

PLANIMÈTRE
DE PRÉCISION

DE HOHMANN-CORADI

DESCRIPTION ET EMPLOI

PAR

G. CORADI, ZURICH

(AVEC UNE THÉORIE DU PLANIMÈTRE ROULANT PAR F. H. REITZ)

PUBLIÉ PAR,

LUCKHARDT & ALTEN,
CASSEL.

COMMISSION ET EXPORTATION

D'INSTRUMENTS MATHÉMATIQUES

ET SEUL DROIT DE VENTE DU PLANIMÈTRE CORADI
DANS TOUS LES PAYS NON-ALLEMANDS.



FRANCFORT s. M.
IMPRIMERIE DE C. ADELMANN.
1884.

TABLE DES MATIÈRES.

Préface	2
Introduction	3
I. Description du planimètre:	
a) Planimètre de précision suspendu	4
b) » » » simple	6
c) » linéaire roulant	6
II. Théorie du planimètre roulant, par F. H. Reitz	7
III. L'emploi et l'épreuve du planimètre	11
IV. Comparaison d'exactitude des différents planimètres	16



PRÉFACE.

Cet ouvrage a pour but, d'un côté de faire connaître les avantages et la construction des planimètres Hohmann-Coradi dans un cercle plus étendu, et de l'autre pour servir de guide aux possesseurs d'instruments semblables, pour l'usage et l'ajustement de ces derniers.

La théorie brève et claire du planimètre roulant, publiée par M. F. H. Reitz dans le *Journal de l'arpentage* Vol. XIII. 1884 n° 20, qui est renfermée dans cet ouvrage, aidera beaucoup à une connaissance parfaite de la construction de ces instruments.

En outre nous faisons référence aux divers ouvrages littéraires qui ont paru au sujet du planimètre Hohmann-Coradi, et dont nous nous sommes servis en partie; à savoir:

- Journal de l'arpentage Vol. IX. 1881 n° 3. (*Coradi.*)
- Brochure: Planimètre de précision 1882. Erlangen. (*Hohmann.*)
- Journal des sciences mécaniques 1882 n° 9 et 10. (*Prof. Lorber.*)
- Journal de l'arpentage 1882. (*F. H. Reitz.*)
- Journal de la société autrichienne d'ingénieurs et d'architectes 1882. (*Prof. Dr. Tinter.*)
- Rapport de l'académie impériale des sciences. Wien 1882. (*Kajaba.*)
- Feuille technologique de la Bohème. Prague 1882. (*Prof. Czuber.*)
- do. do. do. 1884. do.
- Journal de l'arpentage 1884 n° 1. (*Prof. Lorber.*)
- Journal central d'optiq. et de mecan. 1884 n° 7. (*G. Fischer.*)
- Journal de la société autrichienne d'ingén. et d'archit. n° 3. 1884. (*Prof. Lorber.*)

Tous les articles cités ci-avant jugent très-favorablement de ces planimètres nouveaux. Le fait que depuis 1881 environ 130 de ces instruments se sont vendus, ainsi que le vif intérêt qu'ils ont excité partout dans la presse géodésique, prouvent la nécessité qui existait pour un planimètre plus exact qui ne fût toutefois ni trop dépendieux ni trop compliqué.

Zurich, Octobre 1884.

G. Coradi.

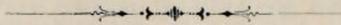
INTRODUCTION.

On suppose que la construction et l'emploi du planimètre polaire ordinaire d'Amsler, et de ses modifications, soient déjà connus, sinon l'on indique au lecteur la brochure de G. Coradi, qui est vendue avec le planimètre et peut être obtenue gratis. Pour les travaux ordinaires, ces instruments seront toujours employés à cause de leur simplicité, et de leur prix modéré. Mais si l'on désire atteindre un plus haut degré d'exactitude ceux-ci ne suffisent pas, parcequ'ils manquent de finesse, et qu'ils sont influencés par la qualité du papier sur lequel le rouleau de mesurage marche, s'il est vieux ou froissé, s'il faut mesurer le bord d'un plan ou que le rouleau dépasse celui-ci.

Les planimètres de précision qui ont été construits par G. Coradi, d'après le principe énoncé déjà en 1876 par Hohmann, n'ont pas ces défauts. Le rouleau de mesurage ne marche pas sur le plan même, mais sur un plateau uni qui fait partie de l'instrument. La valeur de surface qui peut être indiquée sur la plus petite division du rouleau de mesurage est de 10 à 20 fois plus petite que chez les planimètres ordinaires, avec la même longueur de branche. Il s'ensuit qu'une exactitude de 10 à 20 fois plus grande peut être développée, lequel développement est réellement juste, selon les épreuves faites par plusieurs autorités avec des instruments différents.

