

UTILISATION DU PLANIMETRE ROULANT A DISQUE CORADI

NOTE DE LABORATOIRE DE M. VANCAMPEN

MESURES DES AIRES PAR DES METHODES SIMPLES

Si l'on peut reporter la surface sur un quadrillage on la mesurera approximativement en comptant le nombre de carreaux entiers situés à l'intérieur de son contour et en y ajoutant la moitié du nombre de carreaux coupés par celui-ci.

On obtient une mesure un peu plus précise en découpant le contour de la surface et en comparant le poids du gabarit ainsi obtenu au poids d'une feuille du même papier ayant une surface connue. On peut également utiliser le calque sur du papier millimétré de poids par unité de surface connu.

MESURES DES AIRES PAR PLANIMETRAGE

Considérons une surface bordée par une courbe dont l'équation est

$$y = f(x) \quad \text{ou} \quad r = f(\varphi)$$

L'aire de cette surface est donnée par :

$$A = \int y \, dx \quad \text{ou} \quad A = 1/2 \int r^2 \, d\varphi$$

Ces intégrales se mesurent au moyen d'une roulette intégrante correctement dirigée. Les appareils qui servent à cet usage sont des planimètres ou des intégrateurs à bille. Il existe plusieurs types de planimètres :

- le planimètre à hachette du danois Prytz en 1886.
- le planimètre polaire de Amsler en 1854 qui est formé de deux bras articulés; l'un pivotant autour d'un axe fixe et l'autre permettant de suivre le tracé d'une courbe. Le bras traceur porte une roulette intégrante dont l'axe est rigoureusement parallèle au bras traceur et qui prend appui sur la feuille.

Si le pôle fixe est extérieur à la surface l'aire A est proportionnelle à la rotation totale de la roulette :

$$A = k ( \vartheta_2 - \vartheta_1 )$$

$k$  : C<sup>te</sup> de l'appareil  
 $\vartheta_1$ : position initiale de la roulette  
 $\vartheta_2$ : position finale de la roulette

Si le pôle fixe est intérieur à la surface l'aire est :

$$A = k ( \vartheta_2 - \vartheta_1 + \vartheta_0 ) \quad \vartheta_0 : \text{C}^{\text{te}} \text{ de l'appareil}$$

- le planimètre linéaire est une amélioration du planimètre polaire; il est composé d'un bras traceur qui pivote autour d'une articulation qui peut se déplacer librement le long d'une droite. Le guidage de cet axe libre peut être réalisé soit par chariot roulant le long d'une règle soit par rouleau se déplaçant parallèlement à l'axe des X.

Le planimètre linéaire peut être considéré comme le cas limite du planimètre polaire lorsque le pôle est rejeté à l'infini. L'aire est donc toujours donnée par  $A = k ( \vartheta_2 - \vartheta_1 )$  .

- le planimètre à disque résume les perfectionnements du planimètre polaire et du planimètre linéaire. La roulette au lieu de se mouvoir sur la feuille de dessin prend appui sur un disque mobile.

Dans le cas du planimètre polaire à disque la rotation du disque est causée par celle du bras polaire et lui est proportionnelle.

Dans le cas du planimètre linéaire à disque la rotation du disque est créée par la translation du support de l'axe et lui est proportionnelle. Lorsque ce support est un rouleau, on utilise la rotation du rouleau lui-même. Lorsque ce support est un chariot, la règle de base est munie d'une crémaillère ou bien le chariot est muni d'une roue spéciale qui, en se déroulant sur le papier, fait tourner le disque.

Les formules donnant les surfaces sont :

$$A = k (\theta_2 - \theta_1) \quad \text{pour le pôle externe/}$$

$$A = k (\theta_2 - \theta_1 + \theta_0) \quad \text{pour le pôle interne.}$$

Le planimètre roulant à disque CORADI est dérivé du planimètre polaire à disque et du planimètre roulant à sphère.

#### DESCRIPTION DE L'APPAREIL

Le planimètre roulant à disque se compose :

1°- d'un châssis (1) supporté par deux rouleaux (R) et (R') réunis par un axe (2) dont ils sont solidaires. Sur le rebord intérieur du rouleau (R') se trouve un engrenage (3) très finement taillé destiné à la transmission des mouvements longitudinaux de l'instrument.

.../...

2°- du bras moteur (4) supporté par le châssis (1) par l'intermédiaire de l'entretoise (5) fixée elle-même au centre de ce dernier par un axe (6).

Le bras moteur (4) gradué en 1/2 mm peut coulisser dans deux glissières (7 et 8) pratiquées à la partie inférieure de l'entretoise (5) ce qui permet de modifier sa longueur à volonté et de l'ajuster à toutes les échelles. De plus, il est muni d'un système micrométrique (9) permettant d'apprécier le 1/20 de mm. A l'extrémité du bras moteur (4) se trouve la loupe de contournement (10) dite "loupe saphir".

3°- du cadre (11) fixé à la partie supérieure de l'entretoise (5) par deux vis qui lui servent d'axe. Ce cadre supporte l'appareil enregistreur composé de la roulette intégrante (12) avec son vernier (13) et du disque totalisateur (14). Il peut être relevé en pivotant sur son axe, ce qui facilite le nettoyage de l'instrument.

