

Institut Mécano-Mathématique

G. Coradi

ZURICH 6

(Suisse)



Catalogue d'orientation

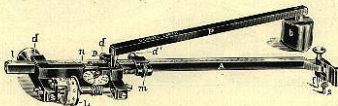
N° 37

PLANIMÈTRES POLAIRES A COMPENSATION N° 35, 36 et 37 de haute précision



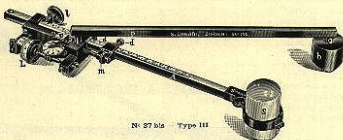
N° 35 - Type I

Ce type de planimètre est construit pour une seule unité de vernier que le client peut choisir entre 8 et 10 mm². Le bras moteur est fixe et ajusté sur une seule échelle. Il porte le traçoir à support réglable.



N° 36 - Type II

Ce planimètre est ajustable à toutes les échelles. L'unité du vernier peut varier, selon l'échelle choisie, de 10 à 2 mm². Le bras moteur mobile est gradué en 1/10 mm et muni d'un vernier à vis micrométrique permettant d'apprécier le 1/20 de mm. Le traçoir réglable peut être remplacé, sur demande, par une loupe "SAPHIR" (N° 36 bis).



N° 37 bis - Type III

Le planimètre N° 37 présente les mêmes caractéristiques que le précédent, mais comporte en plus un dispositif permettant de corriger le non parallélisme de l'axe de la roulette intégrante avec le bras moteur. Le dispositif de contournement à traçoir est remplacé sur demande par une loupe "SAPHIR" (N° 37 bis).

Nombres et types		35 - I	36 - II	37 - III
Valeur de l'unité du vernier	maximum	10 mm ²	10 mm ²	10 mm ²
	minimum	2 mm ²	2 mm ²	2 mm ²
Degré de précision	Longueur	1.000	1.000	1.000
	Construction	100 mm	100 mm	100 mm
Bras moteur	Graduation	1/10 mm	1/10 mm	1/10 mm
	avec vis micro-métrique	1/20 mm	1/20 mm	1/20 mm
Bras polaire	a) fixe Longueur	400 mm	400 mm	400 mm
	b) ajustable Longueur variable de	150 à 200 mm	150 à 200 mm	150 à 200 mm

LA LOUPE "SAPHIR"

Nouveau dispositif de contournement des Planimètres CORADI

La LOUPE "SAPHIR", représentée ci-dessous, est constituée par un cylindre en verre massif formant lentille grossissante. D'une seule pièce, elle est d'une grande solidité et n'exige pas de soins particuliers. Son système optique ne comporte aucune cavité ni interstice où la poussière pourrait se loger. Les démontages et nettoyages habituels des lentilles composées sont donc radicalement supprimés.

La loupe porte — encastré au centre de sa base — un saphir qui sert de traqueur et de repère. Cette disposition évite tout contact entre la lentille et le plan sur lequel elle ne repose que par la

base du saphir. Ce dernier, pierre précieuse naturellement inusable, empêche la lentille de se rayer et de se ternir, ce qui se produirait inévitablement avec tout autre dispositif.

La loupe repose par le saphir toujours directement sur la surface du plan et ne produit donc ni parallaxes ni faux-jour.

Le saphir apparaît dans

l'axe vertical de la lentille sous la forme d'un petit cercle avec un point de repère au centre par lequel doit passer la ligne à suivre.

Le grossissement obtenu par la loupe étant dans le rapport de 1 à 2, les contournements peuvent être exécutés plus rapidement et avec une grande précision tout en évitant la fatigue des yeux.

Le champ visuel de la loupe est sensiblement plus grand que le petit cercle de repère formé par le saphir. Il est donc aisé de voir à temps les changements de directions ou les intersections des lignes.

La surface latérale de la LOUPE "SAPHIR" est diaphane; elle diffuse régulièrement

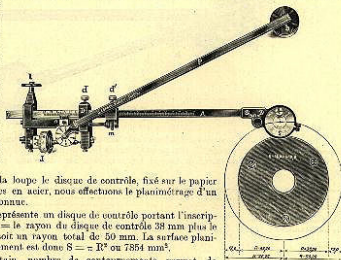
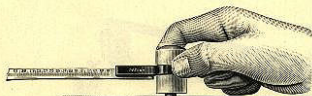
la lumière quel que soit le sens de l'éclairage et sa position dans la main de l'opérateur. Ce dernier peut donc suivre avec beaucoup de facilité et sans fatigue la ligne à contourner directement sur le plan et à une distance qui convient normalement à sa vue.

Tous les Planimètres CORADI équipés avec la LOUPE "SAPHIR" sont livrés avec un disque de contrôle.

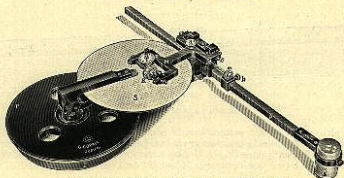
En contournant avec la loupe le disque de contrôle, fixé sur le papier par deux pointes très fines en acier, nous effectuons le planimétrage d'un cercle dont la surface est connue.

La figure ci-dessous représente un disque de contrôle portant l'inscription $R = 38 + 12 \text{ mm}$. R = le rayon du disque de contrôle 38 mm plus le rayon de la loupe 12 mm, soit un rayon total de 50 mm. La surface planimétrée à chaque contournement est donc $S = \pi R^2$ ou 7854 mm².

L'exécution d'un certain nombre de contournements permet de contrôler la précision du Planimètre.



PLANIMÈTRES POLAIRES A DISQUE N° 33 et 34 de très haute précision



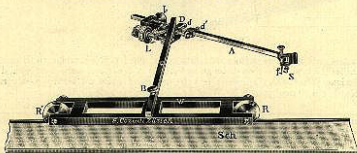
Planimètre polaire à disque N° 33 avec loupe "SAPHIR"

Le planimètre N° 33 a l'avantage considérable d'assurer une indépendance complète de la roulette intégrante et de la surface du plan sur lequel est tracée l'aire à mesurer. Les causes d'erreur provenant des inégalités du papier telles que : rugosités, plis, déchirures, etc., sont donc complètement supprimées. La roulette intégrante se ment sur un disque mobile, entraîné par le bras polaire et son déroulement se trouve ainsi multiplié par un coefficient connu, ce qui accroît encore la précision de l'instrument. Le disque est recouvert d'un papier spécial parfaitement uni. L'unité du vernier varie entre 2 et 0,5 mm² ce qui permet l'évaluation de sections d'aire minime. La surface maximum pouvant être embrassée est de 40 cm de longueur et de 25 cm de largeur. Le dispositif de contournement peut être à traçoir ou avec loupe "SAPHIR" (N° 33 bis).

Les caractéristiques du planimètre N° 34 sont les mêmes, mais avec indication des constantes pour la position du pôle à l'intérieur de la figure à mesurer.