Il va sans dire qu'un instrument si fin, avec lequel on peut mesurer aussi exactement qu'il est possible de dessiner et de tracer, exige un traitement et un ajustement soigneux, aussi ce qui est ici dit à ce sujet demande-t-il votre meilleure attention comme le résultat de beaucoup d'expériences.

Les instruments décrits dans les pages suivantes ont été perfectionnés dans toute leur construction, de sorte que le Journal des optic. et des mecan. dit d'eux: *Il ne reste presque plus rien à faire pour leur amélioration et leur simplification.*



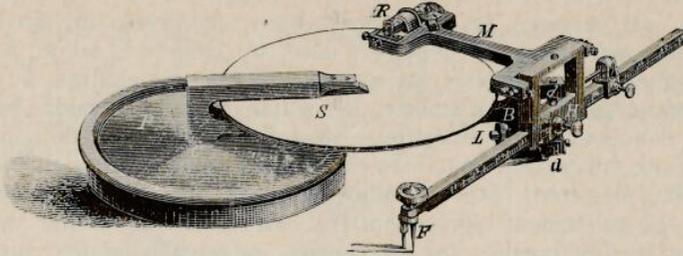
polaire sur le cône de l'axe polaire qui se trouve en dessous. De cette manière l'instrument entier se laisse tourner sans marche perdue, sur l'axe CG , et en même temps le rouleau drégé E reste toujours en contact intime avec le bord drégé du plateau polaire. L'instrument entier est balancé librement, et repose sur le plan (à l'exception du plateau polaire) seulement avec la pointe du traçoir. La branche est un tuyau carré en nickel, de 30cm de longueur; elle peut se déplacer dans le collier H (Fig. II), et sa longueur entière est divisée en $\frac{1}{2}$ mm et chiffrée à partir de O en commençant au traçoir. Le collier porte un vernier, de sorte que la longueur de la branche, c'est-à-dire la distance de son axe à la pointe du crayon, peut être exactement ajustée jusqu'au $\frac{1}{40}$ mm. Un collier plus court, fixé au collier long par une vis micrométrique, sert à un ajustement plus minutieux. Au centre du collier est fixé le pivot de la branche, qui est couché, entre des pointes, sur l'extrémité droite de la branche polaire. Sur la partie supérieure du collier se trouve le châssis M , qui porte le rouleau de mesure R . Ce châssis est fixé entre des pointes $m m$, de sorte qu'il peut être haussé ou baissé autour de $m m$, et presse avec son surpoids le rouleau de mesure R sur le plateau S . Avec l'aide du vernier on peut lire sur le cercle divisé du rouleau de mesure $\frac{1}{1000}$ tours de ce dernier. L'axe de ce rouleau est couché dans le châssis M parallèle avec la branche. Un cadran, qui communique avec l'axe du rouleau de mesure au moyen d'une vis, donne sur son cercle de divisions tous les tours du rouleau de mesure jusqu'à 40. À côté du traçoir est un support qui peut se tourner autour de lui ou se hausser; ceci est pour empêcher l'endommagement du plan par la pointe du traçoir. Lorsqu'on se sert de la règle de contrôle, ce support peut être ôté.

Si l'instrument entier est tourné sur l'axe CG , le plateau G se tourne, et communique son mouvement au rouleau de mesure qui repose sur lui, en proportion à sa distance du point central de S . Si l'on tourne la branche pendant que la branche polaire reste immobile, le rouleau de mesure se glisse sans tourner en décrivant un arc sur S . Les conditions nécessaires pour la construction de cet instrument sont: 1° La pointe du traçoir et l'axe de la branche doivent se trouver dans un plan parallèle avec la branche, et l'axe du rouleau de mesure doit être parallèle avec ce plan. — 2° L'axe CG , l'axe du plateau S et l'axe de la branche doivent se trouver dans un plan vertical. — Lorsque la branche est ajustée à sa plus grande longueur, la valeur de l'unité du vernier est de 2 □mm, et à sa plus petite longueur elle est de 0,5 □mm. Dans la première position le traçoir peut parcourir des surfaces jusqu'à 400 □cm, et dans la dernière jusqu'à 30 □cm.

La première place parmi les planimètres sera toujours accordée à cet instrument pour sa parfaite indépendance de la qualité de sa base, et pour la précision et la certitude de ses rapports.

b) Planimètre de précision polaire simple.

Fig. II.

