole de 15 centimètres. | | 310 | » |

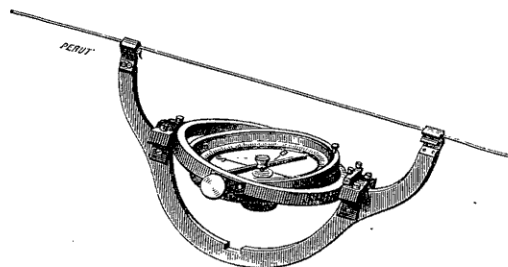


Fig. 53.

| | | | |
|-----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|---|
| 160 | Suspension avec pied à trois branches, pour les travaux extérieurs des mines, disposée pour aller avec la boussole du n° 157. . | 55 | » |
| 161 | La même, disposée pour le n° 158. | 60 | » |
| 162 | La même, disposée pour le n° 159. | 65 | » |

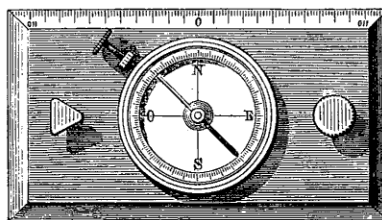


Fig. 54.

| | | | |
|-----|----------------------------------------------------------------------------------------------------|----|---|
| 163 | Rapporteur dans une boîte, disposé pour recevoir la boussole de la poche n° 157 (fig. 54). | 60 | » |
| 164 | Le même, pour le n° 158. | 70 | » |
| 165 | Le même, pour le n° 159. | 90 | » |

La poche de mine se compose d'une boussole munie de sa suspension, d'un demi-cercle divisé à crochets servant de niveau éclimètre, de deux pinces, deux vis à bois, d'une chaîne et deux fils à plomb.

La boussole est un limbe gradué de 0° à 360° au centre duquel est un pivot portant une aiguille aimantée, le cercle est divisé en demi-degrés.

Pour que l'horizontalité du cercle ait lieu, quelles que soient les positions prises par le cordeau, il est rendu mobile suivant deux axes perpendiculaires qui coïncident en projection avec les lignes E.-O., N.-S. de la boussole.

L'horizontalité suivant la ligne E.-O. s'obtient en amenant le cercle à butter contre un arrêt disposé sur la suspension; l'horizontalité suivant la ligne N.-S. s'obtient d'elle-même, la boussole étant bien construite, lorsqu'elle est suspendue au cordeau.

L'appareil de suspension de la boussole est terminé par deux crochets inversement disposés.

Le niveau éclimètre est le complément de la boussole, il sert à mesurer l'angle d'inclinaison que fait le cordeau avec l'horizontale; il se compose d'un demi-cercle en laiton, portant une double graduation de 0° à 90° par demi-degrés, et dont la ligne passant par le centre et le zéro est, ou doit être, toujours perpendiculaire au cordeau. Il est muni d'un petit plomb attaché à un crin de cheval, dont le point d'attache est au centre du demi-cercle. Il porte deux crochets semblables à ceux de la boussole pour sa suspension au cordeau.

La lecture de l'angle d'inclinaison avec le niveau éclimètre doit se faire par retournement.

La boussole se vérifie comme nous l'avons dit page 10.

- 166 Boussole de mines, suspendue à la Cardan, montée sur genou fr. c.
avec demi-cercle éclimètre, lunette à réticule, pince d'arrêt
pour mesurer les angles verticaux et pied. 240 »

Nous avons construit ce modèle sur la demande des mines de Vicogne; il paraît réunir les avantages de la boussole suspendue et de la boussole éclimètre.

Nous ne saurions trop recommander à MM. les Ingénieurs l'emploi des théodolites réitérateurs munis de boussole (voyez p. 44) pour les travaux souterrains. Le petit modèle n° 147 remplace avantageusement le théodolite allemand de Breithaupt.

Le théodolite n° 148 donne des résultats d'une précision remarquable.

Nous recommandons aussi l'emploi de nos boussoles éclimètres n°s 94, 95, 97 qui sont d'une précision suffisante dans bien des cas.