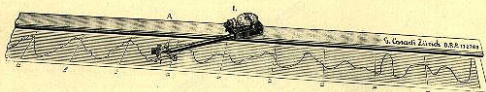
Valeur de l'unité du vernier	maximum	2 mm
	minimum	0,5 mm
Degré de précision	Longueur	4000
	Graduation	20 mm
Bras moteur	Construction	à vis micrométrique
Bras polaire : longueur		170 mm
Disque polaire : diamètre		150 mm

PLANIMÈTRES A CHARIOT N° 37d



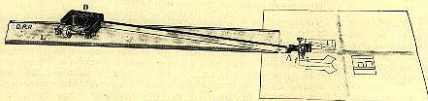
Cet instrument est composé de l'un des planimètres N° 35, 36 ou 37 (voir page 3) et d'un chariot mobile dans la rainure rectiligne d'une règle-guide de 150 ou 200 cm de longueur. La capacité de contournement est proportionnelle à la longueur de cette règle.

PLANIMÈTRES A RÈGLE ET A AUTO-COMPENSATION N° 37e à 37k de haute précision



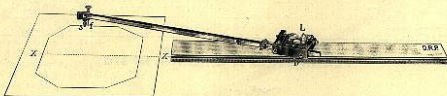
Planimètres à règle N° 37e et 37f.

Ce type de planimètre convient particulièrement pour l'évaluation des diagrammes enregistrés sur des bandes d'une grande longueur. Le bras moteur est fixe. La valeur de l'unité du vernier est de 20 mm² pour le N° 37e et de 10 mm² pour le N° 37f. Le disque compteur enregistre jusqu'à 100 révolutions de la roulette intégrante. La règle a une longueur de 150 ou 200 cm.



Planimètres à règle N° 37g et 37h.

Le bras moteur est ajusté pour une seule échelle. La valeur de l'unité du vernier est de 10 mm² pour le N° 37g et de 20 mm² pour le N° 37h. Le disque compteur enregistre jusqu'à 10 tours de la roulette intégrante. La longueur de la règle est respectivement de 24 cm et de 48 cm.



Planimètres à règle N° 37i et 37k.

Ces planimètres présentent les mêmes caractéristiques que les précédents, mais ils sont ajustables à toutes les échelles. Le bras moteur est de longueur variable et divisé en $\frac{1}{2}$ mm. Il est muni d'un vernier à vis micrométrique permettant d'apprécier le $\frac{1}{20}$ de mm. L'unité du vernier peut varier, suivant l'échelle adoptée, de 4 à 10 mm² pour le N° 37i et de 5 à 20 mm² pour le N° 37k.

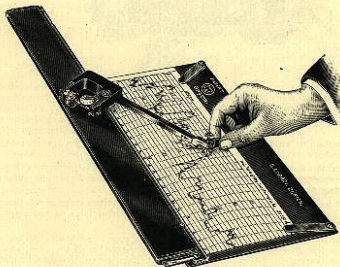
Numéros des Planimètres		37e		37f		37g		37h		37i		37k	
Types		I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II
Valeur de l'unité du vernier.....mm		20	20	40	40	10	15	20	25	10 ± 2	15 ± 2	30 ± 2	35 ± 2
Bras moteur	Longueur.....mm	200	250	167	101	167	250	314	347	167	250	314	347
	Graduation.....	—	—	—	—	—	—	—	—	0,2 mm	0,2 mm	0,2 mm	0,2 mm
	Construction.....	fixe	fixe	fixe	fixe	fixe	fixe	fixe	fixe	mobile	mobile	mobile	mobile
Règle: Longueur.....mm		150	200	150	200	240	300	300	350	240	280	300	400

PLANIMÈTRES A DIAGRAMMES N° 39

de haute précision

Ces planimètres ont été spécialement construits pour l'étude des diagrammes d'enregistreurs qu'ils permettent de mesurer avec une grande facilité et un maximum de sécurité. La roulette intégrante se meut sur une règle-guide en acier, dont la surface, rigoureusement plane, est recouverte d'un papier spécial. Elle évolue donc toujours sur le même plan, en toute indépendance de la feuille du diagramme. La règle-guide est complétée par une tablette de fixation de la feuille à diagramme. Il suffit de rabattre un levier à excentrique pour qu'elle soit fixée sur toute sa longueur entre la règle et la tablette. La partie opposée de la feuille est maintenue au moyen de deux pinces à ressort. Les résultats accusés par ces planimètres sont parfaitement exacts et il est possible de faire avec une grande précision des mesures comparatives sur plusieurs diagrammes.

Les valeurs d'unité du vernier des planimètres N° 39 varient, suivant le type, de 5 à 25 mm². Le tableau ci-dessous donne les caractéristiques des 38 différents modèles permettant de planimétrer des diagrammes de dimensions comprises entre 70×150 et 330×1125 mm.



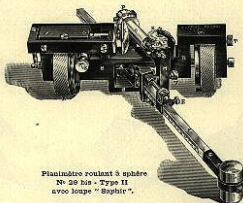
TYPE	Modèle	Valeur de l'unité du vernier	Dimensions des diagrammes Longueur : Largeur	TYPE	Modèle	Valeur de l'unité du vernier	Dimensions des diagrammes Longueur : Largeur	TYPE	Modèle	Valeur de l'unité du vernier	Dimensions des diagrammes Longueur : Largeur
I	101	5 mm ²	50 mm : 150 mm	III	303	30 mm ²	150 mm : 250 mm	V	503	25 mm ²	250 mm : 425 mm
	102	"	" : 200 "		304	"	" : 300 "		504	"	" : 500 "
	103	"	" : 250 "		305	"	" : 350 "		505	"	" : 600 "
	104	"	" : 300 "		306	"	" : 400 "		506	"	" : 705 "
	105	"	" : 350 "		307	"	" : 450 "		507	"	" : 1000 "
	106	"	" : 400 "		308	"	" : 1125 "		508	"	" : 1125 "
	107	"	" : 450 "								
	108	"	" : 500 "								
II	203	10 mm ²	100 mm : 325 mm	IV	403	55 mm ²	250 mm : 500 mm	VI	603	25 mm ²	500 mm : 1125 mm
	204	"	" : 500 "		404	"	" : 500 "		604	"	" : 500 "
	205	"	" : 620 "		405	"	" : 600 "		605	"	" : 620 "
	206	"	" : 705 "		406	"	" : 700 "		606	"	" : 705 "
	207	"	" : 800 "		407	"	" : 800 "		607	"	" : 1000 "
	208	"	" : 1125 "		408	"	" : 1125 "		608	"	" : 1125 "

PLANIMÈTRES ROULANTS A SPHÈRE N^{os} 29 et 30

de très haute précision

La particularité de ce type de planimètre réside dans son système d'intégration constitué par une calotte sphérique et un cylindre, dit cylindre intégrant, maintenus en contact. Grâce à l'application de ce principe, les mouvements parasites dus aux lignes de glissement peuvent être considérés dans les Planimètres roulants à sphère comme négligeables; ils ne sauraient donc constituer pratiquement une source d'erreurs.