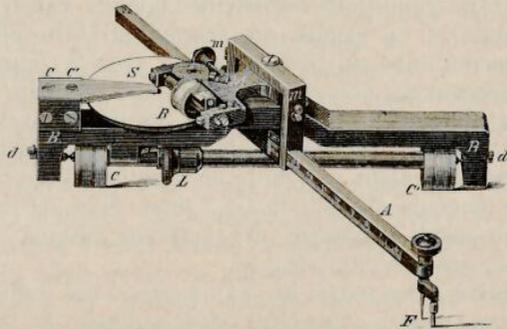


Cet instrument, représenté dans Fig. II à environ $\frac{1}{4}$ de sa grandeur naturelle, est dans toutes ses parties un peu plus petit que le planimètre suspendu, et à l'exception de cela, ne diffère de celui-ci que par la connexion plus simple du plateau polaire avec le planimètre même, ce qui exige l'emploi d'un rouleau d'appui *L* sur le plan. La branche divisée est longue de 20 cm et permet de placer comme valeur du vernier 1 □mm à 0,4 □mm. Dans la première position des surfaces jusqu'à 200 □cm, et dans la seconde jusqu'à 30 □cm peuvent être parcourues. Le cadran enregistre 10 tours. Cet instrument est adapté en particulier au mesurage de surfaces plus petites, pour lesquelles, avec une base plane, la même exactitude peut être obtenue qu'avec les planimètres suspendus.

c) Le planimètre linéaire roulant.

La construction de cet *instrument original* peut être vue dans Fig. III au $\frac{1}{4}$, et dans Fig. IV à $\frac{3}{4}$ de sa grandeur naturelle.

Fig. III.



Tandis que les instruments décrits sous a) et b) se tournent autour d'un point ou pôle, les planimètres roulants marchent dans une ligne droite, de là leur nom de „planimètres linéaires“.

Dans la monture BB l'axe en acier est placé entre des pointes. A cet axe sont joints deux cylindres CC^1 dont le bord a été drégé. Ces cylindres reposent sur le plan et tournent sur leur axe chaque fois que la monture B est avancée ou retirée avec l'aide de la branche A , qui peut se tourner sur un axe vertical fixé dans B . A cause de leur adhésion au papier, et de l'égalité de leur diamètre, les deux cylindres donnent à la monture B une direction en ligne droite sur le plan.

Le mouvement de ces cylindres se communique, au moyen de petites roues dentées coniques, singulièrement formées, au plateau uni S , dont l'axe vertical tourne dans la monture B entre des pointes. La partie supérieure de cet axe est formée d'une plaque d'acier qui se laisse un peu lever et baisser au moyen des vis $c c^1$, en diminuant quelque peu la liberté de mouvement. La disposition de la branche et de son collier, ainsi que celle de la monture des rouleaux M , et du rouleau de mesurage, est exactement la même que chez les instruments décrits sous a) et b). Le cadran donne jusqu'à 20 tours du rouleau de mesurage. On peut parcourir de très-grandes surfaces avec cet instrument, et l'on peut aussi ajouter à volonté un cadran différentiel qui donne jusqu'à 420 tours. Le limbe de celui-ci a deux divisions, dont l'extérieure donne seulement les tours du rouleau de mesurage, et l'intérieure seulement ceux du cadran, de sorte que chaque intervalle de la division extérieure indique 1000, et chaque intervalle de la division intérieure 20,000 par les verniers.

Ces instruments sont fabriqués dans deux grandeurs, le petit Fig. IV ($\frac{3}{5}$ de sa grandeur réelle) a la branche longue de 20 cm avec valeur d'unité de 0,6 à 0,2 \square mm. Le grand instrument Fig. III a 30 cm (ou à volonté 50 cm) longueur de branche, et la valeur de l'unité du vernier est de 2 \square mm à 0,5 \square mm. Avec le traçoïr du planimètre roulant des surfaces aussi longues qu'il est désiré peuvent être parcourues, et un peu plus larges que la longueur donnée de branche.

Le maniement de ces instruments est très-facile, et son montage d'après une figure est plus simple que celui du planimètre polaire ordinaire. Avec un traitement soigneux on peut atteindre avec eux sur du papier plus ou moins uni, le même degré d'exactitude qu'avec le planimètre suspendu.

II. THÉORIE DU PLANIMÈTRE ROULANT

par F. H. Reitz. Journal de larpentage 1884. n° 20.

„Le nombre des constructions planimétriques s'est dernièrement augmenté d'un arrangement nouveau que nous faisons connaître ici au public.

Il a paru dans ce journal pendant ces dernières années, toute une série d'articles sur les constructions nouvelles de planimètres, qui se sont fait successivement connaître; à savoir sur les différentes variations du planimètre d'Amsler, sur le planimètre de précision de

Hohmann-Coradi, sur le planimètre Gunther, sur celui de Kloht, et enfin sur le planimètre suspendu de Hohmann-Coradi. A ces instruments vient s'ajouter maintenant le planimètre roulant ici décrit, comme le résultat de l'expérience acquise par M. Coradi dans ses vastes recherches et au moyen des divers changements qu'il a faits et qui l'ont amené à la solution spécifique du problème dont il s'occupait.

