GRAPHOPLEX

SOCIÉTÉ A RESPONSABILITÉ LIMITÉE AU CAPITAL DE 3.240.000 FRANCS

21, RUE DE MONTSOURIS — PARIS-XIVe

TÉL. PORT-ROYAL + 38-10 — MÉTRO : GÉNÉRAL-LECLERC

R. C. SEINE 285.607 B RÉP. PROD. 7321 C. A. O.

INSTRUCTION ABRÉGÉE POUR L'EMPLOI DE LA RÈGLE A CALCULS

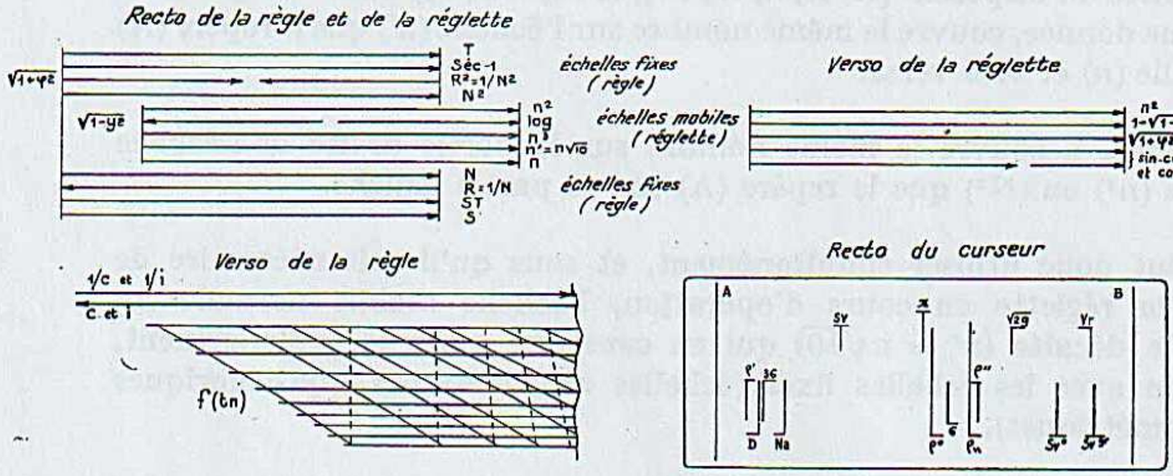
GÉO-POLYTECHNIQUE

Système F. GRELAUD

(EXTRAITS)

JANVIER 1955

DESCRIPTION



T	échelle des tangentes et cotangentes (module 1).
séc — 1	échelle de la fonction séc — 1 $\left(\text{module } \frac{1}{2}\right)$.
$R^2 = \frac{1}{N^2}$	échelle inverse des carrés $\left(\text{module } \frac{1}{2}\right)$.
$\sqrt{1+\varphi^2}$	échelle pythagorique de la fonction $\sqrt{1+\varphi^2}$ (module 1).
N^2	échelle normale des carrés $\left(\text{module } \frac{1}{2}\right)$.
n^2	échelle normale des carrés $\left(\text{module } \frac{1}{2}\right)$.
log	échelle des logarithmes des nombres (module 1).
$\sqrt{1-y^2}$	échelle pythagorique de la fonction $\sqrt{1-y^2}$ $\left(\text{module } \frac{1}{2}\right)$.
n^3	échelle normale des cubes $\left(\text{module } \frac{1}{3}\right)$.
$n' = n\sqrt{10}$	échelle normale décalée des nombres (module 1).
n	échelle normale des nombres (module 1).
N	échelle normale des nombres (module 1).
$R = \frac{1}{N}$	échelle inverse ou réciproque des nombres (module 1).
ST	échelle des sinus et tangentes des petits angles (module 1).
S	échelle des sinus et cosinus (module 1).
$1 - \sqrt{1-y^2}$	échelle pythagorique de la fonction $1 - \sqrt{1-y^2}$ $\left(\text{module } \frac{1}{2}\right)$.
$\sqrt{1+\varphi^2} - 1$	échelle pythagorique de la fonction $\sqrt{1+\varphi^2} - 1$ $\left(\text{module } \frac{1}{2}\right)$.
sin × cos	échelle tachéométrique pour le calcul des dénivelées (module 1).
$\cos^2$	échelle tachéométrique pour la réduction des longueurs à l'horizontale (module 1).
i et c	échelle normale des intérêts composés et annuités $\left(\text{module } \frac{1}{3}\right)$.
$\frac{1}{i}$ et $\frac{1}{c}$	échelle inverse des intérêts composés et annuités $\left(\text{module } \frac{1}{3}\right)$.
$f\,(tn)$	échelle binaire des calculs financiers.
(A) et (B)	repères principaux distants d'une demi-échelle logarithmiques des nombres.

