

## Conditions d'utilisation des contenus du Conservatoire numérique

1- [Le Conservatoire numérique](#) communément appelé [le Cnum](#) constitue une base de données, produite par le Conservatoire national des arts et métiers et protégée au sens des articles L341-1 et suivants du code de la propriété intellectuelle. La conception graphique du présent site a été réalisée par Eclydre ([www.eclydre.fr](http://www.eclydre.fr)).

2- Les contenus accessibles sur le site du Cnum sont majoritairement des reproductions numériques d'œuvres tombées dans le domaine public, provenant des collections patrimoniales imprimées du Cnam.

Leur réutilisation s'inscrit dans le cadre de la loi n° 78-753 du 17 juillet 1978 :

- la réutilisation non commerciale de ces contenus est libre et gratuite dans le respect de la législation en vigueur ; la mention de source doit être maintenue ([Cnum - Conservatoire numérique des Arts et Métiers - https://cnum.cnam.fr](#))
- la réutilisation commerciale de ces contenus doit faire l'objet d'une licence. Est entendue par réutilisation commerciale la revente de contenus sous forme de produits élaborés ou de fourniture de service.

3- Certains documents sont soumis à un régime de réutilisation particulier :

- les reproductions de documents protégés par le droit d'auteur, uniquement consultables dans l'enceinte de la bibliothèque centrale du Cnam. Ces reproductions ne peuvent être réutilisées, sauf dans le cadre de la copie privée, sans l'autorisation préalable du titulaire des droits.

4- Pour obtenir la reproduction numérique d'un document du Cnum en haute définition, contacter [cnum\(at\)cnam.fr](mailto:cnum(at)cnam.fr)

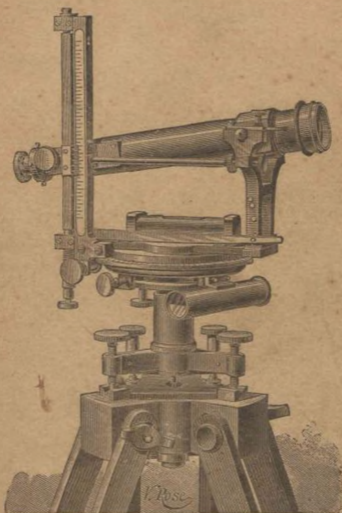
5- L'utilisateur s'engage à respecter les présentes conditions d'utilisation ainsi que la législation en vigueur. En cas de non respect de ces dispositions, il est notamment passible d'une amende prévue par la loi du 17 juillet 1978.

6- Les présentes conditions d'utilisation des contenus du Cnum sont régies par la loi française. En cas de réutilisation prévue dans un autre pays, il appartient à chaque utilisateur de vérifier la conformité de son projet avec le droit de ce pays.

NOTICE BIBLIOGRAPHIQUE

Auteur(s)	Sanguet, J.-L.
Titre	Le Tachéomètre Sanguet (autoréducteur) : description, mode d'emploi, vérifications, rectifications, etc.
Adresse	Saint-Vit : Imprimerie Tranchart, 1899
Collation	1 vol. (63 p.-[2] f.); 20 cm.
Nombre de vues	79
Cote	CNAM-MUSEE IS0.4-SAN
Sujet(s)	Topographie -- Instruments Mesure -- Instruments
Thématique(s)	Catalogues de constructeurs Machines & instrumentation scientifique
Typologie	Ouvrage
Langue	Français
Date de mise en ligne	21/11/2017
Date de génération du PDF	07/02/2026
Recherche plein texte	Disponible
Notice complète	<a href="https://documentation.arts-et-metiers.net/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=19017">https://documentation.arts-et-metiers.net/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=19017</a>
Permalien	<a href="https://cnum.cnam.fr/redir?M15276">https://cnum.cnam.fr/redir?M15276</a>

LE  
TACHÉOMÈTRE SANGUET  
(AUTORÉDUCTEUR) ;







et leurs accessoires sont livrés à **Paris**, non **emballés**. Sur demande, l'inventeur se charge de l'expédition ; mais l'emballage, fait avec tous les soins nécessaires, et le transport sont aux frais et risques de l'acheteur qui, en cas d'avarie, de déficit, de retard, etc., devra exercer son recours contre les transporteurs.

**DÉLAIS DE LIVRAISON.** — Les délais indiqués ne sont qu'approximatifs. Aucun retard ne pourra donner lieu à dommages-intérêts, sauf stipulation contraire acceptée et signée par l'inventeur.

ISO-4-SANGUE

3<sup>1</sup>/<sub>00</sub>



LE

# TACHÉOMÈTRE SANGUET

(AUTORÉDUCTEUR)

## INVENTIONS DU MÊME AUTEUR

---

**Longi-Altimètre**, ou tachéomètre de montagne à plongée illimitée, à l'aide duquel on lit sur la mire, 1<sup>o</sup> — soit la différence de niveau, soit l'altitude absolue du pied de la mire exprimées en décimètres ; 2<sup>o</sup> — la distance réduite à l'horizon.

Deux cercles donnent, d'ailleurs, les angles azimutaux et les angles verticaux (distances zénithales) ; mais la différence de niveau entre + 150 m. et - 150 m. (ou l'altitude) peut être lue seule, les autres valeurs linéaires et angulaires étant absolument indépendantes.

Cet instrument permet encore de déterminer mécaniquement (c'est-à-dire sans calcul) la trace du méridien astronomique et l'heure, connaissant la latitude de la station et la déclinaison d'un astre visible.

**Coordinatomètre**, instrument permettant de lire sur la mire, sans connaître ni la distance, ni l'angle azimutal, les coordonnées  $x$ ,  $y$  et  $z$  du point occupé par cette mire rapportées à trois plans rectangulaires passant par l'instrument.

**Diastimomètre**, prisme pouvant se placer à volonté devant l'objectif d'une lunette astronomique ordinaire, pour la transformer en lunette micrométrique d'une exactitude supérieure à la lunette anallatique.

**Boussole topographique**, instrument de reconnaissance à l'usage des explorateurs.

**Rapporteurs tachéométriques**, pour le rapport rapide et précis des points levés au tachéomètre Sanguet.

**Mire légère** de 2 m. 20 pouvant se relever de 1 m. — Section de 0<sup>m</sup> 030 / 0<sup>m</sup> 035.

**Mire moyenne** à charnière, développant 4 mètres et pouvant se démonter en deux parties.

**Mire normale** de 3 m. 25 pouvant se hausser de 0 m. 50, 1 m., 1 m. 50 et 2 m. au-dessus du sol, pour vaincre les difficultés de lecture occasionnées par les haies et les murs. (Indispensable pour les travaux de longue haleine).

**Règle à calculs** du géomètre-topographe. — Modifications de la règle de Mannheim pour l'approprier aux besoins de la topographie.

**Abaque Sanguet** pour le calcul rapide des cotes d'altitude et des coordonnées horizontales.

LE  
TACHÉOMÈTRE SANGUET  
(AUTORÉDUCTEUR)

---

**Description, Mode d'emploi, Vérifications,  
Rectifications, etc.**

---

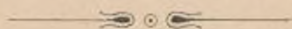
*Par l'Inventeur*

**J. - L. SANGUET**

INGÉNIEUR-TOPOGRAPHE

PRÉSIDENT DE LA SOCIÉTÉ DE TOPOGRAPHIE PARCELLAIRE DE FRANCE

OFFICIER D'ACADÉMIE



**(Médaille d'Or, Exposition universelle.— Paris 1889)**

---

NOTA.— Le tachéomètre Sanguet, breveté s. g. d. g., est la propriété de l'inventeur; celui-ci n'ayant accordé à personne le droit de construire ou réparer les instruments de son invention et brevetés sous son nom, poursuivra toute contrefaçon totale ou partielle qui serait tentée au mépris de ses droits.

## PUBLICATIONS DU MÊME AUTEUR

---

**Tables trigonométriques centésimales**, disposées pour faciliter le calcul des coordonnées topographiques et géographiques; les nivellements trigonométriques et barométriques; le calcul d'un azimut (tracé de la méridienne), de la latitude et de l'heure; le tracé des courbes de raccordement par la méthode ordinaire ou avec le tachéomètre, etc. — Nombreuses tables usuelles avec 32 problèmes dans le texte. *Deuxième édition.*

Prix. . . . . 7 fr. »

Par la poste. . . . . 7 fr. 40

---

**La Réforme cadastrale**, Revue mensuelle des Questions économiques et topographiques relatives à l'institution d'un grand-livre de la propriété foncière.

Abonnement, 8 fr. par an. (Paraît depuis le mois de février 1885).

---

**Cours théorique et pratique de Tachéométrie** appliquée à la topographie parcellaire, au lever des plans d'alignements et aux levers souterrains (tachéométrie de précision); aux études de chemins de fer, canaux, etc. (tachéométrie expéditive). — Nombreuses figures dans le texte; Planches gravées et vues en phototypie.

(Sous presse)

---

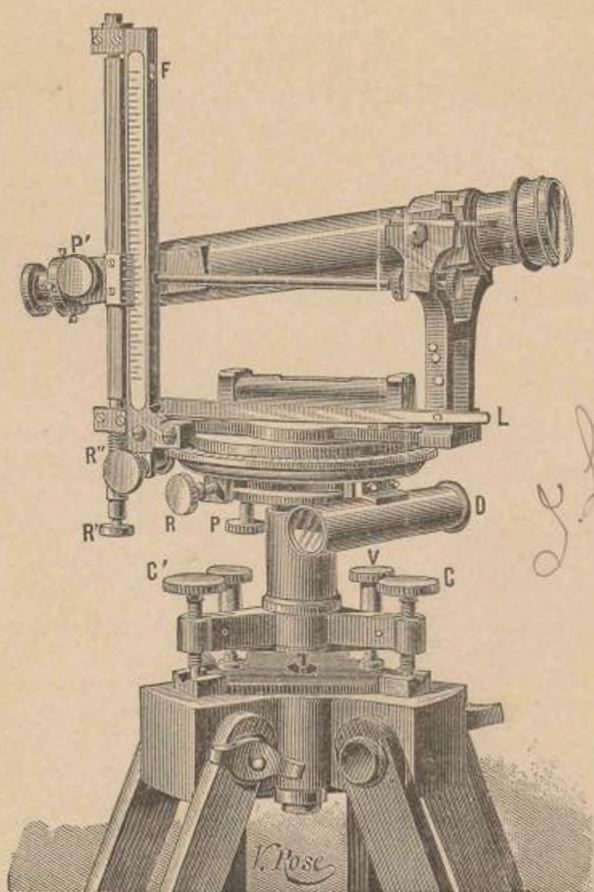
Carnets de tachéomètre; Tableaux et types de calculs, etc.

---

Pour tous renseignements, s'adresser à l'Inventeur  
29, rue Monge, PARIS.

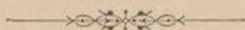


Fig. 4



Tout exemplaire de la présente notice qui ne portera pas la signature de l'Auteur en marge de cette figure sera réputé contrefait.

# LE TACHÉOMÈTRE SANGUET



## I

### DESCRIPTION SOMMAIRE DE L'INSTRUMENT (1)

Le *Tachéomètre Sanguet* se compose de deux parties principales destinées, l'une à mesurer les angles azimutaux, et l'autre à mesurer les distances et les déclivités.

La première partie consiste, comme dans tout théodolite, en un *cercle horizontal gradué*, pouvant tourner autour d'un axe vertical fixé sur un support à trois branches ; chacune de ces branches est munie d'une *vis calante C C'*. Le mouvement de rotation du cercle peut être arrêté à volonté, au moyen d'une *vis de pression P*, et complété ou rectifié à l'aide d'une *vis de rappel R*.

Un *déclinatoire D*, ayant l'apparence d'une petite longue-vue, est fixé sous le cercle divisé et permet d'*orienter* celui-ci de telle façon que le plan de visée correspondant à l'origine de la graduation se confonde, autant que possible, avec le plan du méridien de la station.

Ce déclinatoire présente, sur ceux connus jusqu'ici, quatre améliorations notables :

1<sup>o</sup> La loupe servant d'oculaire est montée dans un

---

(1) La présente notice ne se vendant pas sans l'instrument, on évitera les détails que la vue du tachéomètre rendrait superflus.

double tube pouvant se retourner bout pour bout dans le tube ordinaire, ce qui permet de la mieux accommoder à la vue de l'opérateur.

2<sup>o</sup> Les deux pointes de l'aiguille sont recourbées de la même manière : la plus éloignée est vue directement au foyer de l'oculaire, tandis que l'autre est vue par réflexion dans une glace demi-circulaire fixée normalement à l'axe du déclinaire, au-dessus du pivot de l'aiguille. L'instrument est orienté, quand la pointe la plus éloignée de l'œil paraît couverte ou prolongée par l'image réfléchie de l'autre pointe.

3<sup>o</sup> Le fond du déclinaire est fermé par un verre à faces planes et parallèles. En visant au travers de la partie inférieure, après avoir retiré l'oculaire, on peut faire placer un jalon dans le prolongement de l'image de l'œil, c'est-à-dire dans le plan du méridien magnétique : ce qui est très précieux pour le réglage du déclinaire ou la mesure de la déclinaison dans un lieu donné.

4<sup>o</sup> Enfin, l'aiguille est en liberté dès que l'on sort un peu l'oculaire pour le mettre au point ; elle est suspendue aussitôt qu'on le rentre complètement.

La base de la seconde partie, ou partie supérieure, est un *cercle alidade* muni de *verniers* tournant dans l'intérieur du cercle divisé qui lui est *concentrique*. La rotation du cercle alidade peut être arrêtée par une *vis de pression* **P''** (non visible sur la figure 1), et rectifiée ou complétée par une *vis de rappel* **R''**. Sur le cercle alidade est fixée une règle horizontale supportant, à droite, une fourche servant d'appui aux tourillons de la lunette ; à gauche, une *règle divisée* verticale **FR'** et au milieu, un *niveau à bulle d'air* servant à *caler* l'instrument.

La règle divisée porte à ses extrémités deux retours d'équerre percés chacun d'une ouverture cylindrique dont l'axe est vertical. Dans ces ouvertures glissent à frottement

doux les extrémités cylindriques d'un coulisseau prismatique parallèle à la règle divisée et reposant sur la pointe d'une vis de rappel verticale **R'**.

Une pince portant un vernier, embrasse le coulisseau qu'elle peut parcourir dans toute sa longueur; elle peut être fixée en un point quelconque de sa course au moyen d'une vis de pression **P'**. Cette pince porte, au milieu de sa face postérieure, un couteau en acier destiné à supporter la lunette.

La lunette, en effet, n'est pas en équilibre sur ses tourillons, ceux-ci étant placés très près de l'objectif, c'est-à-dire à plusieurs centimètres du centre de gravité. Elle porte à droite et à gauche une réglette d'acier dont la face est dans un plan vertical et dont la rive inférieure, reposant sur le couteau, est parallèle à l'axe optique.

L'inclinaison de la lunette peut donc être modifiée si, ayant desserré la vis **P'**, on fait glisser la pince le long du coulisseau, pour la fixer lorsque l'objet à pointer apparaîtra dans le champ de la lunette. La vis de rappel **R'** permet alors de rectifier le pointé dans le sens vertical. Le vernier fixé à la pince **P'** indique sur la règle divisée — ou échelle de pentes — l'inclinaison du rayon visuel en parties de sa projection horizontale prise pour unité.

La lunette du *Tachéomètre Sanguet* est une lunette astronomique simple, comme celle d'un niveau ou d'un théodolite, sans lentille ni fil supplémentaires. Le fil horizontal unique pointé sur le 0 d'une mire parlante ne permet donc pas de faire une lecture différente de 0, si l'inclinaison de la lunette ne change pas. La mesure des distances devant résulter de plusieurs lectures sur la mire, voici comment s'obtiennent ces diverses lectures.