- 167 Mire transparente pour les travaux souterrains dans les mines,
avec pied à 6 branches et lampe. 100 »

Les signaux héliotropiques (voyez p. 47) ne peuvent évidemment pas être employés quand il s'agit de travaux souterrains; ils sont remplacés par la lumière de lampes renvoyée sur des mires en verre opale sur lesquelles sont peints des carrés noirs; le disque en verre est monté dans un cercle en cuivre porté par un trépied à vis calantes qui le relie à un pied à 6 branches.

L'emploi de ces mires facilite beaucoup les mesures d'angles dans les souterrains.

- 168 Lampe Davy perfectionnée. 15 »

Mesure de la Vitesse des Courants d'air.

- 922 Anémomètre de Combes, avec formule, permettant de mesurer
avec la plus grande exactitude des courants d'air hori-
zontaux ou verticaux variant de 10 centimètres à 3 mètres
par seconde, et même plus. Dans une boîte à serrure et
poignée. 250 »

L'axe de cet appareil tourne dans des pierres dures et porte six ailettes hélicoïdales en aluminium. Cet appareil est porté par un long manche que l'on tient à la main; il peut y être adapté dans deux

positions perpendiculaires; un bouton, placé près de la poignée sur le manche, permet d'embrayer ou de débrayer le compteur. La formule, pour chaque instrument, est obtenue expérimentalement.

| | | | | |
|-----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|-----|---|
| 923 | Anémomètre totalisateur du général Morin, à axe horizontal ou vertical, avec compteur simple muni d'un électro-aimant enregistrant la ventilation dans un seul sens, pouvant compter 10 millions de tours. Dans une boîte. | fr. c. | 600 | » |
| 924 | Le même, avec deux électro-aimants, permettant de décompter la contre-ventilation. | | 700 | » |
| 925 | Le même, avec deux compteurs et deux électro-aimants enregistrant séparément la ventilation produite dans chaque sens. | | 800 | » |

MATHÉMATIQUES

Cassettes de Mathématiques.

| | | | |
|-------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|---|
| 469 | Pochette d'ingénieur, compas en cuivre, charnières en cuivre, renfermant un compas de 11 centimètres à pointes sèches, un compas changeant de 11 centimètres à pointes d'aiguilles, un compas balustre, un tire-ligne manche ivoire, un tire-ligne à profiler, un décimètre en ivoire, un rapporteur en corne, étui en cuivre pour les mines de crayon. | 30 | » |
| La pochette est enveloppée dans un sac en peau. | | | |
| 470 | La même, les charnières en acier, le compas à pointes sèches à cheveu. | 40 | » |
| 471 | La même, les pièces en maillechort. | 48 | » |
| 472 | La même, avec compas de réduction en plus. | 58 | » |
| 473 | Cassette de mathématiques renfermant deux compas changeant de 16 et 11 centimètres, un compas à pointes sèches de 11 centimètres, un tire-ligne manche ébène, un double décimètre en buis, un rapporteur en corne de 16 centimètres. Le tout renfermé dans une boîte acajou à crochets | 24 | » |
| 474 | La même, avec les compas changeant à pointes d'aiguilles. . . | 27 | » |
| 475 | La même, avec balustre en plus | 32 | » |
| 476 | La même, avec compas de réduction sans crémaillère, double décimètre en ivoire, boîte en palissandre à serrure | 55 | » |
| 477 | La même, compas de réduction à crémaillère, charnières et brossures en acier, tire-ligne à charnière | 80 | » |

178. Cassette de mathématiques renfermant un compas de réduction sans crémaillère, deux compas changeant à pointes d'aiguilles de 16 centimètres et de 11 centimètres, un compas à pointes sèches, un balustre, un compas de poche balustre, une roulette à ponctuer, un tire-ligne double, un à profiler, un à charnière, une roulette à déterminer les lignes courbes, une garniture de compas à verges sans crémaillère, un double décimètre en ivoire, deux rapporteurs en corne de 20 et de 16 centimètres, un godet en verre dépoli, un morceau de gomme élastique, de la colle à bouche, le tout dans une boîte en palissandre à double fond et serrure, gainée en velours. . . 150 »

Tous les compas sont en cuivre, charnières et brisures en acier.