L'instrument nouveau réunit quatre bonnes qualités qui ont été posées comme conditions reconnues pour la construction des planimètres. Premièrement, la valeur de l'unité du vernier est si petite, que de très grandes surfaces peuvent être indiquées avec une exactitude suffisante; sous ce rapport les autres planimètres destinés à la solution de ce problème, rivalisent avec lui. Deuxièmement, la place libre pour l'arrangement de l'instrument est beaucoup plus grande en proportion aux dimensions de celui-ci, surtout pour les formes allongées qui se présentent souvent dans la pratique. Troisièmement, les résultats ne sont presque pas influencés par la qualité de la surface du papier sur lequel le dessin se trouve, et quatrièmement, le tout est disposé de manière à assurer que chaque partie se conservera longtemps en bon état.

Dans Fig. IV, l'instrument est représenté d'après une photographie.

Deux rouleaux du radius R^1 fixés sur un axe, et dont le bord est rendu rude d'une manière particulière, portent une monture B , sur lesquelles sont posés le plateau A et l'axe de la branche mobile F . Le tout parcourt le papier en ligne droite sur lesdits rouleaux, et peut embrasser une étendue aussi longue qu'il est désiré, pendant que l'on contourne avec le crayon le dessin qu'on veut mesurer.

Une petite roue conique aux fines dentures, du radius R_2 est aussi fixée sur l'axe qui porte les deux rouleaux du radius R_1 . Cette roue s'engrène dans une seconde, plus petite, du radius R_3 . Ainsi c'est au moyen de cette roue, qui est fixée sur l'axe du plateau, que celui-ci se tourne dès que le planimètre se met à rouler.

Le rouleau intégral E est posé sur le plateau A . Ce rouleau est mû de côté et d'autre par le tournement de la branche sur le plateau A , et au moyen d'un arbre mobile formant un angle droit avec la branche et lui étant fixé entre des pointes. L'axe du rouleau intégral est parallèle avec la branche. La partie supérieure de l'axe du plateau est formée d'une plaque d'acier muable c c^1 .

Selon la théorie générale du planimètre avec rouleau intégral, il est indifférent dans quelle direction l'une des extrémités de la branche soit conduite, cependant, pour obtenir certains avantages dans la pratique, on a choisi ici, comme direction, une ligne droite aussi exacte que possible. Les petites déviations qui pourraient avoir lieu ne produiraient pas nécessairement une faute dans le résultat pour la raison ci-avant.

A cause de cette direction en ligne droite du cercle de conversion de la branche, il est recommandé d'adopter pour le développement de la théorie de l'instrument, un système coordonné rectangulaire, dont l'axe abscisse serait cette ligne droite.

On peut regarder le mouvement du crayon en traçant une figure comme étant divisé en deux, un mouvement parallèle et un rectangulaire par rapport à l'axe abscisse. Ce dernier mouvement dans la direction de l'axe des ordonnées n'est qu'un mouvement du traçoir de côté et d'autre occasionné par l'action de tracer, et dans une proportion égale jusqu'à son retour au point de départ; ainsi ce mouvement n'effectue pas l'avancement continu d'un point du rouleau intégral, et on n'a à considérer que le mouvement différentiel du traçoir dans la direction de l'axe abscisse.

En se rapportant à Fig. V, qui porte les mêmes indications que Fig. IV pour les parties du planimètre, et correspond à la même

Fig. IV.

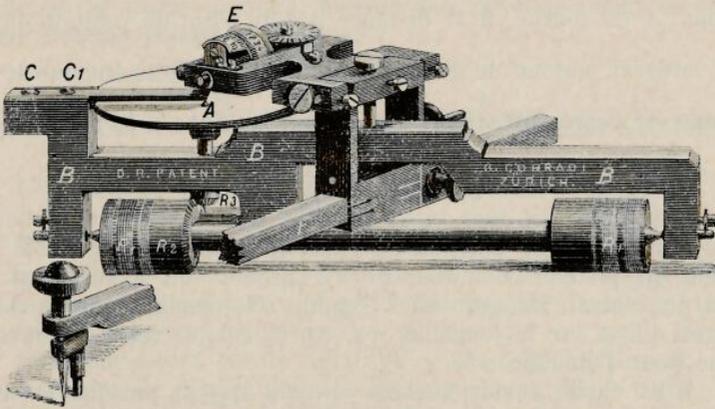
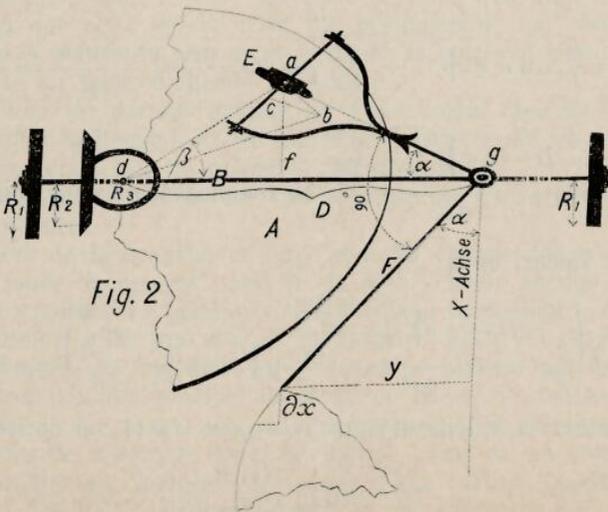