SV, π, $\sqrt{2g}$, Vr, ρ', ρ'', ρ^o, ρ_n, 6, 3,6, D, Na, Sv^o, Sv gr, repères auxiliaires des constantes de calculs.

Le verso du curseur ne présente qu'un seul repère.

Les échelles i, c, $\frac{1}{i}$, $\frac{1}{c}$, *et* f (tn) *ne figurent pas sur la règle « Géo-Polytechnique » simplifiée.*

Applications numériques :

1° $\underline{a = 8{,}83;\quad h = 4{,}35;\quad y = 0{,}493;\quad b = 7{,}68}$ *(fig. 18)* ;

2° $\underline{a = 132 \text{ m } 98;\quad h = 46 \text{ m } 26;\quad y = 0{,}348;}$
$\underline{a - b = 8 \text{ m } 30;\quad b = 124 \text{ m } 68}$ *(fig. 19).*

Après avoir établi la correspondance déterminante entre a sur l'échelle (N^2) et 1 sur l'échelle (n^2), y est lu sur l'échelle (n^2) en regard de h, puis il est reporté au curseur sur l'échelle ($\sqrt{1 - y^2}$), ou sur l'échelle ($1 - \sqrt{1 - y^2}$); le résultat b ou ($a - b$) est enfin lu en regard, sur l'échelle (N^2).

Pour déterminer l'appoint ($a - b$) si $y < 0{,}04$, on multiplie y par 10, et l'on divise le résultat obtenu par 100 après avoir opéré avec 10 y.

Ces échelles sont utilisées avantageusement dans les *calculs de projections faisant suite aux levers topométriques par obliques latérales, et surtout dans les calculs de vérification des levers exécutés par abscisses et ordonnées.*

Calculs tachéométriques

Le problème consiste à *calculer la distance réduite* D *et la différence de niveau* Z, en fonction de l'angle d'inclinaison α, de l'axe optique de la lunette, et du nombre générateur g, par les formules :

$$\boxed{D = g \cdot \cos^2 \alpha} \;;\qquad \boxed{Z = g \cdot \sin \alpha \cdot \cos \alpha},$$

d'où la relation : $$g = \frac{D}{\cos^2 \alpha} = \frac{Z}{\sin \alpha \cdot \cos \alpha}.$$

Le calcul simultané de D et Z s'effectue à l'aide des *échelles* (sin × cos) *et* ($\cos^2$) après avoir retourné la réglette dans le corps de règle, d'après la notation opératoire :

$$\frac{(\cos^2)}{(N)}\;\frac{0}{g}\left|\frac{\alpha}{D}\right\|\frac{\alpha}{Z}\;\frac{(\sin \times \cos)}{(N)}.$$

Application numérique :

$\underline{g = 52{,}2;\quad \alpha = 114 \text{ gr } 28' \text{ (ou } 85 \text{ gr } 72');\quad D = 49 \text{ m } 6;\quad Z = 11 \text{ m } 31}$ *(fig. 20).*

Ayant établi la correspondance déterminante entre le zéro à l'échelle ($\cos^2$) et la valeur g à l'échelle (N), on lit D et Z à l'échelle (N), le premier en regard de α repéré sur l'échelle ($\cos^2$), le second en regard de α repéré sur l'échelle (sin × cos).

Quand $\alpha < 0$ gr 637, D est pratiquement égal à g, mais pour trouver Z, on multiplie d'abord α par 10 ou par 100 de manière à obtenir un angle figurant sur la première fraction de l'échelle (sin × cos) et compris entre 0 gr 637 et 6 gr 40', puis on divise le résultat trouvé par 10 ou par 100.