Les mouvements longitudinaux du planimètre sont transmis à une calotte sphérique mathématiquement exacte par l'intermédiaire d'un axe dont l'extrémité comporte un pignon en contact avec un engrenage taillé sur le bord intérieur d'un des deux rouleaux supportant le chariot. L'amplitude des mouvements transmis par la calotte sphérique est directement proportionnelle aux



Planimètre roulant à sphère
N^o 29 bis - Type II
avec loupe "Saphir".

déplacements angulaires du bras moteur et, partant, au sinus de l'angle que fait ce dernier avec l'axe des x. La calotte sphérique actionne par simple friction le cylindre intégrant qui communique ses mouvements directement par vis sans fin à l'appareil enregistreur.

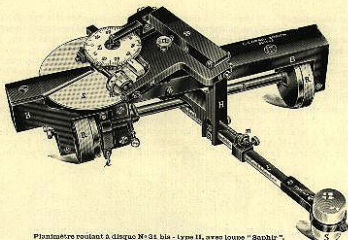
Le bras moteur mobile est gradué en $\frac{1}{2}$ mm et équipé avec un vernier à vis micrométrique permettant l'appréciation au $\frac{1}{20}$ de mm. Il porte en outre le traçoir à support réglable ou une loupe "SAPHIR" (N^{os} 29 bis et 30 bis).

Ces planimètres, de la plus haute précision, sont très précieux pour les savants et techniciens qui ont à évaluer des aires très diverses au point de vue de leur étendue. En effet, grâce aux unités de vernier très petites (variant de 0,32 à 2 mm²), on peut évaluer des sections d'aire minime. On peut également, en une seule opération, mesurer des surfaces de longueur quelconque et de largeur égale à la longueur du bras moteur puisque celui-ci peut dans ses positions extrêmes faire à droite et à gauche un angle de 30° avec l'axe des x.

DIMENSIONS ET CARACTÉRISTIQUES	N ^o 29		N ^o 30	
	PETIT MODÈLE		GRAND MODÈLE	
	Type I	Type II	Type III	Type IV
Valeur de l'unité du vernier	0,80 mm ²	1,60 mm ²	4,00 mm ²	2,00 mm ²
Degré de précision	0,25 mm ²	0,50 mm ²	0,40 mm ²	0,80 mm ²
Bras moteur	Longueur sans rallonge	1200	1000	1500
	Longueur avec rallonge	240 mm	300 mm	350 mm
	Graduation en	—	—	—
Soutènement des rouleaux	Construct.	42 mm	42 mm	42 mm
	Graduation en	—	—	—
Capacité de contournement	Largeur	95 mm	130 mm	130 mm
	Longueur	95 mm	230 mm	230 mm
	Illimitée	Illimitée	Illimitée	Illimitée

PLANIMÈTRES ROULANTS A DISQUE N^{os} 31 et 32

de très haute précision

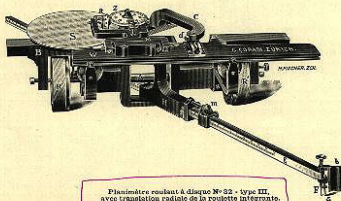


Planimètre roulant à disque N° 31 bis - type II, avec loupe "Saphir".

Dérivés du planimètre polaire à disque et du planimètre roulant à sphère, les planimètres roulants à disque possèdent les caractéristiques particulières à ces deux instruments, ce qui leur assure une très grande précision. Ils possèdent les mêmes qualités d'emploi que les planimètres roulants à sphère, mais les organes intégrants (calotte sphérique et cylindre) ont été remplacés par ceux du planimètre polaire à disque (disque et roulette) qui sont plus robustes.

La longueur du bras moteur, lequel est gradué en $\frac{1}{2}$ mm avec vernier à vis micrométrique, peut être modifiée à volonté afin d'utiliser une échelle quelconque. Le dispositif de contournement comporte un traçoir à support réglable ou, sur demande, une loupe "SAPHIR" (N° 31 bis).

Le principe même des planimètres roulants à disque leur assure de grandes possibilités de contournement. On peut, en effet, grâce aux unités du vernier très réduites ($0,4$ à 2 mm²), mesurer aussi bien des surfaces très petites que des surfaces de longueur quelconque et de largeur égale à la longueur du bras



Planimètre roulant à disque N° 32 - type III, avec transposition radiale de la roulette intégrante.

moteur. L'angle maximum de rotation du bras moteur est de 30° à droite et à gauche de sa position moyenne.

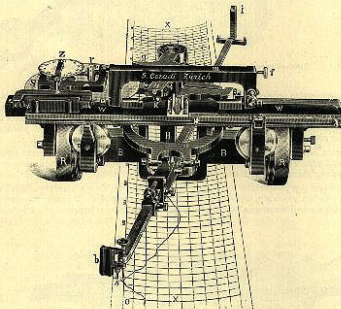
La très haute précision et la parfaite maniabilité des planimètres roulants à disque donnent à ces instruments des possibilités d'emploi des plus nombreuses dans le domaine des sciences et celui de la technique.

Le planimètre roulant à disque N° 32 - type III est dans son ensemble semblable au planimètre N° 31. Il en diffère cependant par un dispositif qui constitue un perfectionnement important du fait de la translation radiale de la roulette intégrante. Cette dernière est ainsi soustraite aux glissements qui pourraient résulter de la position oblique de son plan par rapport au rayon du disque mené par le point de contact. Les angles de rotation enregistrés sont donc rigoureusement proportionnels à $\sin \alpha$.

Le bras moteur, d'une seule pièce, a une longueur de 550 mm. Il peut tourner de 45° de chaque côté de sa position moyenne (axe des x), ce qui permet d'évaluer par un seul contournement une aire de longueur illimitée et d'une largeur de 780 mm.

Le planimètre roulant à disque N° 32 - type IV peut être utilisé pour évaluer toutes les aires, mais il a été construit tout particulièrement pour l'intégration des diagrammes d'enregistreurs dont les ordonnées sont des arcs de cercle. Il donne les intégrales $\int \sin x \, dx$ et $\int \arcsin x \, dx$. Il est semblable au planimètre N° 32 - type III, présente les mêmes caractéristiques et donne la même précision.

Le premier instrument de ce type a été construit pour le Chemin de Fer Métropolitain de Paris.



Planimètre roulant à disque N° 32 - type IV.