Fig. V.



position de l'instrument (dans laquelle D représente la distance de l'axe de la branche de celui du plateau) on se pose la question: quelle sera la valeur de l'avancement d'un point de la circonférence du rouleau intégral E , d'après le mouvement du traçoir autour de $d x$? Cette valeur de mouvement doit se présenter comme produit de la différentielle de la surface par rapport aux coordonnées rectangulaires ($y d x$) et d'une constante formée par les dimensions de l'instrument, si la construction du planimètre est correcte.

Lorsque le traçoir se tourne autour de $d x$, un point de la circonférence du rouleau du radius R_1 se meut aussi autour de $d x$. Alors un point du cercle de divisions de la roue conique du radius R_2 , marche autour de l'étendue $d x \frac{R_2}{R_1}$. Par ce mouvement un point du plateau A est tourné, à la distance $a d$ du point de position du rouleau intégral, autour de l'étendue $d x \frac{R_2}{R_1} \cdot \frac{a d}{R_3}$. Cette étendue de mouvement est représentée dans Fig. V par la ligne $a b$, ainsi on a:

$$a b = d x \frac{R_2 a d}{R_1 R_3} \quad (1)$$

A cause de la position de l'axe du rouleau intégral, le mouvement du plateau A autour de $a b$ produit un avancement d'un point du rouleau intégral sur l'étendue $c b$, pendant que le rouleau intégral glisse sur la longueur $a c$. Après cela, il reste à trouver un terme pour l'étendue $c b$.

Il est facile à voir, que $c b = a b \sin (\alpha + \beta)$, puisque les angles $d a b$ et $c a g$ sont tous deux placés 90° , ainsi $c a f = \alpha$ et $f a b = \beta$. Nous avons maintenant $\sin (\alpha + \beta) = \sin \alpha \cos \beta + \cos \alpha \sin \beta$. Ensuite

$$\sin \alpha = \frac{y}{F}, \cos \alpha = \sqrt{1 - \frac{y^2}{F^2}}, \sin \beta = \frac{a f}{a d} = \frac{a g \sin \alpha}{a d} = \frac{a g \frac{y}{F}}{a d},$$

$$\cos \beta = \frac{d f}{a d} = \frac{D - a g \sqrt{1 - \frac{y^2}{F^2}}}{a d};$$

en remplaçant $c b$ dans l'énonciation par cette valeur, on a:

$$c b = a b \left(\frac{y}{F} \cdot \frac{D - a g \sqrt{1 - \frac{y^2}{F^2}}}{a d} + \sqrt{1 - \frac{y^2}{F^2}} \frac{a g \frac{y}{F}}{a d} \right) = a b \frac{y D}{F a d},$$

en y ajoutant la valeur déjà trouvée pour $a b$ (1) on obtiendra:

$$c b = y d x \frac{D \cdot R_2}{F \cdot R_1 \cdot R_3}; \quad (2)$$

Q. E. D.

En intégrant l'équation (2), puisque la somme de cb égale la différence dans la lecture multipliée par la circonférence du rouleau intégral, et que $\int y dx$ égale le contenu de la figure contournée, si l'on remplace la circonférence du rouleau intégral par U et le contenu de la figure par J , puis la différence de la lecture par N , on obtiendra

$$J = N \cdot \frac{U \cdot R_1 R_3 F}{R_2 \cdot D} \quad (3)$$

La formule (3) montre que la distance ag du rouleau de l'axe de la branche est sans importance et n'a aucune influence sur le rapport de l'instrument.

La théorie des planimètres décrits sous a) et b) peut être déduite de la même manière, lorsque son développement est fondé sur un système polaire coordonné.

III. L'EMPLOI ET L'ÉPREUVE DU PLANIMÈTRE DE PRÉCISION.

L'application générale de ce planimètre est semblable à celle du planimètre polaire. On observe avant tout les règles suivantes :

1. En se servant de l'instrument il faut le promener très-lentement, surtout lorsque le rouleau de mesurage s'approche du plateau S ; il ne faut pas que le rouleau de mesurage tourne trop rapidement pour que les chiffres sur son cercle de divisions paraissent encore détachés pendant le mouvement.
2. Le point de départ pour le contournement de la figure, doit être choisi de manière à ce que la branche mobile forme un angle droit avec la branche polaire ou avec les cylindres courants, selon le cas; parceque ce n'est que dans cette position que cette erreur n'est pas préjudiciable qui résulte de ce que la pointe du crayon ne revient pas, après le contournement, juste au point d'où elle est partie.
3. Toutes les parties mobiles de l'instrument doivent se laisser pivoter facilement, et les rouleaux doivent avoir un mouvement libre, mais sans le moindre ballotement.