Utilisation des repères $\rho_{''}$ ρ^{o} ρ' et ρ''

Ces quatre repères sont placés sur le curseur et permettent d'effectuer les *opérations trigonométriques qui portent sur de très petits angles ;* dans ce cas on a en effet :

$$x = \sin \alpha = \operatorname{tg} \alpha = \operatorname{arc} x \text{ radians.}$$

Pour effectuer des produits tels que :

$$\boxed{x = a \,.\, \sin\alpha}\;; \qquad \boxed{x = a \,.\, \mathrm{tg}\,\alpha}\,,$$

on utilise la notation opératoire :

$$\frac{(n \text{ ou } n')}{(\mathrm{N})}\ \frac{1}{a}\left|\frac{\alpha}{x}\ \frac{(n \text{ ou } n')\ \rho_{\text{''}}\ \rho^{o} \text{ ou } \rho'}{(\mathrm{N})_{\mathrm{B}}}\right. \quad \text{et} \quad \frac{(n \text{ ou } n')\ \rho''}{(\mathrm{N})_{\mathrm{A}}},$$

ou bien encore :

$$\frac{(n \text{ ou } n')}{(\mathrm{N})}\ \frac{a}{1}\left|\frac{x}{\alpha}\ \frac{(n \text{ ou } n')\ \rho_{\text{''}}\ \rho^{o} \text{ ou } \rho'}{(\mathrm{N})_{\mathrm{B}}}\right. \quad \text{et} \quad \frac{(n \text{ ou } n')\ \rho''}{(\mathrm{N})_{\mathrm{A}}}.$$

Application numérique :

$a = 120$ m; $\alpha = 4^{o} = 4$ gr $44' = 240' = 14\,400'' = 0{,}0697$ radians; $x = 8$ m 36

(*fig. 21*).

La topographie et la géodésie offrent de nombreux exemples d'utilisation de ces repères pour les calculs; en voici quelques-uns :

a) *Longueur d'un arc de cercle :*

$$a = \frac{2\pi \mathrm{R}\alpha\,\mathrm{gr}}{400} = \mathrm{R}\,.\,\alpha\ \text{radians}; \qquad \frac{(n \text{ ou } n')}{(\mathrm{N})}\ \frac{\mathrm{R}}{1}\left|\frac{a}{\alpha}\ \frac{(n \text{ ou } n')_{\mathrm{B}}}{(\mathrm{N})_{\rho_{\text{''}}}}\right.;$$

b) *Surface d'un secteur circulaire :*

$$\mathrm{S} = \frac{\pi \mathrm{R}^2\alpha\,\mathrm{gr}}{400} = \frac{\mathrm{R}^2}{2}\,.\,\alpha\ \text{radians}; \qquad \frac{(n \text{ ou } n')}{(\mathrm{N})}\ \frac{\frac{1}{2}\mathrm{R}}{\mathrm{R}}\left|\frac{\mathrm{S}}{\alpha}\ \frac{(n \text{ ou } n')_{\mathrm{B}}}{(\mathrm{N})_{\rho_{\text{''}}}}\right.;$$

c) *Sensibilité d'une visée d'intersection :*

$$\mathrm{S} = \mathrm{L}\,.\,\sin 1''; \qquad (\text{au curseur}) : \frac{\mathrm{L}}{\mathrm{S}}\ \frac{(n \text{ ou } n')_{\mathrm{B}}}{(n \text{ ou } n')_{\rho_{\text{''}}}};$$

d) *Déplacement latéral à l'extrémité d'une visée d'intersection :*

$$\delta = d\theta\,.\,\mathrm{L}\,.\,\sin 1''; \qquad \frac{(n \text{ ou } n')}{(\mathrm{N})}\ \frac{d\theta}{1}\left|\frac{\delta}{\mathrm{L}}\ \frac{(n \text{ ou } n')_{\mathrm{B}}}{(\mathrm{N})_{\rho_{\text{''}}}}\right.;$$