L'écrou de la vis de rappel **R'** est relié, à l'aide d'une bielle verticale, à l'extrémité du petit bras d'un levier **L** dont le point d'appui est un axe horizontal implanté dans

la face postérieure de la règle divisée. L'extrémité du long bras de ce levier applique constamment contre la face de la fourche, laquelle présente quatre buttoirs ou tête de vis saillantes, disposées sur un arc de cercle et limées en forme de plan incliné.

Sollicité par sa propre pesanteur, par celle de la lunette et par l'action d'un ressort, le coulisseau tend toujours à descendre et à faire basculer le levier dont le grand bras est alors arrêté par l'un des quatre buttoirs. Si l'on écarte légèrement ce bras pour le dégager du buttoir inférieur, par exemple, il ira aussitôt s'appliquer avec force contre le buttoir suivant ; le coulisseau descendra en même temps que le petit bras du levier et la lunette basculera autour de ses tourillons.

Le levier pouvant prendre quatre positions différentes, l'inclinaison de l'axe optique de la lunette prendra elle-même quatre valeurs différentes, par la simple manœuvre du levier : d'où quatre lectures sur la mire dont les différences sont dans des rapports constants avec la *distance horizontale* à mesurer. Ces différences étant au nombre de six (nombre de combinaisons possibles des quatre lectures prises deux à deux), il en résulte donc six rapports élémentaires, dont un seul suffit pour déterminer la distance de la mire à l'instrument (1). Voici la valeur des six rapports élémentaires.

Appelons respectivement  $0$  (zéro),  $a$ ,  $b$ ,  $c$ , les quatre buttoirs pris dans l'ordre où on les rencontre en commençant par le bas.

Supposons le levier au buttoir  $0$ , comme dans la fig. 1, et le fil horizontal de la lunette pointé sur le zéro d'une mire verticale fixée à  $1^m$  des tourillons de la lunette : en

---

(1) Les diverses combinaisons de ces six rapports fournissent encore 57 autres moyens d'évaluation.

plaçant successivement le levier en  $a$ , en  $b$  et en  $c$ , nous pourrions lire respectivement sur la mire,  $A = 10$ ,  $B = 18$  et  $C = 22$  millimètres.

Supposons maintenant le levier en  $a$  et la lunette pointée au zéro de la mire : en plaçant le levier en  $b$ , puis en  $c$ , nous lirons sur la mire  $B - A = 18 - 10 = 8$ , et  $C - A = 22 - 10 = 12$  millimètres.

Enfin, en pointant au zéro de la mire quand le levier est en  $b$ , nous lirons, après l'avoir mis au buttoir  $c$ ,  $C - B = 22 - 18 = 4$  millimètres.

× En classant tous ces résultats dans l'ordre croissant, on voit que les six rapports élémentaires donnent sur une mire verticale 4, 8, 10, 12, 18 et 22 millimètres par mètre de distance horizontale.

Le rapport de 0,004 convient aux leviers à grande portée devant être rapportés à l'échelle de 1/5000 ou à une échelle plus petite. Employé avec une mire dont les divisions ont 0<sup>m</sup>04 de hauteur, le *Tachéomètre Sanguet* permettra de lever les points visibles dans un rayon de 7 à 800 m; les divisions de la mire représentant des décamètres, les mètres seront estimés à 1/2 ou 1 unité près, c'est-à-dire avec une erreur insensible à l'échelle du plan.

Le rapport de 0,010 (ou 1 centimètre par mètre), est surtout avantageux pour lever des plans devant être rapportés au 1/1000 ou au 1/2000. La mire divisée en centimètres (division normale), permet de lire les mètres et d'estimer les décimètres jusqu'à 200 ou 250 mètres.

Les rapports 8 et 12 combinés offrent un excellent moyen d'accroître la précision et de contrôler les lectures dans un rayon de 250 mètres.

En appelant  $b'$  et  $c'$  ces deux rapports, on a

$$b' + c' = 0,020 \quad \text{et} \quad c' - b' = 0,004 = \frac{b'}{2} = \frac{c'}{3} = \frac{b' + c'}{5} \quad (1)$$

La combinaison des rapports  $18 = b$  et  $22 = c$  donne les relations suivantes :

$$b + c = 0,040 \quad \text{et} \quad c - b = 0,004 = \frac{b + c}{10} \quad (2)$$

En combinant les trois rapports  $10 = a$ ,  $18 = b$  et  $22 = c$  on a

$$a + b + c = 0,050 \quad \text{et} \quad \frac{a + b + c}{5} = a \quad (3)$$

Cette combinaison donne le maximum de précision ; on ne doit pas hésiter à l'employer chaque fois que l'on désire obtenir les distances avec une grande exactitude, sauf à omettre une lecture si un obstacle ne permet pas de la faire sans recommencer le pointé.

Lorsque la partie visible de la mire est insuffisante pour les rapports 18 et 22, on fait d'abord la lecture à 10, puis, après un nouveau pointé (le levier étant resté au buttoir  $a$ ) on fait les lectures aux rapports 8 et 12. On a alors

$$a + b' + c' = 0,030, \dots \quad \text{et} \quad \frac{a + b' + c'}{3} = a \quad (4)$$

Maintenant, si nous désignons par  $\rho$  la projection horizontale du rayon vecteur du point à relever, c'est-à-dire la distance (réduite à l'horizon) de l'instrument à la mire et par

A, B, C, B' C' et C'',

les lectures en centimè-

tres aux rapports. . . . . 10, 18, 22, 8, 12 et 4,

nous aurons

$$\rho = A = \frac{B}{1,8} = \frac{C}{2,2} = \frac{B'}{0,8} = B' + \frac{B'}{4} = \frac{C'}{1,2} = \frac{C''}{0,4}$$

et, par combinaison,

$$\begin{aligned} \rho &= \frac{A+B+C}{5} = \frac{B+C}{4} = \frac{A+B}{2,8} = \frac{1}{3} \left( A+B+\frac{A}{5} \right) \\ &= \frac{A+C}{3,2} = \frac{1}{3} \left( A+C-\frac{A}{5} \right) = \frac{B'+C'}{2} = \frac{A+B'+C'}{3} \\ &= \frac{B+C'}{3} = \frac{C+B'}{3} = \dots\dots \end{aligned}$$

(Voir, pour les applications numériques, III<sup>e</sup> partie, Vérification des lectures sur la mire).

La théorie du tachéomètre Sanguet et la discussion de la précision de ses résultats se trouvent dans le Cours de tachéométrie de l'Inventeur.

#### PIÈCES ADDITIONNELLES (1)

**Niveau à double face.**— Pour exécuter avec le tachéomètre un nivellement géométrique de haute précision, il est indispensable de fixer à la lunette un niveau à double face *fig. 2*. Chaque lunette est munie, par avance, d'une vis fixe du côté de l'objectif et d'une vis à clef du côté de l'oculaire, destinées à recevoir ce niveau s'il est demandé par l'opérateur.

Fig. 2



**Niveau à jambes.**— Quand les visées faites d'un même tour d'horizon sont fortement et diversement inclinées, il importe — si l'on désire supputer les milligrades — de s'assurer, après chaque pointé, que l'axe de

(1) Ces pièces ne sont fournies que sur la demande expresse de l'acheteur.

rotation de la lunette est horizontal ou de mesurer son inclinaison s'il y a lieu. Le niveau à jambes *fig. 3*, se place

Fig. 3



à cet effet sur les tourillons; les divisions de la fiole doivent être comptées pour des doubles milli-grades; on les prend positives à droite et négatives à gauche. La somme algébrique des lectures

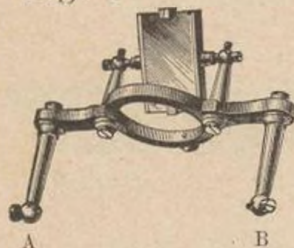
faites avant et après le retournement du niveau indique l'inclinaison cherchée, exemple :

$$\begin{array}{rcl} 1^{\text{re}} \text{ position} & + 4 - 6 & \\ 2^{\text{e}} \text{ —} & + 7 - 3 & \end{array} \left. \vphantom{\begin{array}{r} 1^{\text{re}} \\ 2^{\text{e}} \end{array}} \right\} = + 11 - 9 = + 2$$

L'axe de rotation de la lunette est incliné de  $-0^{\circ}002$ , et la correction azimutale  $= + 0,002 \varphi$ . ( $\varphi$  exprime la pente par mètre et doit être considéré avec son signe.)

**Réflecteur à glace parallèle.**— Pour viser sous de grandes inclinaisons, comme cela est parfois nécessaire dans les levés de mines, ou bien pour observer des

Fig. 4



astres près du zénith, on place devant l'objectif de la lunette l'appareil représenté *fig. 4* ci-contre. Il suffit, pour donner à cet appareil sa position normale, d'engager les vis A et B dans les extrémités des tourillons de la lunette, après avoir introduit l'objec-

tif dans l'ouverture circulaire de la traverse. L'axe de rotation de la glace est alors parallèle à celui des tourillons. En faisant varier l'inclinaison de la glace et, au besoin, celle de la lunette, on peut explorer un champ vertical de plus de 125 grades, tant au-dessus qu'au-dessous de l'horizon.

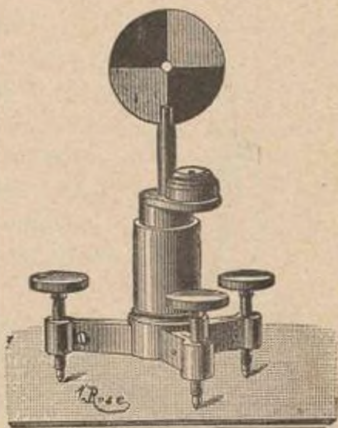
**Prisme à double réflexion.** — Mais la déviation du rayon visuel, qui varie avec l'inclinaison de la glace sur l'axe optique, doit être déterminée dans chaque cas, si l'observation a pour objet une détermination de hauteur. — Il est alors plus avantageux de faire usage d'un prisme spécial déviant le rayon visuel exactement de 50 ou 100 grades et s'adaptant aussi à la lunette.

**Voyant altazimutal.** — Dans les cheminements à très petits côtés on fait souvent usage de deux ou trois trépieds, afin d'éviter les erreurs azimutales résultant d'un défaut de verticalité des jalons avant et arrière et des erreurs de mise en station de l'instrument.

La mire représentée *fig. 5* permet, dans ce cas, d'obtenir des visuelles réciproques. Elle se fixe, à la place de l'instrument, tantôt sur le trépied arrière, tantôt sur le trépied avant; une fois calée au moyen de son niveau sphérique spécial, le centre du voyant se trouve rigoureusement sur la même verticale que le centre du tachéomètre à la station précédente ou à la station suivante. La hauteur du centre du voyant étant sensiblement la même que celle des tourillons de la lunette, les deux visuelles sont dans le même plan vertical et sous des inclinaisons égales mais de signes contraires.

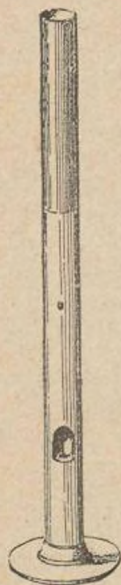
Pour les opérations nocturnes, le voyant est remplacé par une lanterne spéciale.

Fig. 5



**Signal à pendule.** — Dans le même but on peut employer un appareil beaucoup plus simple, *fig. 6*,

Fig. 6



formé d'un tube en cuivre de 30 à 40 centimètres de long, terminé par une embase circulaire et portant à l'intérieur un petit pendule faisant office de fil à plomb. La hauteur des tourillons de la lunette est alors marquée, soit par l'extrémité supérieure du tube, soit par la séparation de deux couleurs différentes dans la peinture du tube.

**Plateau à translation.** — Pour éviter le transport d'un trépied supplémentaire, on fait souvent usage d'un plateau à translation qui permet de placer très exactement le centre de l'instrument sur la verticale du point de station marqué d'avance par un piquet. La *fig. 1* représente un trépied muni d'un tel plateau. On y voit en effet une plaque triangulaire portant à ses angles les 3 gouttières destinées à recevoir les vis calantes de l'instrument ; un boulon creux perpendiculaire à cette plaque

traverse librement la tête du trépied, et un écrou de serrage permet d'immobiliser le plateau.

L'instrument est fixé au plateau au moyen de deux vis à pompe **V, V**, *fig. 1* ; sous le centre du tachéomètre se trouve un petit crochet auquel on suspend un fil à plomb traversant le boulon creux.

**Canne à plomber.** — Le fil à plomb a l'inconvénient d'être trop souvent agité par le vent ; on le remplace avantageusement par la canne à plomber, *fig. 7*.

Cette canne a son extrémité supérieure fixée invariablement à un tube en cuivre *AB* contenant un pendule ou un niveau sphérique que l'on peut observer par l'ouverture *A*.

Fig. 7



Le surplus de la canne peut glisser librement dans un autre tube plus long, *DE* qui lui sert de fourreau.

On suspend la canne à l'instrument au moyen du crochet *C* que l'on introduit dans le boulon creux, à la place du fil à plomb ; puis, la pointe *E* étant sur le point de station, on déplace le plateau jusqu'à ce que le pendule ou le niveau sphérique atteste la verticalité de la canne.

Un vernier tracé sur l'un des bords de l'échancrure *D* permet de lire en millimètres, quand l'instrument est calé, la hauteur des tourillons de la lunette au-dessus du piquet, sans ajouter aucune constante.

Pour le transport, les deux tubes *AB* et *DE* se rapprochent et sont maintenus assemblés par un dispositif à baïonnette.

**Verre noir.**— On a pu voir soit dans la *Réforme cadastrale* nos 5 et 6, année 1889, soit dans l'instruction sur l'emploi des *Tables trigonométriques centésimales*, 2<sup>e</sup> partie, p. 30 et suiv., combien sont simples et rigoureuses à la fois, les déterminations d'azimuts déduites des observations solaires. Le verre noir est indispensable dans ces observations. Il se place devant l'oculaire, pour permettre à l'opérateur de viser le soleil sans danger pour sa vue.

## MANŒUVRE DU TACHÉOMÈTRE

**Mise en station.** — A chaque station les branches du pied doivent être enfoncées dans le sol jusqu'au refus.

Les écrous de serrage de ces branches doivent être très fortement serrés pendant l'opération, et desserrés avant d'enlever le pied pour changer de station.

On évite bien des tâtonnements dans la mise en station en remarquant que le plateau du trépied peut être rendu horizontal par la manœuvre d'une seule branche, 1<sup>o</sup> dans la direction des deux branches supposées fixes, en déplaçant la pointe de la troisième branche sur une parallèle à cette direction ; 2<sup>o</sup> dans le sens perpendiculaire, en écartant ou rapprochant plus ou moins la troisième branche.

Si, en enfonçant dans le sol les branches du pied, on a détruit l'horizontalité du plateau, on peut la rétablir à peu près en profitant du jeu des boulons qui permet de soulever le plateau de près de deux centimètres.

**Orientation.** — Au point de vue de la célérité des opérations, il y a toujours intérêt à commencer l'orientation du tachéomètre avant son calage.

Sortir un peu l'oculaire du déclinatoire pour voir bien distinctement les pointes de l'aiguille ; desserrer la vis de pression **P** ; faire tourner tout l'instrument jusqu'à ce que les oscillations de l'aiguille paraissent égales à droite et à gauche de l'axe du déclinatoire et serrer fortement la vis **P**. Caler l'instrument pour donner à l'aiguille le temps d'arriver au repos ; achever l'orientation en actionnant la vis de rappel **R**, après avoir disposé la lunette perpendiculairement au déclinatoire (l'oculaire à droite), afin d'éloigner de l'aiguille le ressort d'acier qui

pourrait l'influencer ; enfin, rentrer l'oculaire pour suspendre l'aiguille (1).