DIMENSIONS ET CARACTÉRISTIQUES		N° 31		N° 32	
		Type I	Type II	Type III	Type IV
Valeur de l'unité du vernier	maximum	1,00 mm ²	2,00 mm ²	2,00 mm ²	2,00 mm ²
	minimum	0,40 mm ²	0,40 mm ²	1,00 mm ²	1,00 mm ²
Degré de précision		1/3000	1/3000	1/3000	1/3000
Bras moteur	Longueur sans rallonge	500 mm	500 mm	500 mm	500 mm
	Longueur avec rallonge	—	550 mm	—	—
	Construction	122 mm	112 mm	112 mm	112 mm
Écartement des rouleaux		170 mm	170 mm	192 mm	192 mm
Capacité de contournement	Longueur	100 mm	350 mm	780 mm	780 mm
	Largeur	illimitée	illimitée	illimitée	illimitée

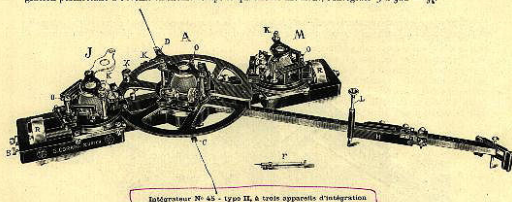
INTÉGRATEURS ou PLANIMÈTRES A MOMENTS N° 45 de très haute précision

L'Intégrateur N° 45 à trois appareils d'intégration permet d'obtenir, simultanément et par un seul contournement d'une figure, les résultats numériques des intégrales suivantes :

$$\begin{aligned} \int y dx &= y_1 = \text{aire} \\ \int xy dx &= y_2 = \text{moment statique} \\ \int x^2 y dx &= y_3 = \text{moment d'inertie} \end{aligned}$$

par rapport à un axe quelconque.

Sur demande ce type d'instrument peut également être construit avec un quatrième appareil d'intégration permettant d'obtenir en même temps le quatrième moment, l'intégrale $\int x^3 y dx = y_4$.



Intégrateur N° 45 - type II, à trois appareils d'intégration

Le déplacement de tout l'instrument a lieu au moyen d'un chariot monté sur rouleaux, comme les planimètres roulants. Il permet de contourner en une seule fois des figures jusqu'à 660 mm de largeur et d'une longueur quelconque. Sur demande, l'instrument peut être livré avec un bras moteur plus long permettant de contourner des figures jusqu'à 1000 mm de largeur.

Les roulettes intégrantes ne sont jamais en contact avec le plan du dessin. Elles sont actionnées par l'intermédiaire de sphères en verre dépoli recevant leur mouvement de galets en acier enclashés sur l'arbre des rouleaux du chariot. Cette construction élimine les erreurs dues aux inégalités du papier et offre, de plus, l'avantage considérable de réduire au minimum les lignes de glissement des roulettes intégrantes qui, dans certains intégrateurs, sont une des principales sources d'erreurs.

La précision des résultats obtenus avec les Intégrateurs CORADI est largement suffisante, car elle est toujours supérieure à la précision graphique des dessins utilisés.

Grâce à leur haute précision, leur parfaite maniabilité et à leur grande possibilité de contournement, les Intégrateurs N° 45 sont de précieux auxiliaires des Bureaux d'Etudes et des Services Techniques. Ils permettent de remplacer de longs et fastidieux calculs par une opération mécanique facile et rapide.

DIMENSIONS ET CARACTÉRISTIQUES		Type I	Type II	Type III
Nombre des appareils d'intégration.....		deux	trois	quatre
Bras moteur { Longueur d'ajutage.....		30 à 300 mm	50 à 600 mm	80 à 720 mm
Capacité d'étagage.....		en mm	en mm	en mm
Mouvement angulaire.....		1/10°	1/10°	1/10°
Capacité de contournement { Longueur minimum.....		60 mm	100 mm	100 mm
Capacité de contournement { Longueur maximum.....		100 mm	100 mm	100 mm
Contourment des rouleaux.....		600 mm	600 mm	700 mm

INTÉGRAPHES N° 40 et 41

de haute précision

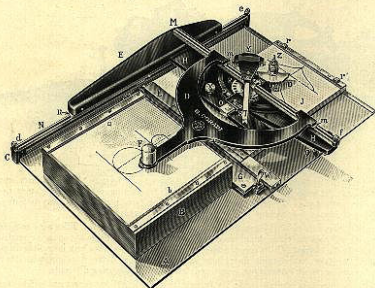
Les planimètres et intégrateurs fournissent la valeur numérique d'une intégrale par lecture directe sur un appareil enregistreur; mais ils n'indiquent pas la loi suivie par l'intégration et ne font connaître que le résultat final.

Les Intégraphes, au contraire, *tracent* une courbe, dite *courbe intégrale*, qui, à chaque instant, définit la valeur de l'intégrale à calculer, tout en permettant de suivre les variations de l'intégration.

Une courbe $y = f(x)$ étant donnée, l'intégraphes tracera directement et d'une manière continue la courbe intégrale dont l'équation est :

$$Y = \int_0^x y dx + C, \quad C, \text{ étant une constante arbitraire.}$$

En coordonnées curvilignes, le coefficient angulaire de la tangente en un point de la courbe intégrale est proportionnel à l'ordonnée correspondante de la courbe donnée, dite courbe dérivée. Cette propriété



Intégraphes à plateau N° 40 - type I.

a été utilisée dans la construction des Intégraphes CORADI qui permettent ainsi d'obtenir directement par des contournements successifs, simultanément les représentations graphiques (courbes) et les valeurs numériques des intégrales :

$$\begin{aligned} f f(x) dx &= f y dx = y_1 \\ f y_1 dx &= f x y dx = y_2 \\ f y_2 dx &= f x^2 y dx = y_3 \\ f y_3 dx &= f x^3 y dx = y_4 \\ &\dots\dots\dots \\ f y_n dx &= x^n y dx = y_{n+1} \end{aligned}$$

Dans ces appareils, une roulette à profil aigu est maintenue suffisamment pressée sur une surface d'appui. Elle se déplacera ainsi toujours dans la direction de son plan dont l'orientation est constamment

parallèle à une droite appelée directrice de l'intégration et dont le coefficient angulaire reste dans un rapport constant avec les longueurs d'ordonnées de la courbe à intégrer.

Un tire-ligne ou un porte-mine, fixé au cadre de la roulette, trace alors sur le plan d'appui la courbe intégrée à une échelle connue que l'on peut faire varier à volonté.

Les Intégraphes à plateau N° 40 sont particulièrement intéressants à utiliser pour l'intégration de petites figures. La roulette intégrante de ces instruments n'a pas de mouvements de translation ; elle s'oriente simplement et c'est la table d'appui qui se déplace.

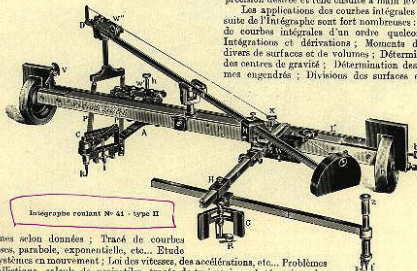
Les Intégraphes N° 42 — employés surtout pour les courbes de grandes dimensions — sont montés sur des rouleaux qui leur permettent de parcourir en ligne droite une étendue quelconque sur un plan d'appui fixe. La roulette, portée par un bras relié à un chariot intégrateur, se déplace sur ce plan tout en s'orientant parallèlement à la directrice de l'intégration.