4°- du disque tournant (15) supporté par le châssis (1) par l'intermédiaire de son axe vertical (16). Cet axe porte un petit pignon (17) qui vient engrener élastiquement avec la couronne dentée (3) du rouleau (R') et transmet ainsi les mouvements de ce dernier au disque (15).

Ce disque dont le plan présente une surface parfaitement unie sert de champ d'évolution à la roulette intégrante (12); c'est lui qui la supporte et lui transmet ses mouvements. Une vis de pression (18) permet de bloquer le chariot. Les vis moletées (19 et 20) permettent respectivement d'interrompre le contact de l'axe -(16) du disque (15) avec la couronne dentée (3) et celui de la roulette intégrante (12) avec la surface du disque (15).

Ces précautions sont nécessaires

.../...

lorsque l'instrument est au repos, pendant l'ajustage du bras moteur et le nettoyage des différents organes.

#### FONCTIONNEMENT DU PLANIMETRE

Pour se servir du planimètre roulant à disque on se place <sup>sur le plan</sup> et on suit avec la loupe de contournement (10) le périmètre de la surface considérée. Pendant cette opération les rouleaux R et R' se déplacent selon l'axe de l'instrument (axe des x) transmettant ainsi leurs mouvements au disque (15).

Le disque tournant (15) transmet lui-même ses mouvements à la roulette intégrante (12) par simple contact; l'amplitude de ces mouvements est fonction de la distance de la roulette intégrante au centre du disque (15) et partant de l'angle fait par le bras moteur avec l'axe des x.

Enfin la roulette intégrante transmet son mouvement au disque totalisateur (14) par l'intermédiaire de la vis sans fin (21) qui se trouve sur son axe.

Après le contournement il suffit de relever sur l'appareil enregistreur la valeur de la surface cherchée.

#### CHOIX DE L'EMPLACEMENT DE LA MESURE

La mesure doit être effectuée sur une surface plane exempte d'aspérités de préférence une plaque de verre qui facilite la fixation de la figure.

#### CHOIX DE LA POSITION DU BRAS MOTEUR (4)

La longueur du bras est de 300mm sans la rallonge et de 550mm avec la rallonge.

La position du bras moteur (4) définit la valeur de l'unité du vernier (13) de la roulette intégrante. Un tableau situé dans le couvercle de la boîte de l'appareil donne quelques valeurs de l'unité de vernier pour différentes positions du bras moteur. En fait il est possible de prendre n'importe quelle valeur entre 0,4 et 2 mm<sup>2</sup>. On peut même tracer la droite valeur de l'unité de vernier en fonction de la position du bras moteur en joignant les points des valeurs ci-dessous :

Position du bras dans le repère micrométrique (9)	Valeur de l'unité du vernier (13)
995,3	2 mm <sup>2</sup>
796,0	1,6
627,6	1,25
497,0	1,0
397,5	0,64
310,7	0,625
247,8	0,5

La position du bras moteur régit également la capacité de contournement de l'appareil; en effet, le mouvement angulaire du bras moteur est de 30° à droite et à gauche de sa position de base normale à l'axe des rouleaux. On a intérêt à choisir la plus petite longueur du bras moteur permettant de contourner la surface, la largeur maximum de contournement étant égale à la longueur du bras moteur, soit 550mm. On peut donc mesurer des surfaces de longueur infinie et de largeur égale à la longueur du bras moteur.

MODE OPERATOIRE

- 1- Placer le planimètre sur une surface plane.
- 2- Mettre le bras moteur à la position désirée selon la surface à mesurer.
- 3- Amener le système enregistreur - disque totalisateur - roulette intégrante - vernier - à zéro, en manoeuvrant la roulette intégrante à la main (il faut pour cela relever le cadre (11) qui pivote sur son axe) et éviter le contact du disque (15) avec la roulette intégrante en vissant la vis moletée (20).
- 4- Manoeuvrer le bras moteur (4) pour amener l'axe horizontal de la roulette intégrante (12) en face du point repère situé à l'extrémité de l'index (22); le bras moteur, axe des x, fait ainsi un angle de  $90^{\circ}$  avec l'axe des rouleaux (axe des y).
- 5- Choisir une origine arbitraire en bordure de la surface à mesurer et amener cette origine en coïncidence avec le repère de la loupe de contournement (10).
- 6- Les vis (18) (19) (20) débloquées permettant l'engrenage, effectuer le contournement de la surface avec la loupe.
- 7- Prélever les positions du disque totalisateur (millier), de la roulette intégrante (centaine et dizaine) et du vernier de la roulette intégrante (unité); après retour à l'origine arbitraire. Selon la position du bras moteur (4), multiplier la lecture par la valeur A de l'unité de vernier pour avoir la surface en  $\text{mm}^2$ .

EXEMPLE :

On opère avec le disque étalon livré avec l'appareil. On détermine la surface totale.

Rayon 58 mm             $S = 58 \times 58 \times 3,1416 = 10\,568 \text{ mm}^2$

Position du bras moteur (4) : 497,0 =

Valeur de l'unité du vernier (13) : 1 mm<sup>2</sup>

Lecture : 10.526

Précision absolue : 0,4%

Destinataires : DM/CS/CC M. DELMAS

Mme CONTE

GEP MM.GAYET

BRAUN

CHARPENTIER

VANCAMPEN

CHABANIER



SCHÉMA DE PRINCIPE  
DU PLANIMÈTRE "CORADI"