e) *Sensibilité d'un segment capable :*

$$\mathrm{S} = \frac{\mathrm{L}_1\,.\,\mathrm{L}_2}{\mathrm{L}_3}\sin 1''; \qquad \frac{(n \text{ ou } n')}{(\mathrm{N})}\ \frac{\mathrm{L}_1}{\mathrm{L}_3}\left|\frac{\mathrm{S}}{\mathrm{L}_2}\ \frac{(n \text{ ou } n')_{\mathrm{B}}}{(\mathrm{N})_{\rho_{\text{''}}}}\right.;$$

f) *Excentricité d'une station géodésique :*

$$\varepsilon'' = \frac{r\sin\alpha}{\mathrm{L}\sin 1''}; \qquad \frac{(n \text{ ou } n')}{(\mathrm{S})}\ \frac{\mathrm{L}}{\alpha}\left|\frac{r}{\varepsilon''}\ \frac{(n \text{ ou } n')_{\mathrm{B}}}{(\mathrm{N})_{\rho_{\text{''}}}}\right..$$

Utilisation des repères D et π

Ils servent le plus souvent à calculer les surfaces, volumes, poids et débits qui font intervenir le facteur π. Ainsi, la *surface* S *d'un cercle de diamètre* D est donnée par la notation opératoire :

$$\frac{\mathrm{S}}{\mathrm{D}}\ \frac{(n^2)_{\mathrm{AB}}}{(n \text{ ou } n')_{\mathrm{D}}}\ (\text{au curseur}).$$

Le volume V *et le poids* P *d'un cylindre*, de diamètre D et de densité δ sont données par la notation opératoire :

$$\frac{(\mathrm{N}^2)}{(n^2)}\ \frac{\mathrm{L}}{1}\left|\frac{\mathrm{V}}{\mathrm{D}}\ \frac{(\mathrm{N}^2)_{\mathrm{AB}}}{(n \text{ ou } n')_{\mathrm{D}}}\right.; \qquad \frac{(\mathrm{R}^2)}{(n^2)}\ \frac{\delta}{\mathrm{L}}\left|\frac{\mathrm{P}}{\mathrm{D}}\ \frac{(n^2)_{\mathrm{AB}}}{(\mathrm{N})_{\mathrm{D}}}\right..$$

En *hydraulique*, le *débit* Q *d'une conduite circulaire*, en fonction de la vitesse V (en m/s) et de son diamètre D est égal à :

$$Q = \frac{\pi}{4} . D^2V, \text{ de notation opératoire : } \frac{(N^2)}{(n^2)} \; \frac{V}{1} \Bigg| \frac{Q}{D} \; \frac{(N^2)_{AB}}{(n \text{ ou } n')_D}.$$

Les éléments d'un canal à section cycloïdale dans lequel ρ est le rayon du cercle générateur, ω la section, R le rayon moyen et L la largeur en gueule, sont donnés par les formules :

$$\omega = 3\pi . \rho^2; \qquad R = \frac{3}{8}\pi . \rho; \qquad L = 2\pi . \rho;$$

d'où la notation opératoire :

$$\frac{(N^2)}{(n^2)} \; \frac{3}{1} \Bigg| \frac{\omega}{\rho} \; \frac{(N^2)\pi}{(n \text{ ou } n')_{AB}}; \qquad \frac{(N^2)}{(n^2)} \; \frac{3}{8} \Bigg| \frac{R}{\rho} \; \frac{(N^2)\pi}{(n^2)_{AB}}; \qquad \frac{(N^2)}{(n^2)} \; \frac{2}{1} \Bigg| \frac{L}{\rho} \; \frac{(N^2)\pi}{(n^2)_{AB}}.$$

Ces repères permettent donc d'utiliser, *sans aucune transformation*, les équations à résoudre, évitant ainsi la pose de certains *diviseurs* qu'on n'a pas toujours présents à la mémoire.

Cubage des arbres sur pied par l'emploi du repère (V*r*)

Les éléments connus sont : la circonférence C prise à hauteur d'homme (1 m 30 à 1 m 50 du sol), la hauteur H de la tige et sa décroissance, le coefficient de réduction γ ou « rapport entre la circonférence moyenne et la dimension correspondante à hauteur d'homme ». Il faut calculer le volume commercial V de la tige; on a :

$$\boxed{V = \frac{1}{4\pi} \times C^2 \times \gamma^2 \times H};$$

notation opératoire : $\frac{(n^2)}{(R)} \; \frac{H}{\gamma} \Bigg| \frac{V}{C} \; \frac{(n^2)\,Vr}{(N)_{BA}}.$

Application numérique :

C = 2 m 50; H = 12 m; $\gamma = 0{,}88$; V = 4 m³ 62 *(fig. 22)*.