- 179 La même, compas de réduction à crémaillère, ayant en plus un balustre à pompe et à tire-ligne, balustre à crayon, compas russe, tire-ligne double, encre de Chine et pinceaux. . . . 165 »
- 180 La même, tous les compas en maillechort, ayant en plus un petit fil à plomb, une garniture de pièces plates. 200 »
- 181 Grande cassette de mathématiques renfermant une garniture à double emmanchement de 16 centimètres, un compas de réduction à crémaillère, un à trois branches, un à verge à vis de rappel, un à pompe, un de poche, deux balustres ordinaire et centré, trois compas à pincettes, une roulette à déterminer les lignes courbes, une à ponctuer, un tire-ligne double, un à profiler, un à molleter, un ordinaire, un piquoir, une garniture de pièces plates, deux rapporteurs cuivre et corne, une plume en platine, un mètre pliant en ivoire, une règle à quatre divisions, une règle à calcul à biseau, une règle ébène, une à parallèle, deux équerres, un pistolet, cinq godets, dix-huit couleurs, encre de Chine, colle à bouche, clous à papier, centres, pinceaux assortis, un canif, un thermomètre, le tout dans une boîte gainée avec luxe. 550 »

Compas divers.

- 182 Compas balustre sans retournement. 6 »
- 183 Le même, à retournement. 9 »
- 184 Compas de poche sans balustre. 20 »
- 185 Le même, avec balustre. 25 »
- 186 Le même, plus petit. 15 »
- 187 Le même, en maillechort. 20 »

| | | fr. | c. |
|-----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|----|
| 188 | Compas de réduction sans crémaillère. | 12 | » |
| 189 | Compas de réduction avec crémaillère. | 18 | » |
| 190 | Garniture de compas à verge. | 13 | » |
| 191 | La même, avec vis de rappel. | 16 | » |
| 192 | Compas à verge, règle en cuivre de 1 mètre 10, divisé dans toute la longueur, donnant par un vernier le $\frac{1}{5}$ de millimètre. . . . | 80 | » |
| 193 | Compas d'épaisseur (fig. 57). | 1 | 50 |
| 194 | Compas d'épaisseur dit maître à danser (fig. 58). | 1 | 50 |



Fig. 57.



Fig. 58.

| | | | |
|-----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|---|
| 195 | Mesure à coulisse de précision, avec vernier au $\frac{1}{10}$ de millimètre dans un étui (fig. 59). | 25 | » |
| 196 | La même avec vis de rappel dans un étui. | 50 | » |

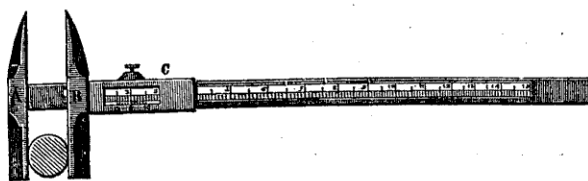


Fig. 59.

| | | | |
|-----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|---|
| 197 | Calibre-Palmer, de 45 millimètres d'ouverture, en bronze, vernier donnant le $\frac{1}{50}$ de millimètre, avec vis d'arrêt. | 17 | » |
| 198 | Le même, en maillechort, vernier donnant le $\frac{1}{100}$ de millimètre. | 20 | » |

Mesures divisées.

| | | | |
|-----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|---|
| 199 | Mètre étalon en cuivre à traits, biseau divisé en centimètres, le premier décimètre divisé en millimètres; la longueur du mètre est comprise entre deux lignes tracées sur des disques d'argent, avec boîte. | 75 | » |
| 200 | Mètre plat en noyer, garni en fer et divisé en centimètres dans toute sa longueur. | 4 | » |

CATALOGUE SECRETAN.

33

| | | | fr. | c. |
|-----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|-----|----|
| 201 | Mètre pliant en buis. | | 4 | » |
| 202 | — en baleine. | | 2 | 50 |
| 203 | — en baleine très-fin, garni et pointé en argent. . . | | 4 | » |
| 204 | — en ivoire. | | 5 | » |
| 205 | Double décimètre en buis à deux biseaux, dont un divisé en mil- limètres, et l'autre en 1/2 millimètres (fig. 60). | | 1 | 25 |
| 206 | Le même, en ébène; biseau ivoire | | 6 | » |
| 207 | Le même, en ivoire | | 6 | » |
| 208 | Mesures à ruban, boîte en cuir, de 10 mètres. | | 3 | 50 |
| 209 | — — — 15 — | | 5 | » |
| 210 | — — — 20 — | | 8 | » |
| 211 | — — — 30 — | | 12 | » |



Fig. 60.