Sur demande les Intégraphes CORADI peuvent également être munis d'un dispositif spécial permettant la différentiation graphique. On obtient alors directement :

$$Y = \frac{dy}{dx} = f'(x); Y_1 = \frac{d^2y}{dx^2} = f''(x); Y_2 = \frac{d^3y}{dx^3} = f'''(x) \dots \text{etc.}$$

Le tracé de la courbe différentielle est constitué par un pointillés plus ou moins rapproché suivant la précision désirée et relié ensuite à main levée.

Les applications des courbes intégrales et par suite de l'intégraphie sont fort nombreuses : Tracé de courbes intégrales d'un ordre quelconque ; Intégrations et dérivations ; Moments d'ordre divers de surfaces et de volumes ; Détermination des centres de gravité ; Détermination des volumes engendrés ; Divisions des surfaces et des



volumes selon données ; Tracé de courbes diverses, parabole, exponentielle, etc... Etude

des systèmes en mouvement ; Loi des vitesses, des accélérations, etc... Problèmes de balistique, calculs de projectiles, tracés de trajectoires ; Intégrations des équations différentielles ; Problèmes d'électricité, courbes de potentiel, de courants induits, de courants inducteurs, etc... Travaux publics, théorie des routes, transports de terres ; Statique et dynamique graphique ; Constructions mécaniques ; Constructions navales et aéronautiques, etc.

Ce bref exposé de principe permet de se rendre compte de la simplification et de la rapidité apportées par l'emploi des Intégraphes dans la résolution d'une foule de problèmes les plus divers, dans lesquels on doit avoir recours au calcul intégral et différentiel.

Si l'on considère la difficulté d'établissement de courbes intégrales par des méthodes purement graphiques, on comprend immédiatement le bénéfice qu'on peut attendre de l'emploi des Intégraphes CORADI. Seuls ces instruments permettent de tracer, sans effort, instantanément et avec exactitude, ces courbes intégrales dont la connaissance exacte se fait sentir, de plus en plus impérieusement, dans tous les domaines de la technique moderne.

DIMENSIONS ET CARACTÉRISTIQUES DES INTÉGRAPHES		N° 40		N° 41			
		Type I	Type II	Type I	Type II	Type III	Type IV
Capacité de contournement	Largeur	100 mm	100 mm	316 mm	305 mm	705 mm	1000 mm
	Longueur	450 mm	370 mm	500 mm	500 mm	500 mm	500 mm
Braz moteur : Base variable de		25 à 60 mm	25 à 120 mm	50 à 120 mm	50 à 200 mm	50 à 250 mm	50 à 300 mm

ANALYSEURS HARMONIQUES N° 50

de très haute précision

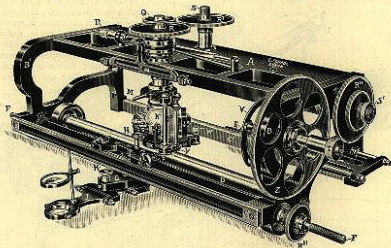
NOUVELLE CONSTRUCTION A TRANSMISSION PAR ENGRENAGES

PERMETTANT D'OBTENIR JUSQU'AU 150^e HARMONIQUE

Les Analyseurs Harmoniques sont des intégrateurs spécialement conçus pour calculer mécaniquement les coefficients successifs du développement en série de Fourier d'une fonction périodique.

Ils permettent de réaliser pratiquement l'analyse d'un très grand nombre de phénomènes périodiques en les décomposant en harmoniques successifs.

Ils évitent de longs et fastidieux calculs numériques; aussi contribuent-ils d'une façon toute particulière à l'avancement des sciences appliquées. En effet, si les courbes expérimentales obtenues dans les diverses techniques ne paraissent pas toujours, à première vue, présenter un caractère de périodicité, l'analyse montre très souvent qu'elles sont le résultat de la superposition de courbes sinusoïdales, harmoniques simples du phénomène étudié. Mais la détermination, par le



Analyseur harmonique N° 50 - Type I avec un appareil d'intégration, $n = 1$ à $n = 50$

calcul, de ces éléments conduit à des opérations extrêmement laborieuses alors que l'emploi des Analyseurs harmoniques permet de résoudre facilement et rapidement ce problème.

Ces instruments sont donc employés dans l'étude des phénomènes périodiques. Ils permettent le développement immédiat en série de Fourier de toutes fonctions périodiques, représentées graphiquement, par de simples contournements. On obtient alors les coefficients :

$$a_1, b_1; \dots a_n, b_n \dots$$

jusqu'à $n = 50$, $n = 100$ et même $n = 150$, selon le type d'instrument employé.

Les Analyseurs harmoniques CORADI, à transmission par engrenages, d'une très haute précision, présentent, en particulier, les avantages suivants :

1^o Les roulettes intégrantes ne se meuvent pas sur le plan lui-même. Elles sont actionnées par l'intermédiaire de sphères en verre dépoli de très haute précision. L'état de la surface du plan n'a, par conséquent, aucune influence sur leur mouvement de rotation.

2^o Les lignes de glissement des roulettes intégrantes — principales sources d'erreurs des Intégrateurs ordinaires — sont réduites au minimum.

3^o Le déplacement sur l'axe des z du chariot portant la loupe de contournement ne provoque aucun mouvement des roulettes intégrantes. L'erreur de mise en station sur le point d'origine de la courbe à contourner est ainsi complètement éliminée.

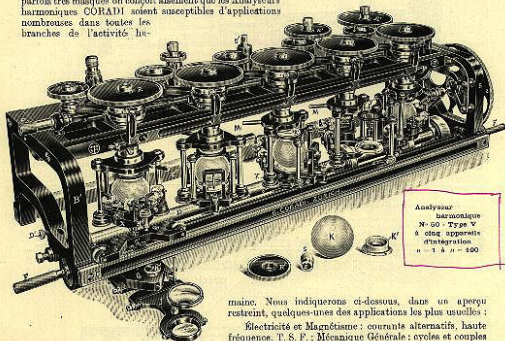
4° Un appareil d'intégration fournit par un seul contournement de la courbe les coefficients d'un terme complet de la série de *Fourier*. Les Analyseurs à trois, cinq ou dix appareils d'intégrations donnent simultanément 3, 5 ou 10 termes complets de la série de *Fourier*.

5° Les Analyseurs Harmoniques de construction nouvelle, à transmission par engrenages de très haute précision, permettent d'obtenir jusqu'à 100 et même jusqu'à 150 termes de la série de *Fourier* ($n = 1$ à $n = 100$ ou $n = 150$).

6° Ces instruments ont un parcours illimité sur l'axe des y , ce qui permet de contourner facilement des courbes de très grande amplitude.

7° La mise en marche et le maniement des Analyseurs CORADI sont d'une extrême simplicité. Ils réduisent donc à un strict minimum les possibilités d'erreurs.