Avant de se servir de l'instrument, on s'assure de son bon état en général.

L'axe de la branche et l'axe mm du châssis des rouleaux M , doivent jouer facilement mais il ne doit y avoir aucune intervalle entre leurs pointes. Le plateau G , doit se laisser facilement tourner, mais sans, toutefois, que son axe ait la moindre place de trop. On peut s'assurer qu'il en est ainsi en prenant le plateau par le bord, et en essayant s'il est possible de le lever ou de le baisser; s'il est bien posé, on ne ressent pas la moindre vacillation. Il faut que l'axe du rouleau de mesurage joue facilement, mais on ne doit ressentir aucun branlement lorsque, en tenant d'une main le châssis M , on essaie de l'autre de diriger le rouleau de mesurage vers l'axe. Le cercle divisé du rouleau de mesurage doit être aussi rapproché que

possible du vernier, mais il ne faut pas toutefois qu'il soit en contact avec lui. Le cadran doit jouer facilement, et ne doit exercer aucun empêchement visible sur le mouvement du rouleau de mesurage.

Tous les axes qui se meuvent entre des pointes, tournent dans des chevilles en acier qui peuvent être rapprochées des axes au moyen de vis; les chevilles sont tenues en place par des vis de pression; on desserre donc la vis en question, et on la resserre lorsque la cheville est dans la position qu'il faut, et que l'axe a juste suffisamment de place pour jouer. Chez les planimètres roulants, les pointes de l'axe du plateau S se tournent dans deux plaques d'acier dont la supérieure peut être haussée ou abaissée au moyen des deux vis c c^1 , afin d'assurer le bon fonctionnement de l'axe du plateau; si celui-ci se meut trop facilement, et qu'il ballote, il faut desserrer la vis c , et serrer un peu plus c^1 ; si maintenant l'axe tourne trop difficilement, on n'a qu'à serrer un peu plus c , et si cela ne suffit pas on desserre encore un peu c^1 . Les rouleaux C C_1 chez les planimètres roulants, doivent toujours jouer très-facilement, mais sans liberté superflue, et l'engrenure de la roue dentée conique qui leur est fixée, avec celle sur l'axe du plateau, doit se faire facilement mais sans arrêt visible. Si l'engrenure est trop lâche, on approche un peu les rouleaux avec la roue dentée qui leur est attachée, de l'axe du plateau, au moyen des chevilles d d^1 (Fig. III), et l'on resserre de nouveau les vis de pression qui ont été desserrées, lorsque l'engrenure et le mouvement des rouleaux ont été arrangés.

Après avoir adapté avec précision le mouvement de chaque partie de l'instrument, on essaie de le promener de côté et d'autre sur le papier en le tenant par le bouton du traçoir, pendant que l'on observe le fonctionnement de toutes ses parties afin de se familiariser avec lui. L'instrument doit marcher avec facilité, et on ne doit apercevoir aucun chancellement lorsque la direction est subitement changée.

Pour vérifier l'instrument, on l'examine sous les rapports suivants:

1. Si la lecture sur le rouleau de mesurage est la même, lorsque la même figure est placée dans d'autres positions par rapport à l'instrument, de manière à ce que le rouleau de mesurage parcourt, la première fois, seulement la partie du plateau qui est devant, et la seconde fois seulement celle qui est derrière.
2. Si les indications données sur le tableau pour le vernier sur le collier sont correctes.

ad 1. Pour cette épreuve on se sert de la règle de contrôle qui accompagne l'instrument. Cette règle est une barre de nickel, sur laquelle sont placés des points, à des intervalles de 1cm (ou 1"). Le premier point est percé de part en part et une fine pointe d'aiguille est passée à travers et fixée au moyen d'une vis; l'autre extrémité est taillée en biseau et porte un index qui indique le point de départ de la circonférence, et qui est marqué sur le papier par une ligne légère. Si l'on presse l'aiguille de la règle de contrôle dans le papier, et que l'on place la pointe du traçoir dans l'un des points,

des superficies d'un radius déterminé peuvent être parcourues avec celui-ci. Il faut cependant prendre garde à ce qu'aucune impulsion latérale n'agisse sur le traçoir pendant le contournement; il doit suivre exactement la direction circulaire de la ligne. Pour l'application de la règle de contrôle, voir les Figures projetées VI—IX.

On dispose maintenant l'instrument comme indiqué dans Fig. VI. ou VII, de manière à ce que la surface à parcourir *K* (de 4 ou 5 cm de radius) se trouve à *gauche* de la branche *A*, laquelle doit former un angle droit avec *B*; on marque le point de départ de la circonférence à l'extrémité droite de la règle de contrôle *L*,

Fig. VI.