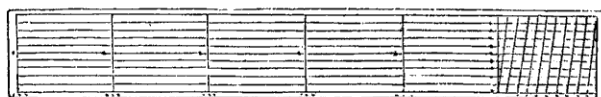


Fig. 61.

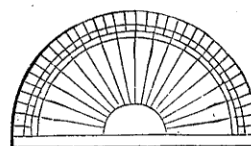


Fig. 62.

Échelles divisées.

| | EN BUIS. | EN CUIVRE. | EN IVOIRE. |
|-----|---------------------------------------------|---------------|---------------|
| | fr. c. | fr. c. | fr. c. |
| 212 | Échelle à deux divisions (fig. 61). | 2 75 | 4 » 8 » |
| 213 | — à trois divisions. | 3 » | 5 » 10 » |
| 214 | — à quatre divisions. | 3 50 | 6 » 12 » |

Rapporteurs.

| | DEMI-ROND en CORNE. (Fig. 62.) | DEMI-CERCLE en CUIVRE. (Fig. 63.) | ROND en CORNE. |
|-----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|----------------------|
| | fr. c. | fr. c. | fr. c. |
| 215 | Rapporteur de 11 centimètres par degré. | 1 50 | 4 » » » |
| 216 | — 16 — — — | 2 » | 6 » 5 » |
| 217 | — 20 — — — | 4 » | » » 7 » |
| 218 | — 25 — — — | 8 » | » » » » |
| 219 | Rapporteur, en cuivre, cercle entier de 16 centimèt. de diamètre, alidade donnant la minute, avec boîte acajou. | | 60 » |
| 220 | Le même, avec engrenage. | | 80 » |
| 221 | Le même, divisé sur argent. | | 100 » |

Règles à Calcul.

| | | fr. | c. |
|-----|-----------------------------------------------------------------|-----|----|
| 222 | Règle à calcul en buis, à coulisse, de 26 centimètres | 6 | » |
| 223 | La même, avec biseau divisé en millimètres. | 7 | » |
| 224 | La même, dite de Mannheim, à curseur. | 10 | » |
| 225 | Instruction sur la règle à calcul, par M. Guy. | » | 75 |

Pantographes.

- 227 Pantographe de M. Pawlowicz, à quatre règles, en cuivre, de 95 centimètres, divisées dans toute leur longueur, des verniers donnent le $\frac{1}{10}$ des divisions (fig. 64). 250 »

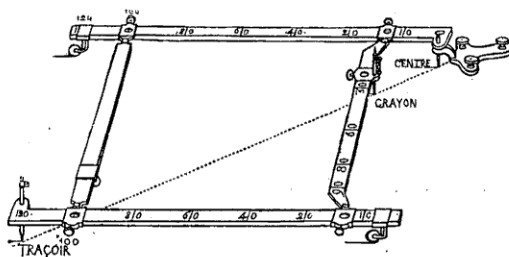


Fig. 64.

- 228 Le même, à deux règles, en ébène, de 87 centimètres (fig. 65). 150 »

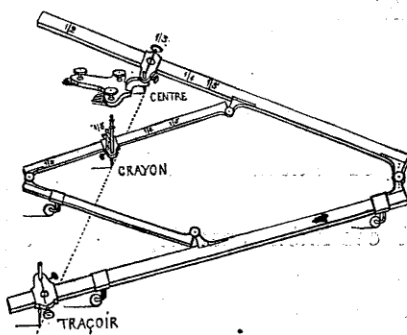


Fig. 65.

Le grand pantographe de M. Pawlowicz se compose de quatre barres ou règles qui forment un parallélogramme articulé à ses angles, au moyen de quatre charnières; deux de ces barres peuvent s'éloigner ou se rapprocher l'une de l'autre en restant constam-

ment parallèles; leurs extrémités sont reliées aux deux autres barres du parallélogramme par des charnières mobiles. Le centre fixe autour duquel l'instrument pivote est à un angle, le traçoir avec lequel on suit le dessin est à l'angle opposé; le crayon qui reproduit le dessin est placé intérieurement sur la barre transversale, de manière à se trouver sur la diagonale qui joint le traçoir et le centre de rotation. Dans les diverses transformations du parallélogramme pendant son mouvement sur une table horizontale, le centre, le crayon et le traçoir sont toujours en ligne droite, et de plus les distances variables du centre au traçoir et au crayon conservent le même rapport; car ces distances représentent les côtés de deux triangles semblables qui ont leurs deux autres côtés constants. Le crayon étant plus près du centre que le traçoir, la copie est plus petite que le dessin; elle serait plus grande si le traçoir était sur la barre transversale entre le centre et le crayon. Au moyen de deux barres intérieures portant chacune un crayon, on peut obtenir à la fois deux réductions différentes du même dessin.