**Calage.** — Le calage du tachéomètre Sanguet se fait comme pour tout autre instrument muni de trois vis calantes : disposer d'abord la fiole parallèlement à deux de ces vis et niveler dans cette direction ; lui faire décrire un angle droit et niveler dans cette nouvelle direction au moyen de la troisième vis. Vérifier en revenant dans la première position et rectifier, s'il y a lieu, moitié par chacune des deux vis correspondantes (2).

REMARQUE I. — Par suite des différences de dilatation de diverses pièces de l'instrument, la bulle si elle est douée d'une certaine sensibilité, ne conserve presque jamais le centrage absolu qu'on a voulu lui donner par un réglage préalable ; l'on remarque toujours — quel que soit l'instrument considéré — que la position moyenne de la bulle varie sensiblement dans le cours d'une journée. Il y aurait plus d'inconvénients que d'avantages à chercher à combattre ces effets par la vis de rectification de la fiole ; il est préférable — tant que le décentrage n'excède pas deux ou trois divisions principales — de constater l'état de la fiole et de caler en n'observant qu'une seule extrémité de la bulle, comme il est dit plus loin pour le centrage.

---

(1) Dans quelques-uns des tachéomètres Sanguet, le déclinaire est entraîné par la lunette ; dans ce cas, l'orientation doit se faire, *après le calage*, de la manière suivante : fixer le vernier sur l'angle de déclinaison calculé pour l'heure et le lieu de l'opération ; mettre l'aiguille en liberté, desserrer la pince P et faire tourner tout l'instrument pour amener le trait O de l'objectif en coïncidence avec la pointe visible de l'aiguille ; serrer fortement la vis P et achever l'orientation avec la vis R.

(2) Au commencement de chaque séance *et avant le calage de l'instrument* il est prudent de faire tourner de 4 à 5 tours : 1° l'alidade seule ; 2° l'alidade et le limbe en même temps, afin de répartir les huiles autour des axes. Sans cette précaution, la bulle paraît toujours décentrée durant la première station.

REMARQUE II. — Les divisions de la fiole étant égales à 0,0001<sup>e</sup> du rayon de courbure, il est toujours facile d'apprécier l'effet d'une erreur de calage et d'en tenir compte au besoin.

L'inclinaison  $i$  du cercle azimutal (supposé perpendiculaire à l'axe principal de l'instrument), produit 1<sup>o</sup>, en planimétrie : un déplacement du point levé  $= i z$  dans le sens de la plus grande pente dudit plan ; 2<sup>o</sup>, en altimétrie : une erreur  $\delta z$  que l'on peut évaluer à  $i' \rho$  ;  $i'$  exprimant l'inclinaison du cercle *dans le sens du rayon visuel*, et  $\rho$  désignant la projection horizontale du rayon vecteur, c'est-à-dire, la distance du point à la station, et  $z$  la différence de niveau.

On voit par là que, tant que la bulle reste entièrement visible, l'erreur de calage ne peut déplacer le point sur le plan de plus de 0<sup>m</sup>05 par hectomètre de différence de niveau, ni modifier son altitude de plus de 0<sup>m</sup>05 par hectomètre de distance horizontale. Or il n'est pas difficile d'obtenir un calage beaucoup plus exact.

**Mise au point de l'oculaire.** — Pour voir bien nettement les fils ou les traits du réticule, chaque opérateur doit régler la position de l'oculaire d'après sa vue. Pour y parvenir facilement, placer à une faible distance de l'objectif une surface blanche, le carnet, par exemple, et faire tourner dans le sens convenable la *bonnette* ou disque noir percé d'un œilleton, jusqu'à ce que le réticule apparaisse le plus nettement possible. Vérifier et rectifier au besoin la mise au point de l'oculaire après la première mise au point du réticule.

Cette *mise au point de l'oculaire* n'a généralement pas besoin d'être renouvelée par le même opérateur, s'il a soin de laisser la bonnette dans la même position.

**Pointé sur la mire.**— Desserrer la vis  $P''$  avec la main gauche, pour mettre le cercle alidade en liberté, s'il ne l'est déjà ; desserrer la vis  $P'$  avec la main droite tout en soutenant la lunette avec la main gauche ; faire mouvoir la lunette en inclinaison et en azimut de manière à la diriger sur la mire ; serrer la vis de pression  $P'$  d'abord, et celle  $P''$  ensuite, dès que le 0 de la mire apparaît vers le centre du champ visuel.

NOTA.— En desserrant les vis de pression il faut éviter de les tourner de plus d'un quart de tour ; on doit serrer fortement la vis  $P$  du mouvement général, un peu moins la vis  $P'$  qui règle l'inclinaison de la lunette, et moins encore la vis  $P''$  du cercle alidade.

Pour la rapidité du pointé, l'opérateur doit s'appliquer à saisir la vis  $P'$  entre le pouce et la partie latérale externe de l'index, chaque doigt dépassant la vis de un centimètre au moins. En tournant le bouton  $P'$  d'un quart de tour de droite à gauche, pour desserrer la vis, l'extrémité du pouce se place tout naturellement sous la pince et l'extrémité de l'index au-dessus. La pince étant prise entre les deux doigts, en même temps que la vis  $P'$ , on la fait mouvoir sans effort, ce qui n'a pas lieu quand on cherche à l'entraîner par la vis  $P'$  qui fait levier. Ce *tour de main* permet de manœuvrer simultanément la pince verticale et la pince horizontale, sans risquer de laisser tomber la lunette.

**Mise au point du réticule.**— Saisir avec la main gauche le bouton de crémaillère placé à gauche de la lunette (sur la fig. 1 ce bouton est caché par la règle divisée et par le coulisseau) et le faire tourner dans le sens convenable de manière à voir le plus nettement possible l'image de la mire ; déplacer l'œil dans le sens vertical, pour viser tantôt par le haut, tantôt par le bas

de l'ocilleton, afin de vérifier si le fil horizontal paraît se déplacer sur les divisions de la mire : en cas d'affirmative, rectifier la mise au point pour annuler les effets de la parallaxe.

**Il arrive parfois que lorsqu'on a détruit la parallaxe, les divisions de la mire paraissent moins nettes que lorsque le fil horizontal se déplaçait par rapport à elles : ceci est une preuve que la mise au point de l'oculaire n'était pas correcte. Faire tourner la bonnette dans le sens convenable : on verra alors très distinctement tout à la fois la mire et les fils.**

La mise au point du réticule doit être renouvelée à chaque nouvelle position de la mire (1).

**Rappel du fil vertical.**— En abandonnant la vis de pression  $P'$ , la main droite doit saisir le bouton de la vis de rappel  $R''$ ; en tournant ce bouton dans le sens voulu on amène facilement le fil vertical sur l'axe de la mire. Le rappel du fil vertical et la mise au point du réticule se font simultanément.

**Rappel du fil horizontal.**— Le pointé exact du fil horizontal sur le 0 de la mire (ou sur tout autre point donné) s'obtient en manœuvrant avec la main gauche le bouton de la vis de rappel  $R'$ .

---

(1) Soient  $f$  la longueur focale de l'objectif,  $D$  sa distance à la mire et  $d$  sa distance à l'image de la mire, on a

$$\frac{1}{d} = \frac{1}{f} - \frac{1}{D}$$

On voit que  $d$  varie en même temps que  $D$ , mais en sens inverse. Or, les fils ne sont invariables par rapport à l'image de la mire que quand ils sont dans le plan de cette image : de là l'importance de la mise au point du réticule.

Dans la mesure des distances, ce pointé est d'une importance capitale, car la moindre erreur commise sur le point de départ se reporte en grandeur et en signe sur chacune des lectures subséquentes. On ne saurait donc prendre trop de soins dans cette opération ; il est même très prudent de vérifier le pointé sur la mire en abaissant un peu, avec la main droite, l'extrémité **L** du levier pour l'abandonner aussitôt, pendant que la main gauche abandonne elle-même la vis **R'**. Si, l'instrument étant absolument libre, le fil horizontal coïncide exactement avec la division 0 (ou tout autre division choisie comme point de départ), on tiendra le pointé pour bon ; sinon on le rectifiera par un léger mouvement de la vis **R'** suivi d'un abaissement du levier, puis de l'éloignement des deux mains.

**Déclanchement du levier.** — Le pointé étant correct, appliquer l'extrémité du pouce de la main droite sur le buttoir *a* (v. p. 10) (1) et tirer légèrement avec l'index l'extrémité **L** du levier qu'il faut laisser s'appliquer franchement contre le buttoir *a* ; écarter les doigts et faire la lecture sur la mire ; procéder de même pour les buttoirs suivants, si l'on doit faire plusieurs lectures.

**Retour du levier à son point de départ.** — Toutes les lectures de mire étant faites, ramener le levier à son point de départ, en rapprochant le pouce placé sur le levier de l'index placé sous la fourche supportant les tourillons. Vérifier à nouveau le pointé.

NOTA. — Pour cette dernière manœuvre du levier, il faut que l'effort du pouce se produise verticalement et

---

(1) Sans cette précaution on risque de fausser le levier ou de le laisser échapper trop brusquement et, en tout cas, de désorienter un peu l'instrument.

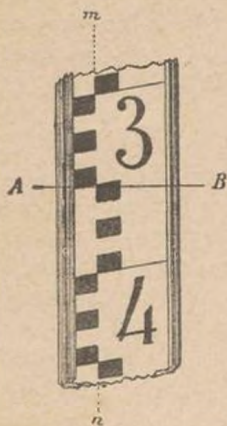
non obliquement de droite à gauche, afin d'éviter le grincement et l'usure inutile des buttoirs.

**Lectures sur la mire.** — En lisant sur la mire, il importe de bien vérifier chaque chiffre, en commençant bien entendu par celui de l'ordre le plus élevé, et de l'énoncer à haute voix avant de passer au suivant. Le chiffre des unités doit être suivi du mot *mètres*, puis des décimales ; si la cote de mire ne comprend pas de fraction, le mot *mètres* doit être suivi de *zéro*. Sans la première précaution le teneur de carnet serait exposé à confondre 54,20 avec 50,80 ; 60,3 avec 63,0 ; 100,25 avec 125,0, etc. ; à défaut de la seconde, le teneur de carnet attendrait inutilement l'énoncé des décimales et, s'il n'écrivait pas 0 à droite de la virgule, on pourrait supposer plus tard que la partie décimale a été oubliée. Cependant la cote de départ ou d'emprunt doit être exprimée par un nombre entier, sans décimale ni virgule. On la choisit d'ailleurs dans les multiples de dix mètres : 80, 90, 100, 120, etc.

REMARQUE I. — La mire doit être considérée comme une *échelle des distances au rapport de 1/100*. Donc si le fil horizontal coupe la mire à la hauteur de 1<sup>m</sup> 325, on doit lire 132<sup>m</sup> 5 : le centimètre est toujours pris pour l'unité.

Les fractions de centimètre s'évaluent à vue, comme les fractions de millimètre sur une échelle à biseau, en supposant le centimètre partagé en dix parties égales et en procédant par comparaison des deux fractions. Si l'on admet par exemple qu'il y ait 3/10 au-dessus du fil, il doit rester 7/10 au-dessous, etc. ; si l'on hésite entre 3/10 et 4/10, on énonce 35 au lieu de 3 (pour 30), ou de 4 (pour 40).

REMARQUE II. — La mire n'est pas toujours tenue dans un plan vertical perpendiculaire au plan de visée, et, si la



lunette est inclinée, les divisions de la mire paraissent parfois obliques par rapport au fil horizontal qui se projette suivant  $AB$ . Dans ce cas on lirait 34,9 à gauche du premier groupe de divisions, et 35,3 à droite du second groupe, tandis qu'on lirait 35,4 sur la ligne médiane  $mn$ . Ceci démontre que c'est seulement sur cette dernière ligne qu'il faut considérer les divisions de la mire; c'est, en effet, cette ligne  $mn$  qui a été divisée, et les rectangles noirs n'ont pas d'autre but que de rendre apparents les points de division.

**Lecture des angles azimutaux.**— Les angles azimutaux se lisent toujours à droite de la lunette; le vernier de gauche ne sert, en effet, qu'à constater l'état du centrage du limbe et de l'alidade et à en tenir compte quand il y a lieu.

Dans la lecture d'un angle, il faut, comme dans la lecture sur la mire, bien vérifier les centaines et les dizaines qui sont chiffrées, avant de lire les unités qui ne sont marquées que par de simples traits, et prononcer le mot *grades* après le chiffre des unités; les fractions doivent toujours être exprimées par deux chiffres, c'est-à-dire en centigrades.

Les centigrades se lisent directement de deux en deux sur le vernier, quand celui-ci donne le cinquantième de grade, comme c'est toujours le cas pour le vernier de gauche; le vernier de droite les donne, soit de 2 en 2, soit de 5 en 5. Quand il y a deux verniers à droite, ils

sont généralement complémentaires l'un de l'autre, et ils donnent, de 5 en 5, deux fractions de convention, dont la somme est égale au nombre de centigrades que donnerait un vernier normal unique, et dont la différence doit être, à 1 ou 2 unités près, égale au dixième de la somme.

Les verniers donnant les doubles centigrades sont chiffrés par décigrades : 1, 2, 3. . . . que l'on doit énoncer 10, 20, 30 . . . . centigrades. Les quatre petits traits compris entre deux traits chiffrés expriment 2, 4, 6, 8 centigrades à ajouter aux décigrades. Quand deux traits consécutifs, 6 et 8, par exemple, paraissent coïncider en même temps avec les traits du limbe, on prend pour exact le centigrade de rang impair, 7, compris entre ces deux traits.

Les verniers qui ne donnent les centigrades, vrais ou conventionnels, que de 5 en 5, permettent néanmoins d'évaluer les centigrades 1 à 1. Il suffit, pour cela, de considérer les deux traits consécutifs du vernier les plus rapprochés des deux traits correspondants du limbe, et de comparer l'avance du premier au retard du second exprimés en  $1/5^e$ .

Ainsi, si l'on suppose le 0 du vernier entre les divisions 132 et 133 du limbe; et si, en manœuvrant la vis de rappel **R''**, on fait coïncider le trait 30 du vernier avec la division 138 du limbe, puis le trait 35 du vernier avec le trait 139, il est évident que, entre ces deux coïncidences, l'angle azimutal est passé par toutes les valeurs comprises entre 132 gr. 30 et 132 gr. 35. En évaluant les centigrades non tracés sur le vernier, on trouve que :

Pour marquer.....	31,	32,	33,	34 centigr.
le trait 30 doit être en avance de...	$1/5$	$2/5$	$3/5$	$4/5$
et le trait 35 en retard de.....	$4/5$	$3/5$	$2/5$	$1/5$

de la distance qui séparerait le trait 35 de la division 139, quand le trait 30 coïncidait.

En d'autres termes, *l'avance du trait qui ne coïncide plus, ajoutée au retard du trait suivant qui ne coïncide pas encore, doit toujours égaler 5 centigrades.*

La comparaison des deux fractions—avance et retard—permet d'évaluer sûrement le centigrade à  $1/2$  centigrade près ; avec un peu d'habitude on évalue sans peine le demi-centigrade

REMARQUE I.— Dans les levers destinés à une simple traduction graphique, et dans lesquels on se contente d'une seule lecture sur la mire, on doit aussi se borner à une seule lecture sur le cercle. Alors, si le premier vernier de droite donne de 5 en 5 les centigrades vrais (vernier au  $1/20$  de grade), il suffit de lire au trait qui approche le plus de la coïncidence ; si ce vernier ne donne que des centigrades de convention (verniers complémentaires), on lit les grades et l'on estime les centigrades de 5 en 5 ou même de 10 en 10 au zéro du premier vernier, comme si les verniers étaient remplacés par un trait unique.