Le caractère de périodicité se retrouvant souvent dans les recherches scientifiques, tout en étant parfois très masqué on conçoit aisément que les Analyseurs harmoniques CORADI soient susceptibles d'applications nombreuses dans toutes les branches de l'activité hu-



Analyseur
harmonique
N° 50 - Type V
à cinq appareils
d'intégration
 $n = 1$ à $n = 100$

maine. Nous indiquerons ci-dessous, dans un aperçu restreint, quelques-unes des applications les plus usuelles :

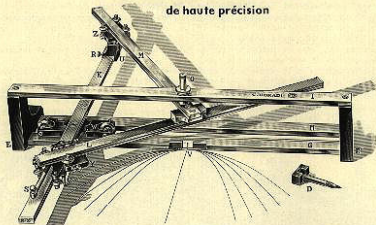
Électricité et Magnétisme : courants alternatifs, haute fréquence, T. S. F. ; Mécanique Générale : cycles et couples de moteurs, vibrations ; Mécanique des Fluides : hydrodynamique, aérodynamique ; Optique et Cinématographie ; Acoustique et Phonétique ; Élasticité et Résistance des Matériaux ; Météorologie ; Hydrographie ; Sismologie ; Navigation aérienne et maritime ; Constructions navales ; Statistiques économiques et financières ; Thérapeutique ; Balistique et Pyrotechnie ; etc...

CARACTÉRISTIQUES ET DIMENSIONS DES ANALYSEURS HARMONIQUES N° 50

Type I à un appareil d'intégration				Type V à cinq appareils d'intégration			
N° 1 a.	Longueur de base 300 ou 400 mm.	$n = 5$		N° 5 a.	Longueur de base 300 ou 400 mm.	$n = 40$	
N° 1 b.	—	$n = 10$		N° 5 b.	—	$n = 30$	
N° 1 c.	—	$n = 20$		N° 5 c.	—	$n = 20$	
N° 1 d.	—	$n = 30$		N° 5 d.	—	$n = 30$	
N° 1 e.	—	$n = 50$		N° 5 e.	—	$n = 100$	
Type III à trois appareils d'intégration				Type X à dix appareils d'intégration			
N° 3 a.	Longueur de base 300 ou 400 mm.	$n = 9$		N° 10 a.	Longueur de base 300 ou 400 mm.	$n = 50$	
N° 3 b.	—	$n = 21$		N° 10 b.	—	$n = 40$	
N° 3 c.	—	$n = 42$		N° 10 c.	—	$n = 100$	
N° 3 d.	—	$n = 50$					

PARABOLOGRAPHE N° 43

de haute précision



Le Parabolographe permet de tracer instantanément n'importe quelle parabole dans son rayon d'action d'après les seules données suivantes :

L'axe de la parabole, la tangente au sommet et un point quelconque situé sur la parabole.

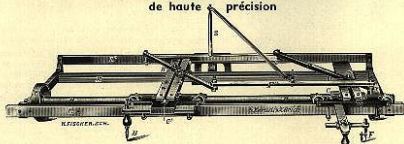
Il est le premier instrument qui a été construit pour tracer graphiquement, avec grande précision et rapidité, des paraboles dans des conditions répondant aux besoins réels des bureaux d'études.

DIMENSIONS ET CARACTÉRISTIQUES DES PARABOLOGRAPHE N° 43

	Type I	Type II
Mouvement latéral de chariot conducteur.....	300 mm	450 mm
Profondeur du foyer maximum.....	100 mm	100 mm
minimum.....	80 mm	90 mm
Ouverture maximum.....	300 mm	450 mm
minimum.....	120 mm	130 mm
Degré de précision.....	0,3 mm	0,3 mm
Longueur totale de l'instrument.....	940 mm	1200 mm

AFFINOGRAPHE-ELLIPSOGRAPHE N° 56

de haute précision



Cet instrument sert à réduire ou à agrandir à volonté les ordonnées d'une figure dans des rapports donnés. Il permet, par exemple, la comparaison de courbes de même genre provenant d'appareils enregistreurs différents, en les rapportant à la même unité.

L'instrument constitue en même temps un **ellipsographe**. Lorsque l'un des traçoirs décrit un cercle, l'autre parcourt une ellipse, plus ou moins allongée selon que les longueurs d'ordonnées sont plus réduites ou plus agrandies.

Capacité de contournement direction des x.....	300 mm
Rapports des ordonnées.....	1 : 1,5 à 1 : 45
Longueur totale de l'instrument.....	900 mm

COORDINATOGAPHES-COORDINATOMÈTRES

de très haute précision

Les coordinatographes sont des instruments qui permettent de reporter ou de lever avec rapidité des points par le moyen des coordonnées rectangulaires ou polaires. On peut opérer à une échelle arbitraire et avec une précision graphique de l'ordre de 1/100^e de mm.

Les grands **Coordinatographes roulants** N° 51 sont surtout employés par les Services Topographiques, Géographiques et Cadastreux, ainsi que par de nombreux Géomètres privés, pour le quadrillage des plans et pour le report des points calculés d'après la méthode orthogonale. Les types courants ont une capacité qui varie de 1000×750 à 1700×1350 mm, mais nous construisons sur demande des coordinatographes roulants avec un champ d'action plus grand.

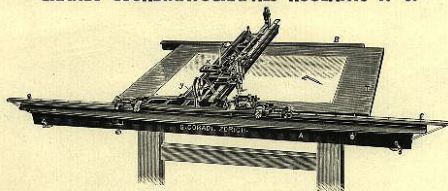
Les **Coordinatographes de détail rectangulaires** N° 52 sont basés sur le même principe que les grands coordinatographes roulants. Ils servent surtout à reporter les points de détail relevés perpendiculairement aux côtés d'un polygone, ainsi qu'à reporter des courbes données par des points dont les abscisses et les ordonnées sont connues. La capacité des coordinatographes de détail rectangulaires varie, suivant le type, de 210×110 à 330×460 mm.

Les **Coordinatographes de détail polaires** N° 53 sont destinés au report et au lever d'éléments de coordonnées polaires. Ils sont construits d'après les mêmes principes mécaniques que les coordinatographes N° 52. La capacité de ces instruments est donnée par le diamètre intérieur du cercle de base qui est de 200, 300 ou 400 mm.

Les **Coordinatographes de détail universels** N° 55 permettent de reporter et de lever des points par coordonnées rectangulaires et polaires. Ils réunissent en un seul les caractéristiques et les avantages des deux instruments précédents.

Grâce à leur haute précision, à leur rapidité et facilité de travail, nos coordinatographes sont des auxiliaires précieux et même indispensables pour les Géomètres et Topographes. Ils trouvent également des applications variées dans les Bureaux d'études, les Laboratoires, Observatoires, etc.

GRANDS COORDINATOGAPHES ROULANTS N° 51



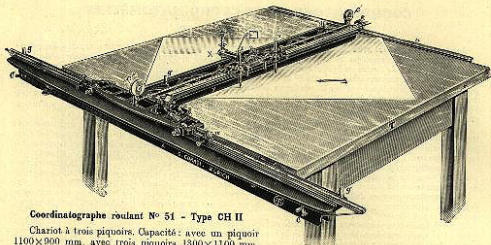
Coordinatographe roulant N° 51 - Type CH I

Capacité 1000×750 mm, avec chariot à un pignoin. Dimension de la planche à dessin 1160×780 mm. Graduations pour deux échelles apparentées.