M. Pawlowicz a imaginé un second pantographe plus petit, moins dispendieux que le n° 227. Deux côtés adjacents d'un losange articulé se prolongent au delà de leur jonction avec les deux autres côtés d'une quantité égale à leur longueur. On place en ligne droite le centre et le traçoir sur ces deux prolongements et le crayon sur une branche intérieure du losange. Dans les changements de ce système, on trouve toujours deux triangles semblables avec deux côtés constants. Les deux autres côtés, dirigés sur la même droite, sont précisément les distances du centre au traçoir et au crayon; ces distances varient toujours dans la même proportion.

Les avantages des pantographes Pawlowicz sur les pantographes ordinaires résident dans l'ajustement des règles, qui, au lieu d'être superposées les unes aux autres, à l'endroit des charnières, restent dans le même plan; on évite ainsi les flexions et les torsions. Les règles sont divisées dans toute leur longueur, ce qui permet de prendre directement les rapports dont on a besoin, sans recourir à l'emploi d'un compas à verge, comme dans les pantographes ordinaires.

Planimétrie.

| | fr. | c. |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|----|
| 229 Planimètre polaire d'Amsler, en laiton, pour une seule unité. . . | 55 | » |
| 230 Le même, pour quatre ou cinq unités différentes. | 65 | » |
| 231 Les mêmes, en maillechort. En plus. | 10 | » |
| 232 Planimètre à cône de M. Ernst. | 425 | » |
| 233 Vérificateur ou polygonomètre en glace, divisé de 2 mètres en 2 mètres à l'échelle de 1 à 1000 | 12 | » |
| 234 Le même, divisé de mètre en mètre | 15 | » |
| 235 Roulette de M. Dupuis. | 30 | » |

En Vente chez SECRETAN

43, PLACE DU PONT-NEUF, 43

PARIS

PREMIÈRE PARTIE DU CATALOGUE GÉNÉRAL

Comprenant : la *Chimie*, la *Galvanoplastie*, la *Minéralogie*. Un volume in-8° orné de 300 figures. Prix : 2 francs. (1863.)

VIENT DE PARAÎTRE

DEUXIÈME PARTIE DU CATALOGUE GÉNÉRAL

Comprenant : la *Géodésie*, l'*Astronomie*, la *Météorologie*, la *Marine*.
Un volume in-8° orné de 200 figures. Prix : 5 francs. (1874.)

Ce volume contient en outre les instruments de physiologie, de micrographie.

Pour la commodité des personnes à qui ces diverses branches de la science ainsi réunies ne sauraient être utiles, nous avons cru devoir faire paraître en fascicules des *Extraits* contenant les parties les plus importantes de la *Géodésie*, de l'*Astronomie* et de la *Météorologie*.

1^{er} Fascicule : *Géodésie*. Prix. . . 1 fr. 50

2^e Fascicule : *Astronomie*. Prix . 1 fr. 50

3^e Fascicule : *Météorologie*. Prix. 1 fr. »

Prix courant de *Micrographie*.

POUR PARAÎTRE PROCHAINEMENT

TROISIÈME PARTIE DU CATALOGUE GÉNÉRAL

Comprenant, sous le nom d'*Instruments usuels*, les objets et instruments dont l'usage s'est communément répandu tout en restant, par principe, du domaine scientifique, tels que : Lunettes, Conserves, Jumelles, Longues-vues, Thermomètres, Baromètres, Pèses divers, etc., etc.

Chaque instrument est suivi d'une courte note indiquant ses propriétés et la manière de s'en servir.

PARIS. — J. CLAYE, IMPRIMEUR, 7, RUE SAINT-BENOÎT. — [271]