L'erreur ne peut jamais excéder  $2'5$  dans le premier cas, ni  $5'$  dans le second ; soit, en arc,  $0^m000393$  et  $0^m000785$ .

REMARQUE II.— Le vernier de gauche donnant le  $1/50$  de grade peut recevoir, à chaque grand trait, un chiffre exprimant les décigrades ; les autres verniers sont trop resserrés pour recevoir autant de chiffres, mais la lecture n'en est pas plus difficile.

REMARQUE III.— Dans les verniers complémentaires, le premier permet de partager le grade en 45 parties, et le second en 55 ; on a, en effet,  $45 + 55 = 100$  et  $55 - 45 = 10$ .

On ne doit donc jamais lire un nombre supérieur à 45

sur le premier vernier, bien qu'on y trouve chiffré le nombre 50 sur un trait supplémentaire ; il eut été peu logique de chiffrer 45 le dernier petit trait.

**Lecture des pentes.**— L'échelle de pente porte des divisions principales chiffrées de 10 en 10 et des divisions secondaires. Les divisions principales doivent être prises pour des unités ; elles expriment des différences de niveau en mètres pour une distance horizontale de 100 mètres. Les divisions secondaires correspondent au demi-mètre, et le double-vernier, donnant le  $\frac{1}{10}$  des divisions de l'échelle, permet de *lire* les centimètres de cinq en cinq : l'estime des centimètres se fait sur ce vernier aussi facilement que l'estime des centigrades sur les verniers azimutaux.

La division 0 de l'échelle correspond évidemment à la direction horizontale de la lunette ; les divisions qui sont au-dessous sont *positives*, parce qu'elles mesurent les *rampes*, et celles qui sont au-dessus de 0 sont *negatives*, parce qu'elles mesurent les *pent*es. Deux flèches et les signes + et - sont d'ailleurs gravés dans le voisinage du 0 pour éviter toute ambiguïté.

Pour lire correctement sans chance d'erreur, il faut : 1<sup>o</sup> porter son regard sur le 0 de l'échelle et énoncer le signe affecté à la direction à suivre pour rencontrer le 0 du vernier ; 2<sup>o</sup> lire le nombre des divisions principales de l'échelle (les mètres) comprises entre les deux 0 ; lire les fractions sur le vernier, *en continuant dans la même direction*.

Le double vernier est chiffré 0-5 ou 0-50, tant en montant qu'en descendant. Chaque grand trait du vernier vaut ainsi 10 et chaque petit trait 5 centimètres. Quand le 0 du vernier tombe sur l'échelle dans le second demi-

mètre, on compte déjà 50 centimètres sur l'échelle et on lit, non pas 10, mais 60, sur le premier grand trait du vernier et ainsi de suite.

REMARQUE.— Quand il s'agit de niveler un point de détail, il est ordinairement inutile d'*estimer* les centimètres au vernier ; il suffit de *lire* au trait qui approche le plus de la coïncidence : par exemple + 18,45 pour 18,43 ; 18,44 ; 18,46 et 18,47.

L'erreur résultant de cette pratique ne peut, en effet, excéder 0<sup>m</sup>025 par hectomètre de distance horizontale.

Dans le nivellement des points de repère ou de station, non seulement il est nécessaire de faire l'estime, mais encore il est parfois utile de tenir compte du *décalage* de l'instrument dans la direction du rayon visuel, s'il s'en est produit, surtout si le point est éloigné de la station. Pour évaluer cette correction, il suffit, si la bulle est centrée, de faire les deux lectures sur la fiole, en tenant compte de leurs signes, et d'en faire la somme algébrique ; et, si la bulle n'est pas centrée, de faire une lecture à l'extrémité avant de la bulle (côté de l'objectif), puis une autre lecture à *la même extrémité* après avoir changé l'azimut d'environ 200 grades, et de faire de même la somme algébrique de ces lectures, la première étant prise avec le signe + et la seconde avec le signe — . Soient maintenant + 2,4 la première lecture et — 4,6 la seconde : la somme  $+ 2,4 - 4,6 = - 2,2$  indique qu'il faut ajouter algébriquement  $- 2^{\text{cm}}2$ , soit 0,02, en nombre rond, à la lecture faite sur l'échelle de pente : ainsi les lectures + 18,74 et — 9,36 deviendraient  $+ 18,74 - 0,02 = + 18,72$ , et  $- 9,36 - 0,02 = - 9,38$ .

**Nivellement géométrique.**— Pour exécuter un nivellement par visées horizontales, il suffit de faire la pente de la lunette égale à 0, après s'être assuré du cen-

trage des fils et de la bulle. — Soigner la mise à 0 du vernier et éviter ensuite de toucher aux vis **P' R'**. — Diriger la lunette sur la mire, mettre au point le réticule, rectifier le calage à l'aide de la vis calante la plus rapprochée de la direction de la lunette (en avant ou en arrière, peu importe), et donner le coup de niveau arrière ; opérer de la même manière pour le coup de niveau avant.

REMARQUE. — L'erreur moyenne de la mise à 0 du vernier des pentes correspond à  $\pm 0,00005 D$  ; l'erreur de centrage peut atteindre la même valeur : d'où une erreur possible, sur un coup de niveau, de 0,01 par hectomètre de distance horizontale. Mais cette erreur a le même signe dans le coup avant et dans le coup arrière ; elle est, dans les deux cas, égale à  $0,0001 D$ . Elle se détruirait donc si l'instrument était placé à égale distance des deux points nivelés, ainsi que cela est recommandé pour les nivellements de précision avec n'importe quel niveau.

Or, il n'est pas difficile d'obtenir cette équidistance à 4 ou 5 mètres près sur chaque portée de 200 mètres entre les deux points nivelés, par un simple mesurage au pas : l'erreur instrumentale devient alors absolument négligeable.

*(V., dans mon traité de tachéométrie, le moyen de tenir compte du défaut d'équidistance dans le nivellement des repères.)*

**Nivellement de précision.** — Pour obtenir le maximum de précision et de rapidité, il convient d'opérer avec deux mires en procédant de la manière suivante, après avoir fixé à la lunette le niveau à double face (1) et calé l'instrument à l'aide de son niveau fixe :

---

(1) Il faut avoir soin de serrer convenablement les deux vis retenant ce niveau.

- 1<sup>o</sup> Donner le premier coup arrière;
- 2<sup>o</sup> Donner le premier coup avant ;
- 3<sup>o</sup> Retourner la lunette sens dessus dessous, et donner le second coup avant;
- 4<sup>o</sup> Donner le second coup arrière.

Il va sans dire que chaque lecture sur la mire doit être précédée d'une rectification du calage de la fiole à double face, au moyen de la vis de rappel **R'**.

**Tenue de la mire.** — Il est à peine utile de dire que, dans les levers de précision, la verticalité et l'immobilité de la mire sont de rigueur. La verticalité s'obtient à l'aide d'un niveau sphérique dont le rayon de courbure ne doit pas être inférieure à 1 mètre ; l'immobilité — au moins dans un sens — est assurée par un archoutant, ou bâton ferré, tenu dans un plan vertical dirigé sur l'instrument, car il importe surtout d'éviter les oscillations de la mire de l'avant à l'arrière et *vice-versa*.

---

### III

#### TENUE DU CARNET

NOTA.— Pour éviter les blancs et les colonnes inutiles, l'inventeur a établi trois types de carnets, répondant aux trois genres de levés tachéométriques, savoir :

N° 1. — Pour plans cotés (planimétrie graphique et nivellement);

N° 2. — Pour la planimétrie graphique seule;

N° 3. — Pour la tachéométrie de grande précision, comprenant le contrôle de toutes les lectures et le calcul des trois coordonnées rectangles de chaque point levé.

En général, toutes les inscriptions au carnet sont faites par un aide appelé *teneur de carnet*, ou *enregistreur*; celui-ci doit épeler bien distinctement, chiffre par chiffre, à mesure qu'il les écrit, les nombres dictés par l'opérateur.

Mais dans les opérations de courte durée, où il importe de ne pas déplacer un personnel trop nombreux, les inscriptions sont souvent faites par l'opérateur.

**Stations.** — Les stations sont désignées par une série ininterrompue de numéros. Le numéro de la station s'inscrit en chiffres très apparents dans la première colonne du carnet; pour faciliter les recherches, on doit répéter ce numéro, *entre parenthèses*, dans la même colonne, en tête de chacune des pages suivantes.

La hauteur de l'instrument au dessus du piquet s'inscrit également dans la première colonne, au dessous du numéro d'ordre; elle n'est pas répétée dans les pages suivantes.

**Points levés ou visés.**— Tout point levé est désigné par un numéro d'ordre écrit dans la deuxième colonne. La série des numéros s'arrête à 999 afin de ne pas écrire des nombres de plus de trois chiffres (1).

Tous les points qui servent soit au calcul, soit à la vérification des cheminements sont, en outre, signalés par une mention abrégée ou par un signe conventionnel placé en vedette dans la colonne 1, tout contre la ligne séparative des colonnes 1 et 2. On désigne les stations visées ou relevées, par les lettres *St.* ; les signaux trigonométriques par un petit triangle ; les points de rattachement *en avant*, par une petite flèche tournée à droite ; les points de rattachement *en arrière*, par une petite flèche tournée à gauche.

Tout point servant de rattachement entre deux stations consécutives ne reçoit qu'un seul n° ; mais ceux qui rattachent deux cheminements en reçoivent deux.

Aussitôt qu'un point de rattachement de cette espèce est relevé pour la 2<sup>e</sup> fois on doit inscrire dans la 2<sup>e</sup> case de la colonne 2, le n° qui lui a été donné la première fois comme rattachement avant, et reporter le second n° sous le premier.

Pour bien marquer la fin d'une station et le commencement de l'autre, il faut faire un trait horizontal dans la 1<sup>re</sup> colonne au dessous du dernier n° de détail, et laisser une ligne blanche au carnet en regard du n° de la nouvelle station. Cette ligne blanche est d'ailleurs nécessaire pour l'inscription ultérieure des coordonnées de la station et de sa correction azimutale.

**Lectures sur la mire.**— Ces lectures s'inscrivent dans l'ordre où elles se font.

---

(1) Il est inutile d'écrire tous les chiffres pour chaque numéro : on se contente de celui des unités et l'on n'écrit le numéro en entier que de 5 en 5 : 340, 345, 350 . . . et au commencement de chaque page.

STATIONS — Hauteur de l'instrument	N <sup>os</sup> des points	Lectures sur la mire	COORDONNÉES POLAIRES		
			Rayon $\rho$	Azimet $\Theta$	Inclinaison $\varphi$
<b>27</b>  1,34  St  ←					
	26	0 250,0	250,0	43,24 58,29 243,53	— 3,87 — 1,67
	76	50 174,8	124,9	43,30 58,37	— 7,83 — 5,63
		274,6 324,6			
	77	10 162,8		89,35	+ 18,35
	78	100 178,2	/18	237,40	+ 7,60
	79	100 194,8		238,24	+ 12,31
	80	100 287,1		139,35	— 15,22

Différence de niveau $Z = \rho \times \varphi$		ALTITUDE du point de mire		OBSERVATIONS
+	—		sol	
	instr. =	143,93 — 1,34	142,59	
	9,68	134,27 — 0	<b>134,27</b>	143,95 = St 27
	9,80	134,12 — 0,50	<b>133,62</b>	143,92 = St 27
		—		
28,0		171,9 — 0,1	171,8	
7,4		151,3 — 1,0	150,3	
11,7		155,6 — 1,0	154,6	
	28,5	115,4 — 1,0	114,4	

Quant on fait usage des carnets 1 et 2, on se borne en général à une seule évaluation de la distance ; on écrit dans ce cas le pointé dans la case supérieure et la lecture dans la case inférieure ; exemple :  $\frac{30}{132,3}$ . La différence 102,3 s'inscrira plus tard dans la colonne *rayon*.

Les carnets n<sup>os</sup> 1 et 2 peuvent également recevoir l'inscription de deux ou trois lectures ; à la condition de prendre deux lignes pour chaque point contrôlé : la 1<sup>re</sup> reçoit alors les lectures normales, et la seconde les lectures supplémentaires. Ces deux lignes doivent être réunies par une accolade (*Voir le point 76*).

Dans le carnet n<sup>o</sup> 3, des cases sont réservées à chaque pointé et à chaque lecture : les pointés s'inscrivent dans la colonne *départ* et les lectures dans la colonne *arrivée*. Si le pointé ou départ est commun à toutes les lectures, il suffit de l'inscrire une seule fois dans la 1<sup>re</sup> case : toute lecture est supposée avoir pour départ le pointé inscrit à sa gauche sur la même ligne ou au-dessus.

Il faut remarquer cependant qu'il est inutile de remplir les colonnes *lectures sur la mire*, si le départ est 0 ou si l'opérateur fait mentalement les différences. Cette remarque s'applique également au carnet n<sup>o</sup> 2.

**Indication des rapports employés.**— Il est inutile de désigner les rapports employés dès qu'il y a deux ou trois lectures inscrites à leurs places respectives ; il en est de même quand une seule lecture au rapport 10 est inscrite à sa place. Mais si la lecture unique est faite à l'un des autres rapports, il est indispensable d'indiquer ce rapport. Cette indication se porte savoir : sur les carnets 1 et 2, dans la case inférieure de la colonne *rayon*, et, sur le carnet n<sup>o</sup> 3, au-dessous de la lecture unique. Elle s'inscrit comme le dénominateur d'une fraction, sous une barre oblique : voir le point 78.

Les **angles azimutaux** s'inscrivent dans la col.  $\theta$  des carnets 1 et 2 ou dans la colonne *verniers* du carnet 3.

Les **pentés par mètre** ou **inclinaiſons** des rayons visuels s'inscrivent dans la col.  $\varphi$  des carnets 1 et 3 et, éventuellement, sous l'angle azimutal dans le carnet n° 2.