DIMENSIONS ET CARACTÉRISTIQUES DE GRANDS COORDINATOGAPHES ROULANTS N° 51

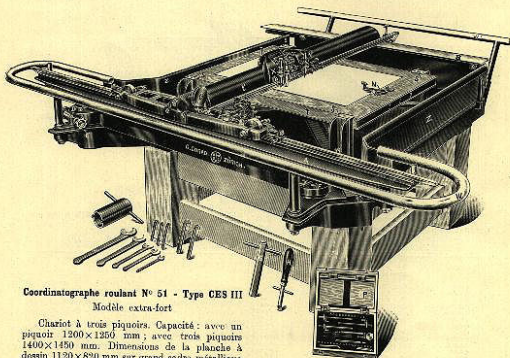
TYPE	CAPACITÉ MAXIMA			ÉCHELLES	PLANCHE À DESSIN	
	avec un pignoin	avec deux pignoires	avec trois pignoires		Dimensions	Position *
CH-I	800x 750 mm	1000x 950 mm			1160x 780 mm	
CH-I a	800x 750 »				1100x 1.000 »	»
CH-II	11.00x 1.00 »		1.000x 1.100 mm	» »	1.300x 1.100 »	»
CH-II a	11.00x 1.100 »		1.000x 1.150 »	» »	1.600x 1.100 »	»
CH-II b	12.00x 1.150 »		1.000x 1.200 »	» »	1.600x 1.150 »	»
CH-III	12.00x 1.200 »		1.000x 1.300 »	» »	1.820x 1.420 »	»
CE-I						
CE-II	11.00x 900 »		1.300x 1.100 »	» »	1.600x 750 »	perpendiculaire ou inclinée
CE-II a	12.00x 1.150 »		1.300x 1.250 »	» »		
CE-II b	12.00x 1.150 »		1.300x 1.350 »	» »	1.350x 810 »	»
CE-III			1.300x 1.350 »	» »		
CE-III	11.00x 900 »		1.300x 1.100 »	» »	1.050x 750 »	»
CE-III	11.00x 1.000 »		1.300x 1.150 »	» »	1.100x 820 »	»

* Pour les types CH-I à CH-III le coordinatographe est fixé directement sur la planche à dessin. Pour les types CE-II à CE-III la planche à dessin est montée sur un cadre métallique mobile et peut être orientée à 45° par rapport à la règle des abscisses.



Coordinatographe roulant N° 51 - Type CH II

Chariot à trois piquoirs. Capacité: avec un piquoir 1100×900 mm, avec trois piquoirs 1300×1100 mm. Dimension de la planche à dessin 1300×1200 mm, Graduations pour deux ou quatre échelles apparentées.

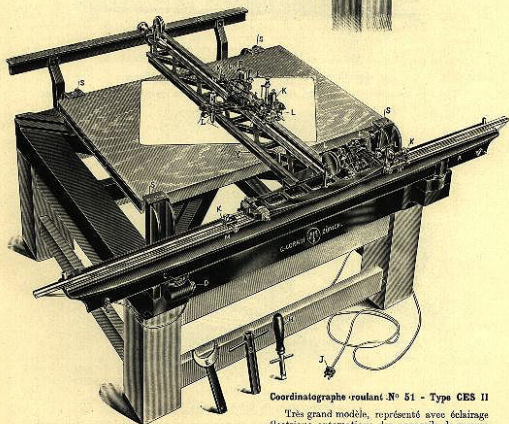
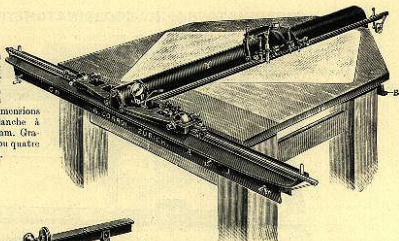


Coordinatographe roulant N° 51 - Type CES III
Modèle extra-fort

Chariot à trois piquoirs. Capacité: avec un piquoir 1200×1250 mm; avec trois piquoirs 1400×1450 mm. Dimensions de la planche à dessin 1120×820 mm sur grand cadre métallique mobile. Graduations pour quatre échelles apparentées. Dispositif spécial pour le montage de plaques en aluminium et en zinc, de planches à dessin et de pierres lithographiques jusqu'à 100 mm d'épaisseur.

**Coordinatographe
roulant N° 51
Type CH III**

Chariot à trois piquoirs. Capacité : avec un piquoir 1200 x 1250 mm, avec trois piquoirs 1400 x 1420 mm. Dimensions extrêmes de la planche à dessin 1420 x 1420 mm. Graduations pour deux ou quatre échelles apparentées.

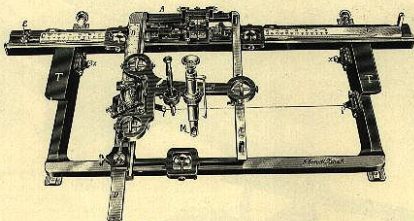


Coordinatographe roulant N° 51 - Type CES II

Très grand modèle, représenté avec éclairage électrique automatique des appareils de mesure et de report. Chariot à trois piquoirs. Capacité maxima 1300 x 1100 mm. Graduations pour deux ou quatre échelles apparentées. Planche à dessin sur cadre métallique mobile.

COORDINATOGRAPHES-COORDINATOMÈTRES

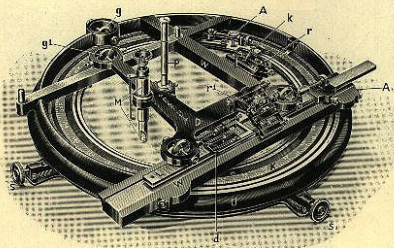
de très haute précision



Coordinatographes de détail rectangulaires N° 52

Type I - Capacité 530×270 mm. Graduations pour deux ou quatre échelles apparentées.

» II - » 530×460 » » » » »
» III - » 210×110 » » » » »

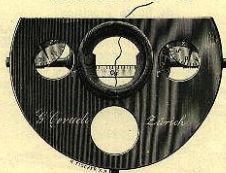


Coordinatographes de détail polaires N° 53

Type I - Rayon du cercle de base 110 mm. Graduations pour deux ou quatre échelles apparentées.

» II - » » 160 » » » » »
» III - » » 225 » » » » »

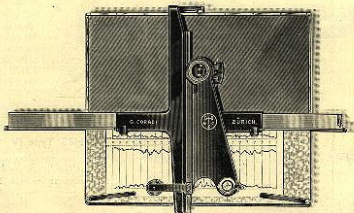
CURVIMÈTRE N° 44



Le Curvimètre de précision N° 44 sert à la mesure de lignes horizontales sur des cartes ou sur des plans. Lorsqu'on suit avec cet instrument le tracé d'une ligne quelconque, en ayant soin d'orienter les axes des roulettes intégrantes toujours perpendiculairement à chaque élément de ligne, la somme des lectures relevées sur les deux appareils enregistreurs donne la longueur du chemin parcouru.