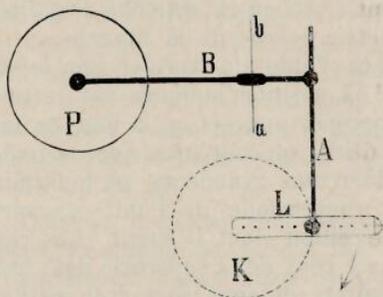
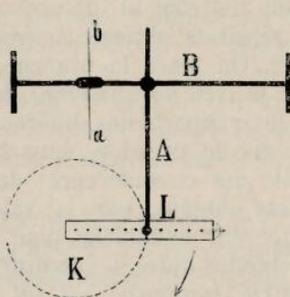


Fig. VII.



on lit sur le cercle divisé du rouleau de mesurage, et l'on note la lecture. Ensuite on contourne soigneusement le cercle dans le sens indiqué par la flèche, on lit de nouveau et l'on soustrait la première lecture de la seconde, ce qui donne la vraie distance d'après l'unité du vernier, autour de laquelle le rouleau de mesurage s'est avancé; on peut répéter plusieurs fois le contournement de la circonférence, en prenant la moyenne des résultats obtenus.

Fig. VIII.

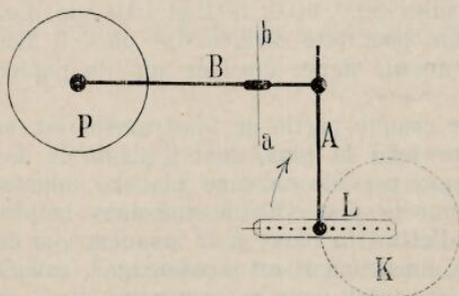
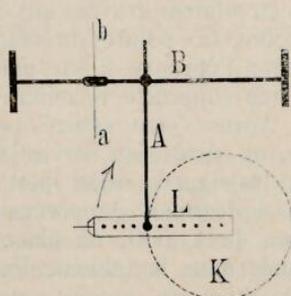


Fig. IX.



Maintenant on place l'instrument dans la position indiquée dans Fig. VIII ou IX, sur la surface *K*, de manière à ce que celle-ci se trouve à *droite* de la branche, et l'on trace la circonférence comme on l'a déjà fait.

Si les résultats obtenus à droite et à gauche de la branche sont de grandeur égale, l'axe du rouleau de mesurage ab est parallèle à la branche A , et on peut passer à l'épreuve 2.

Si, au contraire les résultats sont plus *grands* dans le premier cas (superficie à *gauche* de la branche), il faut éloigner de l'arbre mobile, l'extrémité α de l'axe de la branche; si les résultats sont plus *petits*, il faut l'en rapprocher.

Afin de pouvoir exécuter ces corrections, la cheville de devant m (Fig. I et II) est garnie d'une pointe excentrique; si l'on desserre la vis de pression qui agit sur cette cheville, elle peut se tourner, et par conséquent la partie de devant du châssis M ainsi que l'extrémité α de l'axe du rouleau de mesurage (Fig. VI), peut-être mue un peu de côté et d'autre jusqu'à ce qu'on obtienne l'égalité des deux résultats obtenus à *droite* et à *gauche* de la branche.

2. On place la branche, avec l'aide du vernier sur le collier et de la vis de pression, dans la position indiquée sur le tableau pour les rapports des différentes proportions, et on la fixe, au moyen de la vis de pression, dans le collier; on contourne avec la règle de contrôle des circonférences de différentes grandeurs, on multiplie les résultats obtenus, par la valeur superficielle de l'unité du vernier, indiquée sur le tableau pour la position dont il s'agit. Les chiffres ainsi obtenus doivent s'accorder avec ceux de la superficie déjà trouvée du cercle contourné; si les résultats obtenus sont trop petits par rapport à la superficie de $\frac{1}{n}$ de cette dernière, il faut raccourcir la branche (c'est-à-dire la distance du traçoir à l'axe de la branche) de $\frac{1}{n}$ de sa longueur entière, et dans le cas contraire il faut l'allonger

d'autant. Le vernier sur le collier de la barre donne sur la division de la barre, avec une précision suffisante, la longueur ainsi déterminée, en $\frac{1}{2}$ mm. En entreprenant les épreuves 1 et 2 plusieurs préféreront l'emploi, à la place de la règle, d'une plaque de contrôle.

Celle-ci est un plateau en laiton, de 17 cm de diamètre avec des raies circulaires gravées aux radius 80,0, 60,0, 30,0 et 10,0 mm, dans lesquelles la pointe du traçoir peut être dirigée. De plus, il faut exécuter l'épreuve 2 sur une grande figure dessinée sur du papier, et d'une superficie reconnue.