**Vérification des lectures, calcul des moyennes.**— Les formules des pages 12 et 13 font connaître les relations entre les lectures et la distance ; le calcul de la moyenne consiste d'ailleurs tout simplement à ramener au rapport 10 la somme des rapports employés, ce qui est toujours facile. Voici quelques exemples numériques :

1° 3 lectures à 10, 18 et 22 :  $10 = \frac{10 + 18 + 12}{5}$  ; faire la somme et en prendre le cinquième (la doubler et diviser par 10.) Ex. : (1)

$$124,8 + 224,6 + 274,6 ; \Sigma = 624,0 ; 1/5 = 124,80$$

2° 3 lectures à 10, 8 et 12 :  $\frac{10 + 8 + 12}{3}$  ; faire la somme et en prendre le tiers. Ex. :

$$94,8 + 75,8 + 113,8 ; \Sigma = 284,4 ; 1/3 = 94,80$$

3° 2 lectures à 18 et 22 :  $10 = \frac{18 + 22}{4} = \frac{22 - 18}{0,4}$  ; faire la somme et la différence et comparer celle-ci au dixième de la somme ; en cas d'accord prendre le quart de la somme. Ex. :

$$224,6 \text{ et } 274,6 ; \Sigma = 499,2 ; \Delta = 50,0 ; \frac{\Sigma}{10} = 49,92$$

$$\frac{499,2}{4} = 124,80$$

$$4^{\circ} \text{ 2 lectures à 8 et 12 : } 10 = \frac{8 + 12}{2} ; 12 - 8 = \frac{12 + 8}{5} ; \text{ faire la}$$

---

(1) Dans les exemples suivants  $\Sigma$  signifie *somme*, et  $\Delta$  *différence*.

somme et la différence et comparer celle-ci au cinquième de la somme; prendre la moitié de la somme. Ex. :

$$75,8 \text{ et } 113,8; \Sigma = 189,6; \Delta = 38,0; \frac{\Sigma}{5} = 37,92$$

$$\frac{189,6}{2} = 94,8$$

5° 2 lectures à 10 et 18 :  $10 = \frac{10 + 18 + 2}{3}$ ; écrire à la place de la 3<sup>e</sup> lecture le  $\frac{1}{5}$  de la première et prendre  $\frac{1}{3}$  de la somme. Ex. :

$$124,8 \text{ et } 224,6; \frac{124,8}{5} = 24,96; \Sigma = 374,36; \frac{1}{3} = 124,79.$$

6° 2 lectures à 10 et 22 :  $10 = \frac{10 + 22 - 2}{3}$ ; écrire avec le signe — le  $\frac{1}{5}$  de la 1<sup>re</sup> lecture à la place de la 2<sup>me</sup> et prendre le  $\frac{1}{3}$  de la somme algébrique. Ex. :

$$124,8 - 24,96 + 274,6; \Sigma = 374,44; \frac{1}{3} = 124,81$$

On peut aussi calculer  $\rho'$  par la relation  $10 = \frac{10 + 22}{3,2}$  au moyen de la table donnant les valeurs de  $\frac{n}{3,2}$ . Faire la somme des deux lectures  $124,8 + 274,6 = 399,4$ ; la table donne pour 390 : 121,87, et pour 9,4 : 2,94; d'où  $\rho' = 124,81$ . (V. la table à la fin de cette Notice).

7° 2 lectures à 10 et 8 :  $10 = \frac{10 + 8 + 2}{2}$ ; écrire le  $\frac{1}{5}$  de la première lecture à la place de la 3<sup>e</sup> et prendre la moitié de la somme. Ex. :

$$94,8 \text{ et } 75,8; \frac{94,8}{5} = 18,96; \Sigma = 189,56; \frac{1}{2} = 94,78.$$

Par la relation  $10 = \frac{10 + 8}{1,8}$  la table donne avec  $94,8 + 75,8 = 170,6$  :

$$\frac{170,6}{1,8} = 94,77.$$

8° 2 lectures à 10 et 12 :  $10 = \frac{10 + 12 - 2}{2}$ ; opérer comme au 6°, mais prendre la moitié de la somme algébrique. Ex. :

$$94,8 + 113,8 - 18,96 = 189,64 ; 1/2 = 94,82$$

Par la table on a :

$$\frac{94,8 + 113,8}{2,2} = \frac{208,6}{2,2} = 94,82$$

9° 1 lecture au rapport 12, 18 ou 22 : la distance est égale au quotient de la lecture par 1,2, par 1,8, ou par 2,2. — La table donne promptement le résultat.

10° 1 lecture au rapport 8 : diviser par 0,8 ou bien ajouter un quart. Ex. :

$$\frac{75,8}{0,8} = 75,8 + \frac{75,8}{4} = 75,8 + 18,95 = 94,75.$$

11° 1 lecture au rapport 4 : diviser par 0,4.

RÈGLE GÉNÉRALE : *Diviser la somme des lectures par la somme des rapports employés.*

$$m = \frac{\Sigma \text{ lectures}}{\Sigma \text{ rapports}}$$

La moyenne  $m$  déduite de cette formule est la plus logique que l'on puisse admettre. — Si l'on divisait d'abord chaque lecture par son rapport, pour prendre ensuite la moyenne arithmétique entre tous les résultats obtenus, on attribuerait le même poids à toutes les lectures, ce qui serait insensé, puisque les erreurs sur la distance sont d'autant plus petites que le rapport employé est plus grand.

Toutes les règles ci-dessus sont applicables aux lectures faites sur la mire à grande portée, (division de 0<sup>m</sup> 04), si l'on a soin de multiplier le résultat par 0,4. — Cependant, quand on fera usage de cette mire, il sera préférable de choisir les rapports 18 et 22 : la somme

des deux lectures donnera sur le champ la distance en décimètres, et leur différence la donnera en mètres.

REMARQUE I. — Par *lecture* on sous-entend toujours le nombre de centimètres lu sur la mire après un pointé à zéro, ou bien ce nombre diminué de la cote d'emprunt, quel que soit le rapport employé.

REMARQUE II. — Par abréviation et pour éviter la virgule on dit les rapports 4, 8, 10, 12, 18 et 22 : c'est 0,4 ; 0,8 ; 1,0 ; 1,2 ; 1,8 et 2,2 qu'il faut sous-entendre, puisque les hauteurs de mire sont exprimées en centimètres.

REMARQUE III. — La distance conclue, soit d'une seule lecture, soit de l'ensemble de plusieurs lectures, compte, non du centre de l'instrument, mais de l'axe de rotation des tourillons de la lunette situé à 0<sup>m</sup>08 en avant de ce centre ; d'autre part, ce n'est pas la face divisée de la mire que l'on ajuste sur le point à lever, mais la pointe en fer qui est à 0<sup>m</sup>02 au-delà.

*Il faut donc ajouter la constante + 0<sup>m</sup>10 à chaque distance obtenue, par l'un des moyens précédents (1).*

On appelle  $\rho'$  la distance provisoire et  $\rho$  cette même distance augmentée de 0<sup>m</sup>10 et corrigée, s'il y a lieu, de la différence d'étalonnage.

REMARQUE IV. — On a donné ci-dessus une application des principales combinaisons que l'on peut employer soit pour accroître la précision du résultat, soit pour vaincre des difficultés de lectures : il ne faudrait pas prendre pour une complication les ressources qui font

---

(1) Dans la pratique, lorsque le rapport 10 est seul employé, on ajoute mécaniquement la constante à la lecture, en pointant à 0<sup>m</sup>001 plus haut que le 0 ou la dizaine choisie comme départ.

la richesse du procédé. L'opérateur est toujours libre de ne faire qu'une seule lecture au rapport 10 ou au rapport 4 si bon lui semble ; il rentrerait, alors, dans le cas du tachéomètre ordinaire avec le calcul de réduction en moins et la précision en plus.

**Tolérance.**— On admet comme tolérable une erreur  $\pm 0,1$  sur chaque lecture. Supposons maintenant que, sur trois lectures, la première erreur soit en  $+$  et les deux autres en  $-$ .

L'erreur sur la moyenne sera  $\frac{+ 0,1 - 0,1 - 0,1}{5} = -\frac{0,1}{5} = -0,02$ , dans le 1<sup>er</sup> cas, et de  $\frac{- 0,1}{3} = -0,03$  dans le 2<sup>e</sup>.

L'écart entre la première lecture et la moyenne peut donc, sans inconvénient, atteindre 0,10 à 0,15. Un écart de 0,20 pourrait provenir d'une faute de 1 mètre dans la 2<sup>e</sup> ou la 3<sup>e</sup> lecture.

Dans la comparaison de la différence au  $1/10$  ou au  $1/5$  de la somme de deux lectures, (3<sup>e</sup> et 4<sup>e</sup>), on peut tolérer 0,2.

On tolère 0,15 dans les 5<sup>e</sup> et 6<sup>e</sup> cas, et 0,20 dans les 7<sup>e</sup> et 8<sup>e</sup>.

**Recherche des fautes.**— Les fautes de lecture sont généralement de 10 mètres, rarement de 5 mètres, mais plus rarement encore de 1 mètre.

On reconnaît et corrige ces fautes en calculant par le procédé numérique ou par un procédé graphique, une ou deux lectures en fonction d'une autre supposée exacte, et en fonction des rapports employés. Le plus simple des procédés est *l'échelle de concordance des lectures*, ensuite vient la règle à calculs.

Soient, par exemple, les lectures suivantes à vérifier :

$$134, 8, 224, 6 \text{ et } 274, 6$$

dont la moyenne, 126, 80, ne cadre pas avec la première.

En partant de la première, on trouve, sur l'échelle, que les suivantes devraient être, en nombre rond, 243 et 297. Ces nombres étant en excès de 18 et de 22 mètres — deux erreurs impossibles à commettre — il y a tout lieu de supposer une erreur de + 10 mètres sur la 1<sup>re</sup> lecture, en effet :

En partant de la 2<sup>e</sup> on trouve, toujours en nombres ronds, 125 pour la 1<sup>re</sup> et 275 pour la 3<sup>e</sup> ; en partant de la 3<sup>e</sup> on a 125 pour la 1<sup>re</sup> et 225 pour la 2<sup>e</sup> ; le doute n'est plus permis : il faut retrancher 10 mètres à la première lecture.

D'ailleurs si l'on supprime cette lecture on ramène le problème au 3<sup>e</sup> cas et les deux lectures restantes, vérifiées par la comparaison de leur somme à leur différence, sont d'une exactitude incontestable.

$$\Sigma = 224, 6 + 274, 6 = 499, 2$$

$$\Delta = 274, 6 - 224, 6 = 50, 0$$

Deux lectures concordantes suffisent très amplement à la détermination de la distance ; toutefois, en introduisant dans le calcul de la moyenne la 3<sup>e</sup> lecture corrigée de la faute ou erreur matérielle reconnue, on augmente la probabilité de compensation des erreurs d'estime.

Quel que soit le nombre des lectures, pourvu qu'il ne soit pas inférieur à 2, il est toujours possible d'affirmer que telles mesures sont exactes et que telles autres sont erronées. En outre, par la simple considération des *erreurs possibles* et des *erreurs impossibles*, le pro-

cédé employé dans la recherche des fautes permet, presque toujours, de rectifier les lectures sans retourner sur le terrain.

**Vérification des angles azimutaux.** — Quand un angle est lu aux deux verniers complémentaires, (carnet n° 3), on le vérifie très facilement en considérant séparément les grades et les fractions de grade. Les grades lus au 2<sup>e</sup> vernier doivent toujours excéder de 15 ceux lus au 1<sup>er</sup> ; la somme des deux fractions exprime le nombre de centigrades à écrire à la suite du premier nombre de grades, et leur différence doit être égale au  $1/10^e$  de leur somme à une ou deux unités près, au maximum.

Exemple :

Lecture au 1 <sup>er</sup> vernier ou vernier A	254, 42
— 2 <sup>e</sup> — B	269, 51
Différence	15, 09
Angle azimutal = 254 <sup>gr</sup> 42 + 0,51 =	254, 93

La différence des unités étant égale à 15, constante des verniers, le nombre de grades est bien 254 ; la différence des fractions 0, 09 étant, à très peu près, égale au  $1/10$  de leur somme =  $\frac{0,93}{10} = 0,093$ , le nombre de centigrades est bien 93.

Si l'instrument porte, au lieu de deux verniers complémentaires, soit un seul vernier et un index, soit deux verniers au  $1/20^e$ , le contrôle des lectures se fait en retranchant de la lecture à l'index ou au 2<sup>e</sup> vernier la constante indiquée pour l'instrument employé.

Dans le cas de deux verniers, le reste doit égaler la lecture au premier à 2' près : la moyenne arithmétique

est alors prise pour résultat définitif. Mais la lecture à l'index diminuée de la constante peut différer de 5' sans inconvénient : le premier angle est alors conservé.

La vérification des grades doit être faite mentalement par le teneur de carnet, au moment de l'inscription, parce qu'une erreur de un grade, bien que reconnue, ne peut pas toujours être rectifiée lors du rapport du plan, sans retourner sur le terrain.

Quand l'angle a été lu, en outre, au vernier de gauche, on doit prendre la moyenne entre cette lecture, ( $\pm 200^{\text{gr}}$ ) et le résultat tiré du vernier ou des verniers de droite.

**Vérification des déclivités.** — Quand on a intérêt à contrôler les lectures sur l'échelle de pente, on doit faire d'abord la lecture normale  $\varphi$  avec le levier au départ, puis une autre lecture  $\varphi'$  avec le levier au buttoir supérieur, (rapport 22). Cette 2<sup>e</sup> lecture s'écrit alors sous la 1<sup>re</sup>. (*Voir le point 76*).

La différence  $\varphi' - \varphi$  doit être égale à  $\pm 2, 20$  ; on l'écrit soit dans la colonne des observations, soit dans la marge du carnet.

**Calcul des différences de niveau.** En multipliant la distance horizontale  $\rho'$  résultant d'une ou de plusieurs lectures, c'est-à-dire sans la constante ( V. p. 40, remarque III) par l'inclinaison  $\pm \varphi$ , on obtient évidemment la différence de niveau  $\pm z$ , entre l'instrument (axe de rotation de la lunette) et le point de la mire sur lequel se projetait le fil horizontal du réticule au moment de la lecture de  $\varphi$ .

L'altitude du point de mire est donc égale à celle de l'instrument augmentée ou diminuée de  $z$ , selon le signe de  $\varphi$  ; et l'altitude du sol est égale à celle du point

de mire *diminuée* de la hauteur de ce point au-dessus du zéro de la mire.

Or on a dit, page 23, que le levier doit être ramené à son point de départ après la ou les lectures de distance : c'est donc le 0 ou la division décimétrique choisie au moment du *pointé* qui est le point de mire, et la hauteur du point de mire *en centimètres* n'est pas autre chose que le premier nombre inscrit dans la colonne *lectures sur la mire*. Ce nombre réduit en mètres (c'est-à-dire, divisé par 100) doit être reporté à la suite du signe — dans la colonne *altitude du point de mire* du carnet n° 1 (V. p. 34 et 35), ou bien à la place marquée — *h* de la colonne  $\varphi$  du carnet n° 3.

La hauteur du point de mire étant désignée par *h*, l'altitude de l'instrument par  $Z_0$  et l'altitude ou cote définitive d'un point *n* par  $Z_n$ , on a

$$Z_n = Z_0 \pm z - h \quad (1)$$

Dans les levés courants ou à grande portée, on calcule *z* en centimètres pour les points de station, de rattachement ou de repère, et en décimètres seulement pour les points du sol non repérés.

Pour ce calcul, on peut faire usage de la multiplication abrégée, de notre petite Règle à calculs de 0<sup>m</sup>26, de notre Abaque ou de la Table d'interpolation de Schron (1) qui donne à vue les produits de tous les nombres de 40 à 409 par 0,01, 0,02....., 0,99. Ajoutons toutefois que notre Abaque donne directement la cote définitive des des points de détail sans qu'il soit besoin de connaître la valeur de *z*.

**Coup arrière, cote du plan de comparaison d'une station.**— Si le tachéomètre est en station sur

---

(1) Prix : broché 2 fr., carton. 3,25, libr. GAUTHIER-VILLARS, Paris.

un point de repère dont l'altitude  $Z$  est connue, il suffit d'ajouter à  $Z$  la hauteur de l'instrument pour avoir  $Z_o$  ; quand on a donné un *coup arrière* sur un repère dont l'altitude  $Z_n$  est connue, on en déduit la cote  $Z_o$  du plan de comparaison par la formule :

$$Z_o = Z_n + h \mp z \quad (2)$$

autrement dit, en ajoutant à la cote du repère la hauteur  $h$  du point de mire, puis  $z$  avec un signe contraire à celui de  $\varphi$ .

EXEMPLE I.—La cote du piquet de la station 27 nivelé de la station 26 a été trouvée de 142,58 : en ajoutant 1,34, hauteur de l'instrument à la st. 27 (V. page 34) on a  $Z_o = 143,92$ .

EXEMPLE II.— La cote du piquet de la station 26 est 134,27 ; de 27 on a pointé à zéro, donc en changeant le signe de  $z$  nous aurons  $Z_o = 134,27 + 9,68 = 143,95$ .