La précision de cet instrument est de beaucoup supérieure à celle des curvimètres ordinaires dits "curvimètres à roulettes". L'exactitude du curvimètre CORADI N° 44 est de l'ordre de 1/2000 sur des lignes droites. Une déviation de 8 % sur la perpendiculaire ne provoque qu'une différence de 1/100.

GRAND CURVIMÈTRE A LOUPE N° 80 de haute précision



Le grand Curvimètre à loupe N° 80 est destiné spécialement à la mesure de longueurs de courbes très compliquées et de faible mouvement d'amplitude.

L'appareil enregistreur de cet instrument est identique à celui du type précédent N° 44. Les roulettes intégrantes du Curvimètre proprement dit ne se meuvent cependant pas directement sur le diagramme à mesurer mais sur une surface artificielle parfaitement plane et inaltérable. L'orientation perpendiculaire de l'axe des roulettes intégrantes par rapport aux éléments de courbes se fait automatiquement en tournant, au moyen d'un petit levier spécial, la loupe de contournement qui est montée sur roulement à billes. Ce type de Curvimètre est le seul instrument qui permet de mesurer avec rapidité et précision des courbes d'oscillographes, de sismographes, de barographes, de spectrographes, des courbes magnétiques, etc.

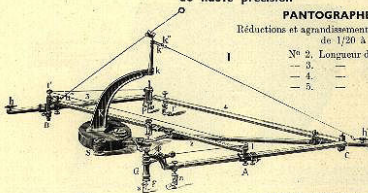
L'instrument permet de mesurer en une seule fois des diagrammes jusqu'à 550 mm de longueur et 200 mm de largeur. Des courbes plus longues peuvent être mesurées très facilement en répétant plusieurs fois l'opération. Les dimensions totales de l'instrument sont : 1050 mm X 700 mm.

PANTOGRAPHES à BRAS SUSPENDUS

de haute précision

PANTOGRAPHES Type I

Réductions et agrandissements dans tous les rapports de 1/20 à 2/1



N° 2.	Longueur des bras...	720 mm
— 3.	— — — — —	840 —
— 4.	— — — — —	960 —
— 5.	— — — — —	1.200 —

(Modèle extra-fort)

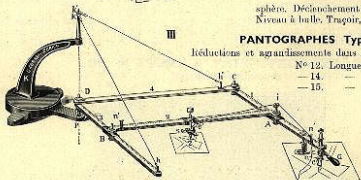
Bras divisés en mm avec vernier au 1/10 de mm à vis micrométrique.

Articulations entre pointes à coussinets. Pied à deux vis de rappel et niveau à sphère. Déclenchement mécanique du piquoir.

Niveau à bulle. Traçoir, piquoir et porte-mine.

PANTOGRAPHES Type III

Réductions et agrandissements dans les rapports 1/20 à 4/5



N° 12.	Longueur des bras	720 mm
— 14.	— — — — —	960 —
— 16.	— — — — —	1.500 —

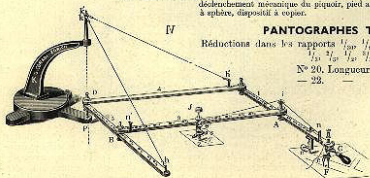
(Modèle extra-fort)

Bras divisés en mm. Articulations avec charnière à axe conique. Niveau mobile à bulle. Traçoir à déclenchement simple, piquoir et porte-mine.

Ces pantographes peuvent être équipés, sur demande, avec vernier à vis micrométrique, déclenchement mécanique du piquoir, pied avec vis de rappel et niveau à sphère, dispositif à copier.

PANTOGRAPHES Type IV

Réductions dans les rapports $\frac{1}{20}$, $\frac{1}{10}$, $\frac{1}{5}$, $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{3}$, $\frac{1}{2}$, $\frac{2}{3}$, $\frac{3}{4}$ et $\frac{4}{5}$

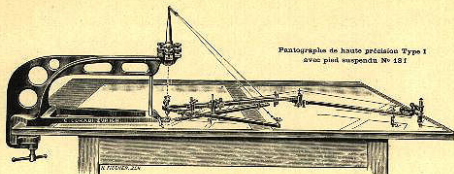


N° 20.	Longueur des bras	960 mm.
— 22.	— — — — —	960 —

Perçage des bras pour les rapports indiqués ci-dessus. Articulations aux extrémités des bras avec charnières à axe conique. Niveau mobile à bulle. Traçoir, piquoir et porte-mine.

PANTOGRAPHES Type V (non illustrés). Mêmes rapports que pour le type IV, mais de construction plus simple. Longueur des bras : N° 23, 720 mm ; N° 24, 960 mm.

PANTOGRAPHES Type VI. Même exécution que le type III, mais permettant des réductions jusqu'à 1/50. Longueur des bras : 120 mm.



Pantographe de haute précision Type 1
avec pied suspendu N° 18f

Support à pied suspendu N° 18f

La construction de ce support, dont le bras inférieur est maintenu à environ 8 mm au-dessus du niveau de la table et sur une longueur de 40 cm, permet de déplacer librement la feuille ou la plaque sur laquelle doit être tracée la réduction et de l'orienter facilement par rapport au dessin original. Son emploi s'impose surtout pour l'exécution de fortes réductions (1/5 à 1/20) pour lesquelles le pied à support ordinaire reposerait directement sur la feuille à dessin et rendrait ainsi la mise en station plus difficile.

Loupe "SAPHIR"

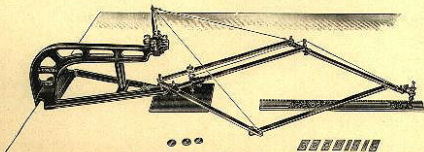
La construction de cette loupe est en principe identique à celle décrite page 4 pour les planimètres. Elle est constituée par un cylindre en verre massif formant lentille grossissante et munie d'un saphir enchâssé au centre de sa base. Le saphir apparaît dans l'axe vertical de la lentille sous la forme d'un petit cercle avec un point de repère au centre par lequel doit passer la ligne à suivre.

Loupe "Saphir" avec dispositif à déclenchement mécanique du piquoir.

Le dispositif de déclenchement mécanique, permettant de soulever ou d'abaisser le piquoir ou le crayon pendant l'opération sans aucun dérangement, a été adapté judicieusement à la loupe "Saphir" comme le montre l'illustration.

PANTOGRAPHES A GRAVER

Nous sommes également spécialisés dans la construction de Pantographes avec dispositifs spéciaux pour la **Gravure chimique** de très haute précision. Notre Service technique se tient à la disposition de notre clientèle pour étudier tout problème qui pourrait lui être posé dans ce domaine.



Pantographe à graver avec support à pied suspendu
et dispositif spécial pour la fixation instantanée des gabarits.