Quand C est la circonférence médiane (cas des *arbres abattus*), la formule se simplifie car $\gamma = 1$:

$$\boxed{V = \frac{1}{4\pi} \times C^2 \times H};$$

notation opératoire : $\frac{(N^2)}{(n^2)} \; \frac{H}{1} \Bigg| \frac{V}{C} \; \frac{(N^2)\,Vr}{(n \text{ ou } n')_{BA}}.$

On utilise parfois le *coefficient de forme* φ; on pose alors :

$$\boxed{V = \frac{1}{4\pi} \times C^2 \times \varphi \times H};$$

notation opératoire : $\frac{(R^2)}{(n^2)} \; \frac{\varphi}{H} \Bigg| \frac{V}{C} \; \frac{(n^2)\,Vr}{(N)_{BA}}.$

Correction de niveau apparent

Cette correction est utilisée en géodésie pour tenir compte, dans le nivellement, des erreurs de sphéricité et de réfraction terrestre. Elle est donnée par la formule :

$$\boxed{Na = \left(\frac{K}{12{,}097}\right)^2},$$

dans laquelle K est la longueur de la visée en kilomètres :

On utilise le *repère* (Na) tracé sur le curseur, avec la notation opératoire :

$$\frac{Na}{K}\ \frac{(N^2)_{AB}}{(N)\,Na}\ \text{(au curseur)};$$

Exemple : $\underline{K = 3 \text{ km};\ Na = 0 \text{ m } 615.}$

Utilisation du repère ($\sqrt{2g}$)

Ce repère est utilisé en hydraulique pour résoudre les problèmes de débits, notamment la vitesse d'écoulement des eaux et les pertes de charge.

Par exemple, la *vitesse* V *de la sortie de l'eau par un orifice, et son débit* D sont donnés par les formules :

$$\boxed{V = \sqrt{2g\,.\,h}}\ ; \qquad \boxed{D = K\,.\,S\,.\,V} \quad \text{ou} \quad D = K\,.\,S\,.\sqrt{2g\,.\,h}$$

(S, est la section de l'orifice), de notation opératoire :

$$\frac{(n \text{ ou } n')}{(R)}\ \frac{K}{S}\ \left|\ \begin{array}{c} h \\ \hline D \\ \hline V \end{array}\ \begin{array}{c} (N^2)\sqrt{2g} \\ \hline (n \text{ ou } n')_B \\ \hline (N)_B \end{array}\right..$$

Exemple : $h = 2{,}5$; $S = 1{,}4$; $K = 0{,}6$; $V = 7$; $D = 5{,}88$.

Le coefficient de perte de charge des écluses et barrages :

$$\boxed{U = \frac{V^2}{2g}},$$

(V désignant la vitesse du courant libre), de notation opératoire :

$$\frac{U}{V}\ \frac{(n^2)\sqrt{2g}}{(n \text{ ou } n')_B}\ \text{(au curseur)}.$$

Et les pertes de charge dues aux changements de section dans les conduites :

$$\boxed{U = \frac{a\,.\,V^2}{2g}},$$

de notation opératoire : $\dfrac{(N^2)}{(n^2)}\ \dfrac{a}{1}\ \Big|\ \dfrac{U}{V}\ \dfrac{(N^2)\sqrt{2g}}{(n \text{ ou } n')_B}.$

Usage du repère (3,6)

Ce repère permet de transformer les km/h en m/s, et vice-versa, et les heures en secondes. On l'utilise dans le *tracé des pistes de vitesse*, pour calculer en chaque point de la courbe le « dévers » ou inclinaison latérale compensant l'effet de la force centrifuge, on a :

$$\boxed{d = \frac{v_1^2}{g\,.\,R} = \frac{(Vkm/h)^2}{3\,600\,.\,g\,.\,R}}.$$

(v_1 = vitesse du véhicule en m/s; R = rayon de courbure; d = dévers; Vkm/h = vitesse du véhicule en km/h.)