EXEMPLE III.— La cote du rattachement 76 est 133,62 d'après le *coup avant* donné de 26. De 27 on a pointé à 0,50 et l'on a, en outre,  $z = -9,80$  : par la formule (2) nous trouvons  $Z_o = 133,62 + 0,50 + 9,80 = 143,92$ .

La moyenne des deux premiers résultats = 143,935 ; en tenant compte du 3<sup>e</sup> on prendra pour cote définitive de l'instrument à la st. 27, le nombre 143,93.

---

## IV

### VÉRIFICATIONS & RECTIFICATIONS

Les vérifications à faire dans le tachéomètre Sanguet sont les mêmes que dans toute espèce de théodolite ou de tachéomètre. Elles ont pour objet de vérifier et rectifier, au besoin, le centrage de la bulle d'air du niveau ; le centrage des fils de la lunette et l'horizontalité de l'un d'eux ; l'horizontalité des tourillons ; le zéro de la graduation verticale ; le zéro de la graduation azimutale (réglage du déclinatoire), et l'étalonnage.

**1<sup>o</sup> Centrage de la bulle (1).** — Après un calage sommaire de l'instrument, faire tourner la partie supérieure pour amener au-dessus d'une vis calante la fourche supportant les tourillons de la lunette, et faire coïncider le 0 du vernier avec la dizaine de grades la plus rapprochée, 140 par exemple ; rectifier le calage à l'aide de la vis choisie, afin de faire coïncider l'extrémité droite de la bulle avec la division de la fiole la plus voisine (chaque grand trait doit être pris pour l'unité et un petit pour 0, 5).

Tourner la lunette de 200 grades, exactement, en amenant sur la division 140 le vernier diamétralement opposé au premier, et lire à la même extrémité de la bulle qui est passée à gauche.

Soient + 3, 0 la lecture faite à droite dans la première position et + 2, 2 la lecture faite (à gauche), après le retournement : la moyenne 2, 6 indique la lecture à la même extrémité de la bulle pour la position horizontale *dans l'azimut 140 gr.* Rectifier le calage pour obtenir

---

(1) Avant de vérifier ce centrage, il sera prudent de prendre la précaution indiquée page 19, note (2).

cette lecture moyenne à gauche ; puis faire tourner la vis de rectification du niveau à bulle d'air, au moyen de la broche spéciale placée dans la boîte, jusqu'à ce que la bulle occupe une position symétrique sur la graduation de la fiole. Ramener la lunette dans sa première position pour s'assurer que la symétrie n'est pas rompue. Recommencer au besoin.

**2° Centrage des fils.**— Desserrer légèrement ( $1/2$  tour), une des 2 vis horizontales et une des 2 vis verticales qui servent à centrer le réticule ; pointer la croisée des fils sur un point nettement défini situé à 100 mètres au moins de l'instrument. Changer l'inclinaison de la lunette en agissant sur la vis de rappel **R'**, de manière que le point visé apparaisse vers la limite supérieure ou inférieure du champ de la lunette. Faire tourner, s'il y a lieu, la bague portant les quatre vis dont il est parlé ci-dessus, de façon à ramener sur le point visé l'extrémité du fil vertical ; faire tourner en sens inverse la vis de rappel **R'** pour s'assurer que ledit fil couvre toujours le même point : quand cette condition est remplie, ce fil est dans un plan perpendiculaire à l'axe des tourillons, et l'autre fil est parallèle à cet axe.

Pointer de nouveau la croisée des fils sur le point choisi et retourner la lunette sens dessus dessous. Si le pointé est détruit, ramener le fil vertical, moitié par la vis de rappel **R''** et moitié par les vis horizontales du réticule ; et le fil horizontal, moitié par la vis de rappel **R'** et moitié par les vis verticales du réticule. Retourner la lunette et recommencer le centrage s'il y a lieu.

REMARQUE 1.— Avant de déplacer un fil dans un sens, il faut dévisser la vis qui se trouve du côté opposé. Eviter de serrer trop fortement les vis de rectification du réticule.

REMARQUE II. — On peut diminuer le tâtonnement dans le centrage en faisant les lectures sur le cercle et sur l'échelle de pente avant et après le retournement de la lunette suivi d'un nouveau pointé.

Soient 135 gr. 34 et 135 gr. 40 les deux lectures sur le cercle, et + 2,80 et + 2,10 les deux lectures sur l'échelle de pente ; amener à l'aide du rappel **R'** le vernier vertical sur la pente moyenne + 2,45, et, à l'aide du rappel **R''**, le vernier horizontal sur l'angle moyen 135 gr, 37 : il ne reste plus qu'à ramener la croisée des fils sur le point visé, au moyen des quatre vis de rectification du réticule.

REMARQUE III. — Pour le centrage des fils, il est absolument inutile de caler l'instrument.

**3° Réglage des tourillons.** — Ce réglage peut se faire de deux manières différentes (1) : *[a]* par des pointés sur un fil à plomb ; *[b]* à l'aide d'un niveau à jambe se plaçant sur les tourillons. En tout cas, il ne doit être entrepris qu'après le centrage des fils.

*[a]* Le premier moyen consiste à suspendre à un point fixe un fil à plomb très fin, de 2<sup>m</sup>50 de long environ plongeant dans un vase plein d'eau, pour amortir les oscillations, et à caler *exactement* le tachéomètre à environ 3 mètres de ce fil. On pointe ensuite la lunette sur le fil à plomb, *le plus bas possible* ; puis on lui donne une inclinaison inverse égale à la première : si la croisée des fils couvre encore le fil à plomb, les tourillons sont réglés.

Dans le cas contraire, on rectifie leur position au moyen de la vis de rectification placée sous le tourillon gauche : la visser si le fil à plomb paraît à gauche, la dévisser s'il paraît à droite. Recommencer le pointage inférieur, la

---

(1) Le réglage par retournement de la fourche n'est pas facile, à cause de l'excentricité des tourillons.

vérification à la partie supérieure du fil et la rectification, jusqu'à ce que, sous des pentes égales mais de signes contraires, l'axe optique coïncide toujours avec le fil à plomb.

REMARQUE I.— Pour ce réglage, il importe de serrer très fortement les pinces d'arrêt horizontales **P** et **P''**, afin d'assurer l'invariabilité du plan de visée, et de ne serrer que modérément la pince verticale **P'**, afin que, dans les manœuvres successives, les efforts de la main ne modifient pas la position des cercles.

REMARQUE II.— Quand le réglage paraît satisfaisant, il est bon de vérifier et rectifier au besoin le calage de l'instrument dans une direction parallèle aux tourillons. Pour cela, lire au vernier **A** la direction  $\theta$  de la lunette pointée sur le fil à plomb; amener le même vernier tantôt sur l'angle  $\theta + 100$  gr., tantôt sur celui  $\theta - 100$  gr. et caler très exactement dans ces directions. Vérifier et compléter alors le réglage.

(b) Si le tachéomètre est accompagné d'un niveau à jambes (fig. 3), le réglage des tourillons se fait plus simplement de la manière suivante. L'instrument étant calé très exactement, lire l'indication de l'extrémité 1 de la bulle du niveau à jambes placé sur les tourillons; retourner bout pour bout ce niveau et lire de nouveau à la même extrémité de la bulle qui est passée de droite à gauche.

Soient 2,8 et 4,4 ces deux lectures; la différence 1,6 indique, en milligrades, la moitié de l'inclinaison des tourillons: il ne reste plus qu'à les ramener à l'horizontalité au moyen de la vis de rectification sur laquelle repose le tourillon gauche (côté opposé au levier), ce qui a lieu quand l'extrémité 1 de la bulle marque la moyenne 3,6 des deux lectures.

On peut vérifier le calage de l'instrument et l'exactitude de la rectification ci-dessus en changeant l'azimut de la lunette de 200 gr. : l'extrémité 1 de la bulle doit encore marquer la moyenne 3,6.

#### 4<sup>e</sup> Réglage du vernier de l'échelle de pente.—

Comme le précédent, ce réglage peut se faire de deux manières différentes : (a) par les visées parallèles ; (b) par l'emploi d'un niveau à double face.

(a) L'instrument étant en station sur un point fixe A et la mire tenue verticalement sur un autre point fixe B, à 150 ou 200 mètres du premier, prendre la hauteur des tourillons au-dessus de A, pointer la lunette à une hauteur égale sur la mire et lire  $\varphi$  sur l'échelle de pente.

Recommencer ces trois opérations après avoir fait permuter l'instrument avec la mire.

#### Exemple :

##### 1<sup>re</sup> Station

Hauteur de l'instrument en A.....	1,428
— du pointage sur la mire en B.....	1,428
$\varphi = + 8,37$ .	

##### 2<sup>e</sup> Station

Hauteur de l'instrument en B.....	1,352
— du pointage sur la mire en A.....	1,352
$\varphi' = - 8,43$	

La somme algébrique  $\varphi + \varphi' = + 8,37 - 8,43 = - 0,06$  indique le double de l'erreur de réglage du vernier, et la demi somme  $- 0,03$  indique la position à donner au vernier pour obtenir une visuelle horizontale.

Amener le vernier sur  $- 0,03$ , desserrer un peu (1/2 tour), chacune des deux vis qui le fixent à la pince P' ;

faire coïncider les deux 0, en faisant glisser le vernier sur la pince, et resserrer les deux petites vis.

Par cette manœuvre, on ajoute mécaniquement la correction  $+ 0,03$  égale à l'erreur de réglage, mais de signe contraire à toutes les valeurs de  $\varphi$  qui seront lues à l'avenir. Ainsi, en pointant de nouveau à la cote 1,352 sur la mire restée en A, on doit lire  $\varphi' = -8,43 + 0,03 = -8,40$  : 8,40 o/o exprime, en effet, la pente B A et la rampe A B.

*Nota.*— Il est à peine besoin de dire que la hauteur des tourillons doit être mesurée en A et en B, avec la même mire qui doit être présentée sur ces deux points, afin d'éviter des défauts de concordance qui ne sont pas rares.

(b) Quand l'instrument est muni d'un niveau à double face, la vérification peut se faire sans le secours d'aucun aide en procédant comme suit.

Caler l'instrument au moyen de son niveau fixe, le niveau à double face étant préalablement monté à gauche de la lunette (1), et le vernier vertical mis à 0.

Amener entre ses repères la bulle du niveau à double face, en se servant, non des vis de calage, mais de la vis de rappel  $R'$ , et lire  $\varphi_1$ . Changer l'azimut de la lunette de 200 gr., rappeler, s'il y a lieu, la bulle à l'aide de la vis  $R'$  et faire une nouvelle lecture  $\varphi_2$ . Recommencer cette manœuvre après avoir tourné la lunette autour de son axe optique, pour faire passer à droite le niveau qui était à gauche ; lire  $\varphi_3$  sous le premier azimut de la lunette et  $\varphi_4$  sous le second.

La somme algébrique de ces quatre lectures indiquera le quadruple de l'erreur de réglage, et le quart de cette

---

(1) Ne pas oublier de serrer convenablement les deux vis servant à fixer ce niveau.

somme fera connaître le point de l'échelle donnant une visuelle horizontale. Le réglage du vernier se fera ensuite comme il a été dit ci-dessus.

REMARQUE. — Ce moyen de constater l'erreur de réglage est absolument indépendant du calage de l'instrument, lequel n'a plus besoin d'être absolument correct. Mais pour obtenir des résultats irréprochables, l'opérateur doit éviter soigneusement de se déplacer autour de l'instrument, entre le 1<sup>er</sup> et le 4<sup>e</sup> calage du niveau double : tout déplacement sera rendu inutile, s'il a soin de ramener la lunette dans son premier azimut, pour faire la lecture du vernier après le calage dans le second (2<sup>e</sup> et 4<sup>e</sup>).

**5<sup>o</sup> Réglage du déclinaire.**— Trois cas peuvent se présenter : on connaît la déclinaison de l'aiguille aimantée dans le lieu où l'on doit opérer ; le lever est précédé d'une triangulation orientée ; enfin, la déclinaison est inconnue et il n'existe pas de triangulation.

(a) Soit 17<sup>gr</sup> 32 la déclinaison donnée pour le lieu et l'époque de l'opération. (V. p. 48, 2<sup>e</sup> partie de l'instruction sur mon Recueil de Tables centésimales, le moyen de calculer cette déclinaison).

1<sup>o</sup> Fixer la pince **P'** à 0 et le cercle alidade à l'angle 17, 32 (le vernier de gauche doit marquer 217, 32) chercher sur l'horizon de l'instrument un objet pouvant tenir lieu de signal vertical (angle de mur, poteau télégraphique, etc), et pointer la lunette sur cet objet, en faisant tourner tout l'instrument par son mouvement général.

2<sup>o</sup> Retirer l'oculaire du déclinaire, et desserrer légèrement la vis de serrage du collier supportant le déclinaire. Regarder dans le déclinaire et faire tourner

celui-ci dans le sens convenable, jusqu'à ce que l'image de l'œil vue dans la glace paraisse se projeter sur le signal choisi ou à peu près.

Resserrer convenablement la vis pour immobiliser le collier, et achever le réglage au moyen des deux vis de rectification à tête quadrangulaire, situées au-dessus du déclinatoire.

REMARQUE I.— Si le signal est suffisamment éloigné (4 à 5 hectom.), on peut négliger la parallaxe résultant de la distance du déclinatoire à l'axe vertical de l'instrument (0<sup>m</sup> 05). A courte distance, on peut remplacer le signal par un jalon surmonté d'une carte portant un trait vertical à 5 centimètres à droite de l'axe du jalon : on pointe alors la lunette sur ce trait, et le déclinatoire sur le jalon.

REMARQUE II.— On peut augmenter notablement la précision du pointé au travers du déclinatoire, en visant par un œilleton que l'on se procure très facilement (1).

(b).— Placer le tachéomètre en station sur la droite passant par deux signaux trigonométriques, et calculer l'azimut de cette droite (voir la note sur le calcul inverse des coordonnées). Soit 187, 36 cet azimut.

Fixer le cercle alidade à la graduation 187, 36 (le vernier de gauche doit marquer 387, 36) et pointer la lunette sur le signal choisi comme point directeur, en manœuvrant la pince **P** et la vis de rappel **R** du mouvement général.

---

(1) On trace une ligne droite très apparente sur le verso d'une carte de visite ou sur une carte blanche quelconque ; puis, avec la pointe du crayon, on fait sur cette ligne un trou circulaire de 2 millim. de diamètre environ. En visant par ce trou, on verra très distinctement dans la glace la ligne de foi que l'on amènera dans le plan visuel vertical passant par le jalon, en manœuvrant les vis de rectification.

Mettre l'aiguille en liberté et donner à la lunette une direction à peu près perpendiculaire au déclinatoire, (l'oculaire à droite).

Dans la position qu'on lui a donnée, l'instrument est orienté exactement, donc les deux pointes de l'aiguille aimantée doivent se superposer. S'il en est autrement, rectifier la position du déclinatoire, soit à l'aide des seules vis de rectification si la différence est faible, soit à l'aide de ces mêmes vis et du mouvement du collier, si l'écart est considérable.

(c).— Si l'on ne connaît ni la déclinaison magnétique ni l'azimut d'une droite, il faut recourir à une observation astronomique. La plus facile et la plus commode est l'observation du soleil, le matin ou le soir, quand cet astre est entre 5 et 25 grades au-dessus de l'horizon. On peut également observer la lune si l'on possède des éphémérides donnant la déclinaison de cet astre, ou une étoile connue dont la position est également connue (voir dans mon Recueil de Tables centésimales, 2<sup>e</sup> partie, la table VIII donnant la position moyenne de 30 étoiles, et pages 43 et suiv. l'instruction sur l'emploi de cette table).