Après s'être assuré que chaque partie de l'instrument est en règle, on peut s'en servir. On tend le plan, dont il s'agit de mesurer les figures, aussi plat que possible sur une planche unie ou table à dessiner. Supposons que le plan soit dessiné dans la proportion de 1 : 500; on place d'abord la barre à la longueur qui est indiquée dans le tableau dont l'instrument est accompagné, comme „Disposition du vernier sur la barre“ pour la proportion $\frac{1}{500}$, on approche l'instrument de la figure, et l'on s'assure qu'il est possible de la contourner sans difficulté; ensuite on place la branche à un angle droit par rapport à la branche polaire (ou par rapport aux rouleaux), et la pointe du traçoir sur un point de la figure qui est rapproché, et facile à reconnaître, et on lit sur le cadran, le rouleau de mesurage

et leur vernier. Si le premier se trouve entre le 3^{me} et 4^{me} trait de division, le zéro du vernier entre le 5^{me} et 6^{me} trait après le chiffre 6, et que le 5^{me} trait du vernier correspond avec un trait sur le cercle de divisions du rouleau de mesurage, on a comme première lecture le nombre: 3655. Si, après le contournement, le cadran se trouve entre le 16^{me} et 17^{me} trait, le zéro du vernier entre le 7^{me} et 8^{me} trait après le chiffre 7, et que le 8^{me} trait de division du vernier s'accorde avec un trait des divisions du rouleau de mesurage, la seconde lecture sera

16778
moins la première lecture 3655 donne

comme résultat 13123, ceci multiplié par la valeur de surface de l'unité du vernier qui est indiquée sur le tableau, supposons de 0,2 □m, donne $13123 \times 0,2 \text{ □m} = 2624,6 \text{ □m}$ comme superficie de la figure contournée.

Si, pendant le contournement, le zéro du cadran, en arrivant à son aiguille, passe outre, il faut additionner 10,000, 20,000 ou 40,000 avec la seconde lecture, selon que le cadran est chiffré jusqu'à 10, 20 ou 40.

Puisque le cadran doit avoir assez de place pour qu'il n'empêche pas la marche du rouleau, ses traits de division ne correspondent pas toujours exactement avec le zéro des divisions du rouleau; ceci ne produit cependant aucune erreur pour 1000 unités du vernier si l'on observe les règles suivantes; si le vernier du rouleau indique un chiffre un peu au **dessous** du zéro, comme 80, 90, c'est le trait *précédant* du cadran qui vaut; si le vernier se trouve un peu au **dessus** de zéro, comme 10, 20, on prend le trait sur lequel l'aiguille du cadran se trouve comme le premier chiffre dans la lecture.

Si le papier du plan s'est rétréci il faut découvrir sa grandeur, et si la surface, par suite du rétrécissement, est devenue de $\frac{1}{n}$ plus petite, on raccourcit la barre de $\frac{1}{n}$ et le planimètre donne la superficie comme si le papier n'était pas rétréci.

Pour ce qui concerne la conservation de l'instrument, il faut prendre garde à ce qu'aucune partie ne soit faussée par des chutes ou des secousses; il faut conserver le bord du rouleau de mesurage de la rouille en l'essuyant, après l'avoir touché des doigts, avec un chiffon. A tous les endroits ou les axes se frottent, on peut employer de temps en temps un peu d'huile fine.

Si le papier du plateau *G* est sale ou qu'il est devenu trop lisse, on peut le nettoyer en le frottant avec du papier de soie, ou l'on peut le remplacer tout-à-fait, en y collant un nouveau papier avec de la colle de poisson. Pour faire ceci, il faut retirer de leur place le plateau ainsi que son axe; ensuite on dévisse l'axe du

plateau, en introduisant une petite fiche dans le trou au centre de l'axe; en attendant (pour garder contre l'endommagement du rouleau de mesure) le châssis est supporté par un bout de carton etc.

IV. COMPARAISON D'EXACTITUDE ENTRE LES DIFFÉRENTES CONSTRUCTIONS DE PLANIMÈTRES.

La classification suivante de l'étendue des erreurs chez les différents planimètres, est fondée sur les recherches vastes et approfondies de Monsieur Prof. Lorber à la Bergacadémie royale et impériale de Leoben; elle s'accorde avec les résultats des expériences d'autres autorités, et montre d'une manière satisfaisante la grande supériorité du planimètre de Hohmann-Coradi.

Mesure de superficie	La moyenne de l'erreur de la circonférence, dans une section de la superficie, est, chez le :				
	planimètre ordinaire. unité du vernier	planimètre linéaire deStarke unité du vernier	planimètre suspendu unité du vernier	planimètre roulant	
	10 □ mm	1 □ mm	1 □ mm	1 □ mm	0,5 □ mm
10	1/75	1/588	1/625	1/625	1/1000
20	1/148	1/1000	1/1111	1/1000	1/2000
50	1/355	1/1852	1/2500	1/2000	1/3000
100	1/682	1/2857	1/4167	1/3333	1/5000
200	1/1274	1/4255	1/7143	1/5128	1/7693
300	—	—	1/9375	1/8000	1/10000