En tout cas, on place l'instrument en station sur un point fixe facile à retrouver, et on l'oriente approximativement à l'aide de son déclinatoire.

Si l'observation se fait le jour (sur le soleil ou sur la lune), il faut choisir pour signal un objet d'un bon pointé; si elle se fait pendant la nuit (sur une étoile ou sur la lune), faire placer un signal lumineux à une centaine de mètres de la station.

Pointer le signal et inscrire son azimut approché; faire l'observation astronomique suivant les indications données p. 27 et suivantes de mon Recueil de Tables; pointer de nouveau le signal et calculer l'azimut de l'astre.

Soient : 385, 71 l'azimut moyen observé du signal,  
 108, 44 — de l'astre, et  
 106, 87 son azimut calculé.

La différence  $106, 87 - 108, 44 = - 1, 57$  fait connaître la correction azimutale ; d'où l'azimut vrai du signal  $= 385, 71 - 1, 57 = 384, 14$ .

Fixer le cercle alidade à la division 384, 14 (le vernier de gauche doit marquer 184, 14), et ramener la lunette sur le signal au moyen du mouvement général. Alors, l'instrument étant exactement orienté, rectifier la position du déclinatoire, comme dans le cas précédent, afin d'obtenir la superposition des pointes de l'aiguille.

**6° Vérification de l'étalonnage.** — Le moyen le plus simple pour faire cette vérification consiste à placer le centre du tachéomètre et la pointe de la mire aux deux extrémités d'une base de 100<sup>m</sup> 10, exactement mesurée sur un sol uni et horizontal. Retranchant la constante  $= + 0, 10$  (voyez p. 38, Rem. III), il restera 100 mètres entre l'axe de rotation des tourillons de la lunette et la face divisée de la mire.

Dans ces conditions, les rapports 10, 18 et 22 doivent faire lire sur la mire respectivement 100, 00 ; 180, 00 et 220, 00.

Si aucune lecture ne s'écarte de sa valeur théorique de plus de 0<sup>m</sup> 05 en plus ou en moins, l'étalonnage sera considéré comme exact.

Si les écarts sont plus considérables il faut considérer deux cas, selon que tous trois sont ou ne sont pas de même signe et à peu près proportionnels aux rapports correspondants.

Dans le cas de l'affirmative, on doit tenir l'instrument pour exactement réglé et rechercher la différence soit dans le mesurage de la base de vérification, soit dans la longueur de la mire employée.

Les mires livrées avec le tachéomètre varient à peine de  $1/4000^e$ , en plus ou en moins, de leur longueur normale (1). Quant au ruban d'acier, il s'allonge de  $0^m 006$ , en passant de la température 0 à celle de  $+ 50^e$  qu'il atteint facilement, en été, quand il est exposé au soleil ; une base de  $100^m$  peut donc varier de  $0^m 06$ , du fait de la dilatation, selon qu'elle est mesurée pendant la saison froide ou durant la saison chaude.

D'autre part, le meilleur mesurage au ruban est ordinairement affecté d'une erreur systématique en plus de  $0^m 03$  sur  $100^m$ , et d'une erreur accidentelle à peu près égale, mais dont le signe est inconnu.

En général, le résultat d'un *très bon chaînage* au ruban d'acier sera en excès de 3 à 6 centimètres par hectomètre, alors que le tachéomètre pourra accuser, par un temps très sec, un résultat en défaut de 2 à 3 centimètres. La différence de 5 à 9 centimètres pourra changer de signe par un temps froid et humide.

Enfin, rien ne prouve, ordinairement, que le ruban a exactement  $10^m$  à la température moyenne.

**Il faut donc bien se garder de modifier l'éta-lonnage du tachéomètre, quand la différence constatée n'excède pas  $1/1000^e$ , car les  $2/3$ , au moins, de cette différence, proviennent presque toujours des moyens employés pour chaîner la base.**

D'ailleurs, il ne faut pas perdre de vue que la précision absolue dans l'éta-lonnage du tachéomètre ou du ruban n'a qu'une importance secondaire, si les lectures sont bien proportionnelles aux rapports employés.

En effet, si le lever est appuyé sur une triangulation,

---

(1) Les mires du commerce varient beaucoup plus ; d'ailleurs, elles ne sont jamais divisées avec une exactitude suffisante pour la tachéométrie de précision.

les cheminements et les mesures de détail doivent toujours céder le pas aux résultats de l'opération fondamentale : la différence d'étalonnage est alors comprise dans l'erreur de fermeture et corrigée avec elle.

Si les coordonnées des points de détail doivent être calculées, la correction, toujours très faible, s'applique à  $\rho'$  en même temps que la constante  $+ 0, 10$ , comme il est dit page 39, au moyen de l'une des échelles décrites dans mon *Cours de Tachéométrie*, à propos de la compensation des cheminements. Enfin, dans le rapport graphique de ces points, les échelles compensatrices, (dont l'emploi est rendu nécessaire par les variations hygrométriques du papier), corrigeront mécaniquement la différence d'étalonnage, s'il y a lieu (1).

L'hypothèse de différences proportionnelles trop considérables doit, d'ailleurs, être écartée en raison des soins pris dans le réglage de l'instrument et de l'invariabilité des buttoirs.

Reste le second cas considéré plus haut, savoir : les écarts constatés ne sont pas proportionnels aux lectures, ou ne sont pas tous affectés du même signe.

Pour les deux raisons données ci-dessus, le dérèglement d'un ou de plusieurs buttoirs est fort improbable : il conviendra donc, avant tout, de s'assurer de la régularité des divisions de la mire, et de faire deux ou trois nouvelles séries de lectures en changeant chaque fois le point de départ ou pointage.

**Rectification des buttoirs.**— *En cas de nécessité bien démontrée*, les buttoirs peuvent être rectifiés à la lime de la manière suivante :

---

(1) L'inventeur a imaginé un dispositif très simple, permettant de réduire ou augmenter proportionnellement toutes les lectures; mais, à son avis, la possibilité de modifier les rapports serait plus dangereuse qu'utile pour bien des opérateurs.

(a) Si aucune lecture n'excède sa valeur théorique, il faut limer chaque buttoir donnant des lectures trop faibles, de manière à augmenter l'amplitude du mouvement du levier. — Avoir soin de vérifier fréquemment l'effet produit par la lime, après avoir rectifié le pointage à 0 qui a dû être détruit.

(b) Si des lectures sont plus grandes que leurs valeurs théoriques, prendre pour départ le buttoir donnant le plus grand excès, y placer le levier et pointer sur la lecture théorique correspondante ; limer ensuite les autres buttoirs. Exemple :

Rapports .....	10	18	22
Lectures sur la mire.	100,10	180,20	220,15
— théoriques ..	100,00	180,00	220,00
Ecart.....	+ 0,10	+ 0,20	+ 0,15

Le rapport 18 donnant l'excès le plus considérable, on mettra le levier au buttoir correspondant, *b*, puis on pointera le fil horizontal sur la division 180,00 de la mire. Toutes les lectures étant ainsi diminuées de 0,20, on lira — 0,20 au lieu de 0,00 ; 99,90 au lieu de 100,10 ; 219,95 au lieu de 220,15. — Limer les buttoirs *a*, *a* et *c* afin de lire respectivement 0,00 ; 100,00 et 220,00, en partant toujours du buttoir *b* et de la division 180,00.

REMARQUE. — Pour limer les buttoirs on ne doit jamais faire usage d'une lime triangulaire, mais on doit se servir d'une lime plate à section rectangulaire de 2 à 3 millimètres d'épaisseur, taillée seulement sur deux ou trois faces. — Avoir soin en limant d'incliner la lime dans la direction du point d'appui du levier, et d'appliquer exactement la face non taillée contre la fourche portant les buttoirs, afin que la surface de chaque contact soit perpendiculaire à la face verticale de la fourche, ce qui n'aurait pas lieu si la lime ne touchait cette face que par une arête.

---

## ENTRETIEN DE L'INSTRUMENT

On doit enlever la poussière avec un pinceau ; éponger l'eau avec un linge fin et propre, sans frotter. Après l'une ou l'autre de ces opérations, on peut essuyer *légèrement* avec de la peau de chamois très douce.

**Au commencement de chaque séance, on doit bien essuyer les cinq faces du coulisseau vertical, et frictionner ses extrémités cylindriques au moyen d'une lanière de 4 à 5 millimètres de largeur, taillée dans la peau de chamois. La propreté absolue de ces cylindres est une condition indispensable au bon fonctionnement du tachéomètre ; aussi ne doit-on pas craindre de les nettoyer très souvent si l'on opère à la poussière.**

Passer aussi la lanière dans la fenêtre F, fig. 1, tant au-dessus qu'au dessous de la goupille.

**Ne jamais graisser, si peu que ce soit, les cylindres du coulisseau, car la graisse retient la poussière.**

Si malgré ces précautions, un peu de poussière venait à contrarier le glissement du coulisseau, — ce dont on est assuré quand, le levier étant rabattu au buttoir *o*, le fil horizontal ne revient pas à son point de départ — il suffirait de desserrer un peu, avec le tournevis, les deux plaques de crapaudine retenant les deux extrémités du coulisseau. — Nettoyer, avec la petite lanière, les deux parties cylindriques, en ayant soin de manœuvrer plusieurs fois le levier afin d'entraîner la poussière. — Resserrer convenablement les deux plaques, quand l'instrument fonctionne bien.

Imbiber un coin de la peau de chamois d'un peu d'huile fine, et le passer sur les pièces en acier après chaque nettoyage.

**Objectif.**— Beaucoup d'opérateurs attribuent à l'objectif les tâches ou pénombres qu'ils remarquent sur l'image de la mire ou des autres objets visés, et s'empressent de démonter cette partie de la lunette pour la nettoyer. C'est là une erreur et une pratique dangereuse. Une erreur parce que si les molécules fixées sur les faces de l'objectif peuvent, il est vrai, diminuer légèrement la clarté de l'image, elles sont absolument invisibles sur celle-ci (1); une pratique dangereuse, parce que le démontage de l'objectif entraîne inévitablement un nouveau centrage des fils du réticule.

Cependant si la nécessité de démonter l'objectif était bien démontrée, il faudrait préalablement tracer un trait de repère à la fois sur l'extrémité de la lunette et sur le rebord du barillet (anneau contenant les deux lentilles), afin de pouvoir remettre l'objectif dans sa position normale. Et, dans le cas où il serait indispensable de nettoyer les faces en contact des lentilles convexes et concaves, il faudrait avoir soin de repérer également sur le bord du contre barillet (ou anneau intérieur), la position des traits de crayons marqués par l'opticien sur le champ ou contour des deux lentilles.— Pour remonter l'objectif après le nettoyage, il faut 1<sup>o</sup> placer les deux lentilles l'une contre l'autre de telle façon que les traits de repère tracés sur l'une, soient dans le prolongement de ceux tracés sur l'autre ; 2<sup>o</sup>

---

(1) Pour se convaincre de cette vérité, il suffit de placer un crayon devant l'objectif : en regardant par l'oculaire on ne verra ni le crayon, ni une tâche nouvelle.

les mettre dans le contre barillet, la plus épaisse au fond, et les traits de repère en coïncidence avec la marque faite avant le démontage ; 3<sup>o</sup> remettre le barillet ou anneau extérieur en ayant soin, dès que celui-ci est vissé à moitié, de presser avec le pouce les deux lentilles et le contre barillet placé horizontalement sur l'index et le médium, afin d'empêcher l'entraînement des lentilles par le barillet, quand celui-ci commence à serrer ; 4<sup>o</sup> remettre le barillet dans la lunette (1) ; 5<sup>o</sup> enfin, vérifier et rectifier le centrage des fils (voyez page 44).

**Oculaire.**— Les taches sont produites, savoir : sur la face extérieure du verre de champ (face plane portant les traits réticulaires), si elles apparaissent aussi nettement que les traits en croix ; sur la face intérieure convexe du même verre, si leurs contours, d'abord vagues, deviennent plus nets à mesure que l'on dévisse le verre d'œil jusqu'à une certaine limite ; sur l'une des faces du verre d'œil, si elles apparaissent comme des ombres se déplaçant sur l'image au lieu d'y paraître fixe malgré les mouvements de l'œil.

Dans le premier cas seulement, il faut retirer complètement l'oculaire ; dans le second, il suffit de dévisser complètement la plaque à œilleton ; dans le troisième, il faut en outre dévisser le verre d'œil.

Pour retirer complètement l'oculaire, (1<sup>er</sup> cas), il est prudent de séparer la lunette de l'instrument et de la tenir dans la main gauche : en arc-boutant le pouce droit contre la couronne contenant les quatre vis de rectifica-

---

(1) Pour éviter de fausser les pas de vis, on doit tout d'abord appliquer l'objet à visser et le tourner lentement dans le sens du dévissage (de droite à gauche), jusqu'à ce qu'il se produise un petit choc annonçant que les premiers filets sont tombés dans leurs rainures respectives ; tourner ensuite de gauche à droite.

tion du réticule et en tirant la plaque d'œil avec l'index et le médium, on obtient facilement le résultat désiré. Pour remettre l'oculaire, il suffit d'engager sa goupille dans la petite échancrure destinée à la recevoir et d'exercer une légère pression sur la plaque d'œil.

**Pour nettoyer les lentilles d'une lunette**, il faut frotter légèrement avec un chiffon très doux, imbibé d'alcool étendu d'une égale quantité d'eau (c'est-à-dire, imbibé d'alcool réduit à 50°); sécher ensuite avec un autre chiffon; étendre avec le doigt une trace de vaseline; enfin, essuyer avec un chiffon très doux et sec.

Cependant, le plus souvent, les taches noires sur le verre de champ de l'oculaire sont peu adhérentes et s'enlèvent facilement avec une pointe de papier de soie.

---

# TABLE DES VALEURS DE $\frac{n}{1,2}$ , $\frac{n}{1,8}$ , $\frac{n}{2,2}$ , $\frac{n}{3,2}$

pour faciliter la réduction des lectures ou sommes de lectures correspondant aux Rapports 12, 18, 22 ou 32

Unités	12	10	20	30	40	50	60	70	80	90
1	0,83	8,333	16,667	25,000	33,33	41,67	50,00	58,33	66,67	75,00
2	1,67	9,167	17,500	833	34,17	42,50	83	59,17	67,50	83
3	2,50	833	18,333	26,667	35,00	43,33	51,67	60,00	68,33	76,67
4	3,33	11,667	20,000	28,333	36,67	45,00	53,33	61,67	70,00	78,33
5	4,17	12,500	833	29,167	37,50	83	54,17	62,50	83	79,17
6	5,00	13,333	21,667	30,000	38,33	46,67	55,00	63,33	71,67	80,00
7	83	14,167	22,500	833	39,17	47,50	83	64,17	72,50	83
8	6,67	15,000	23,333	31,667	40,00	48,33	56,67	65,00	73,33	81,67
9	7,50	833	24,167	32,500	83	49,17	57,50	83	74,17	82,50

Unités	18	10	20	30	40	50	60	70	80	90
1	0,56	5,556	11,111	16,667	22,22	27,78	33,33	38,89	44,44	50,00
2	1,11	6,111	667	17,222	78	28,33	89	39,44	45,00	56
3	67	667	12,222	778	23,33	89	34,44	40,00	56	51,11
4	2,22	7,222	778	18,333	89	29,44	35,00	56	46,11	67
5	78	778	13,333	889	24,44	30,00	56	41,11	67	52,22
6	3,33	8,333	889	19,444	25,00	56	36,11	67	47,22	78
7	89	889	14,444	20,000	56	31,11	67	42,22	78	53,33
8	4,44	9,444	15,000	556	26,11	67	37,22	78	48,33	89
9	5,00	10,000	556	21,111	67	32,22	78	43,33	89	54,44
		556	16,111	667	27,22	78	38,33	89	49,44	55,00

Unités	22	10	20	30	40	50	60	70	80	90
1	0,45	4,545	9,091	13,636	18,18	22,73	27,27	31,82	36,36	40,91
2	91	5,000	546	14,091	64	23,18	73	32,27	82	41,36
3	1,36	455	10,000	546	19,09	64	28,18	73	37,27	82
4	82	909	455	15,000	55	24,09	64	33,18	73	42,27
5	2,27	6,364	909	455	20,00	55	29,09	64	38,18	73
6	73	818	11,364	909	45	25,00	55	34,09	64	43,18
7	3,18	7,273	818	16,364	91	45	30,00	55	39,09	64
8	64	727	12,273	818	21,36	91	45	35,00	55	44,09
9	4,09	8,182	727	17,273	82	26,36	91	45	40,00	55
		636	13,182	727	22,27	82	31,36	91	45	45,00

Unités	32	10	20	30	40	50	60	70	80	90
1	0,31	3,125	6,250	9,375	12,50	15,63	18,75	21,88	25,00	28,13
2	63	438	563	688	81	94	19,06	22,19	31	44
3	94	750	875	10,000	13,13	16,25	38	50	63	75
4	1,25	4,063	7,188	313	44	56	69	81	94	29,06
5	56	375	500	625	75	88	20,00	23,13	26,25	38
6	88	688	813	938	14,06	17,19	31	44	56	69
7	2,19	5,000	8,125	11,250	38	50	63	75	88	30,00
8	50	313	438	563	69	81	94	24,06	27,19	31
9	81	625	750	875	15,00	18,13	21,25	38	50	63
		938	9,063	12,188	31	44	56	69	81	94

Observations  
relatives au  
Tachéomètre n° 2.

---

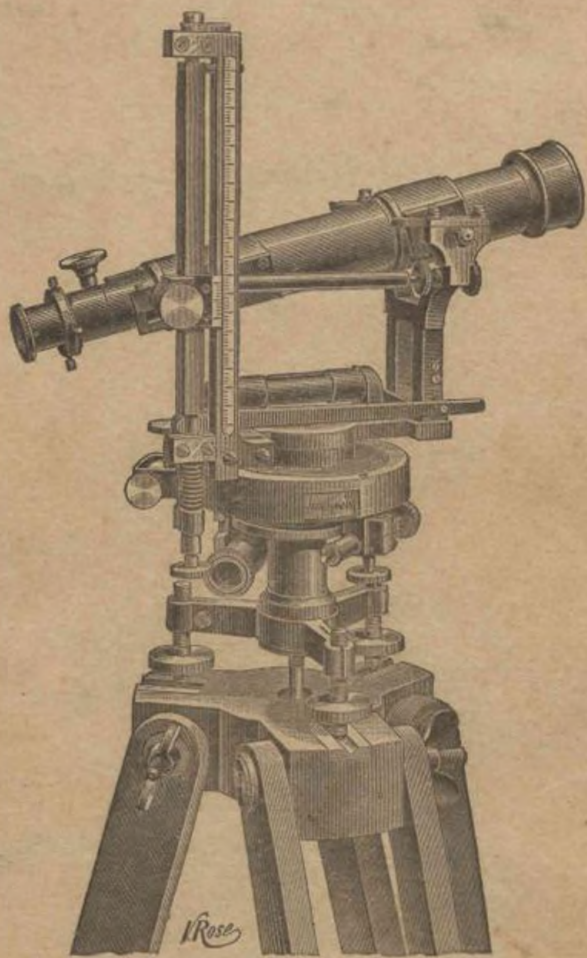
La présente brochure a été  
écrite spécialement pour les possesseurs  
du tachéomètre n° 1 (modèle normal.)  
Les opérateurs munis d'un tachéomi-  
tre n° 2 (modèle dit forestier) sont  
priés de tenir compte des observations  
suivantes.

Mesure des distances. Le modèle  
n° 2 ne possède généralement que  
3 buttoirs au lieu de quatre. Le  
passage du levier du buttoir inférieur  
0 (zéro) à celui du milieu, 2, produit,  
comme dans le modèle n° 1, une  
différence de lecture sur la mire  
égale à  $\frac{1}{100}$  de la distance, soit le  
rapport 0,010; le passage du bouton 2  
au suivant, 6, donne le rapport





# TACHÉOMÈTRE N° 2



Médaille d'Or aux Expositions de Paris 1889 & 1900

---

**PRIX-COURANT**  
DES  
**INSTRUMENTS TACHÉOMÉTRIQUES**

Inventés par J.-L.-SANGUET, Ingénieur-Topographe

BREVETÉ S. G. D. G.

29, RUE MONGE, PARIS

---



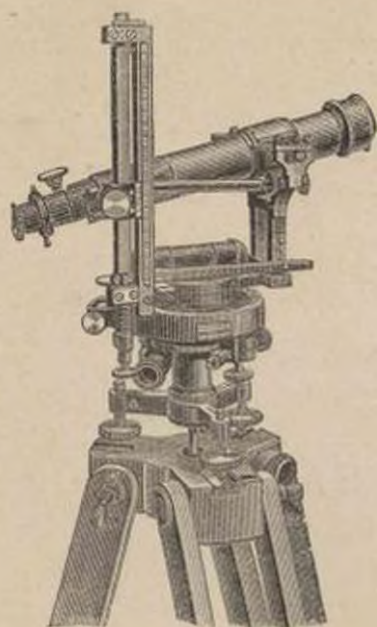
1. — **Tachéomètre Sanguet**, autoréducteur (fig. ci-dessus) à l'aide duquel on peut lire sur une mire verticale les distances réduites à l'horizon automatiquement, c'est-à-dire, sans calcul, ni table ou règle logarithmique. — Cercle horizontal de 0<sup>m</sup>13 donnant des angles azimutaux; échelle de pentes donnant les déclivités à 1/10 de millimètre par mètre; déclinatoire perfectionné sensible au centigrade; lunette grossissant de 30 à 35 fois; contrôle absolu des distances, des angles et des pentes par des dispositions particulières; six rapports pour la mesure des distances: 4, 8, 10, 12, 18 et 22 millimètres par mètre. (Brochure explicative de 61 pages et 7 figures.)

Modèle normal avec pied à six branches. . . . . 950 fr.

---

**TARIF D'AVRIL 1901 ANNULANT LES PRÉCÉDENTS**

Voir à la 1<sup>re</sup> page les Conditions de Vente



2. — **Tachéomètre Sanguet** à grande plongée; même lunette que le précédent; cercle horizontal divisé sur champ, limbe recouvert pour protéger les divisions; déclinaire du même système, mais plus court; quatre rapports pour la mesure des distances : 5, 10, 15 et 25 millimètres par mètre, au lieu des six du numéro précédent.

Modèle adopté en France par l'Administration des forêts; très avantageux pour les opérations rapides demandées par les études de projets de chemins de fer, etc. (Figure ci-contre.)

Avec instruction et pied à six branches. . . . . 950 fr.

## SUPPLÉMENTS & ADDITIONS AUX N<sup>os</sup> 1 & 2

4. — Limbe d'argent à l'échelle de pente. . . . .	25
5. — Niveau à double face pour nivellements de haute précision. . . . .	25
6. — Niveau à jambes pour vérifier l'horizontalité de l'axe de rotation de la lunette . . . . .	20
7. — Réflecteur à glace parallèle pour observer dans les puits de mines ou au zénith . . . . .	45
8. — Prisme à double réflexion pour observer les astres près du zénith et mesurer leur distance zénithale. . . . .	45
9. — Collimateur servant de chercheur et permettant de transmettre l'orientation par une visée inverse . . . . .	12



3. — **Longi-altimètre** ou tachéomètre de montagne à plongée illimitée, avec lequel on lit sur une mire horizontale : 1<sup>o</sup> soit la différence de niveau, soit l'altitude absolue du pied de la mire exprimées en mètres et décimètres; 2<sup>o</sup> la distance réduite à l'horizon.

Cercle horizontal, déclinaire et lunette comme au numéro 1; cercle vertical pour la vérification facultative des mesures de hauteur; un oculaire de rechange et un réflecteur pour viser au zénith ou au nadir. (Voir figure ci-contre.)

Avec pied à six branches. . . . . 1.200 fr.

*Goniomètre de poche. Cercle horizontal divisé sur argent vernis de contrôle. déclinaire à glace parallèle. lunette grossissant de 12 à 14 fois 165 fr. id avec rappel et niveau supplémentaire 215 fr. formant theodolite de poche 235 fr.*

## Accessoires communs aux trois types

	fr.
10. — Verre noir pour observer le soleil . . . . .	5
11. — Porte-bougie s'adaptant au cercle horizontal . . . . .	10
12. — Pied à translation complet . . . . .	50
13. — Id. en échange d'un pied ordinaire . . . . .	30
14. — Canne à plomber s'accrochant sous l'axe de l'instrument pour mesurer la hauteur de la lunette au-dessus du piquet, avec pendule pour remplacer le fil à plomb dans la mise en station . . . . .	12
15. — Branche de pied à coulisse pour faciliter l'installation de l'instrument en montagne . . . . .	15
16. — Id. en échange d'une branche ordinaire au moment de la commande . . . . .	11
17. — Signal à pendule pour les cheminements à 2 ou 3 trépieds . . . . .	9

## Mires parlantes spéciales aux Nos 1 et 2

18. — Mire parlante de 2 <sup>m</sup> 20 avec support de même longueur permettant de la hausser de 1 mètre et protégeant les divisions pendant le transport . . . . .	22
19. — La même avec subdivisions en doubles millimètres pour les opérations de grande précision, mais à petites portées . . . . .	25
20. — Mire parlante à charnière développant 4 mètres . . . . .	50
21. — Mire parlante de 3 <sup>m</sup> 20 en une seule pièce, très légère et très rigide . . . . .	38
22. — La même, montée sur un support à coulisse permettant de relever le zéro de 0 <sup>m</sup> 50; 1 <sup>m</sup> ; 1 <sup>m</sup> 50 ou 2 <sup>m</sup> , pour les opérations dans les terrains clos de murs ou de haies et dans les broussailles (Modèle indispensable pour les travaux de longue haleine) . . . . .	60
23. — Mire à grande portée construite comme la précédente avec une planchette plus large et des divisions de 0 <sup>m</sup> 04 et des subdivisions de 0 <sup>m</sup> 008 . . . . .	60
24. — Niveau sphérique s'adaptant à la mire pour en indiquer la verticalité . . . . .	10
25. — Pendule pour le même objet, mais cinq fois moins sensible que le niveau . . . . .	3
26. — Arc-boutant ordinaire pour assurer l'immobilité de la mire dans le plan de visée, divisé par décimètres et portant un viseur pour abaisser des perpendiculaires . . . . .	6
Le même avec serpette pour couper les branches gênant les visées . . . . .	12

27. — Rapporteur SANGUET; demi-cercle de 0 <sup>m</sup> 36 de diamètre divisé en 1/5 de grade; échelle diamétrale mobile, avec écrin . . . . .	60
28. — Echelles de rechange pour ledit, chaque . . . . .	14
29. — Rapporteur Secteur de 0 <sup>m</sup> 33 de rayon, secteur divisé en décigrades . . . . .	35
30. — Règle à calcul SANGUET, en buis . . . . . 12 fr. en celluloïd . . . . .	14
31. — Tables trigonométriques centésimales, facilitant les calculs de coordonnées topographiques et géographiques, le tracé de la méridienne, celui des courbes de raccordement, etc., par SANGUET. . . . . Brochées 7 fr., cartonnées. . . . .	8
32. — Abaque Sanguet donnant sans calcul l'altitude du point nivelé au tachéomètre . . . . .	40
33. — Planchette à boussole pour faciliter la rédaction des croquis et les levés de reconnaissance . . . . .	10
34. — Diastimomètre pour mesurer les distances au moyen d'une lunette ordinaire . . . . . 25 à 50 fr., suivant le diamètre.	

# EN CONSTRUCTION

---

**Boussole tachéométrique**  
**Alidade de planchette tachéométrique**  
**Photo-tachéomètre Sanguet**

---

## CONDITIONS DE VENTE

---

**PRIX.** — Les prix portés au présent tarif sont nets et payables en espèces à Paris, au moment de la livraison.

**EMBALLAGE et TRANSPORTS.** — Les instruments et leurs accessoires sont livrés **à Paris, non emballés**. Sur demande, l'inventeur se charge de l'expédition ; mais l'emballage, fait avec tous les soins nécessaires, et le transport sont aux frais et risques de l'acheteur qui, en cas d'avarie, de déficit, de retard, etc., devra exercer son recours contre les transporteurs.

**DÉLAIS DE LIVRAISON.** — Les délais indiqués ne sont qu'approximatifs. Aucun retard ne pourra donner lieu à dommages-intérêts, sauf stipulation contraire acceptée et signée par l'inventeur.

Observations  
relatives au  
Tachymètre n° 2.

---

La présente brochure a été  
écrite spécialement pour les possesseurs  
du tachymètre n° 1 (modèle normal).  
Les opérateurs munis d'un tachymi-  
tre n° 2 (modèle dit fourstier) sont  
priés de tenir compte des observations  
suivantes.

Mesure des distances. Le modèle  
n° 2 ne possède généralement que  
3 buttoirs au lieu de quatre. Le  
passage du levier du buttoir inférieur  
0 (zéro) à celui du milieu, 2, produit,  
comme dans le modèle n° 1, une  
différence de lecture sur la mire  
égale à  $\frac{1}{100}$  de la distance, soit le  
rapport 0,010; le passage du bouton 2  
au suivant, 3, donne le rapport

de  $\frac{1}{200}$  ou 0,005.

En cumulant, c'est à dire, en faisant passer le levier de 0 à 6 on a évidemment le rapport 0,015, et la somme des deux lectures correspondra au rapport  $0,010 + 0,015 = 0,025$ .

La mesure des distances se fera donc ordinairement soit au rapport 0,010; soit au rapport 0,005, selon les circonstances; au travers des obstacles, quand l'intervalle des parties visibles de la mire ne correspondra ni à l'un, ni à l'autre de ces deux rapports, on pourra souvent employer le 3<sup>e</sup>, soit 0,015. Dans ce dernier cas, la distance sera égale au quotient de la lecture (voir p. 40, rem. I) par 1,5

Enfin, pour avoir plus d'exactitude et le contrôle de la distance,

on fera une lecture au rapport 0.010 et une au rapport 0.015: on devra alors prendre pour moyenne le produit de la somme de ces lectures par  $0.4 (= \frac{\text{somme}}{2})$

Exemple: Après avoir pointé à zéro on lit 97.3 et 146.0

$$D = (97.3 + 146.0) \times 0.4 = 97.32.$$

Contrôle. - La première lecture ne diffiant pas du produit. ci-dessus, on est en droit d'affirmer qu'aucune faute n'a été commise ni dans la lecture, ni dans l'inscription au carnet.

D'ailleurs on peut encore vérifier les relations.

$$b-a = \frac{a}{2} = \frac{b}{3}$$

qui, dans le cas actuel, donne

$$b = 146.0$$

$$a = 97.3$$

$$b-a = 48.7; \frac{a}{2} = 48.65; \frac{b}{3} = 48.67$$

(La tolérance est de 0.2)

La constante indiquée page 40  
remarque III, n'est que de 0.<sup>m</sup>08 dans  
le tachymètre n° 2.

Mesure des angles. Le tachymètre  
n° 2 porte ordinairement deux verniers  
au  $\frac{1}{20}$  de grade, donnant les  
demi-décigrades à la lecture et  
les centigrades à l'estime.

(v. page 26)