

**Utilisation des échelles spéciales des règles ELECTRO
NESTLER 37, NESTLER 370
STAEDLER-MARS 54106
et autres règles Electro**





Rédigé en octobre et novembre 2011, ce document, libre de droits, est d'abord la description des échelles spéciales V et U des Règles à Calcul ELECTRO Nestler 37 et 370, Staedler-Mars 54106 et de leurs principales utilisations.

Il se complète par la présentation de quelques exemples d'autres types de règles Electro : échelles {Perte de tension} et {Rendement Dynamo/Moteur} gravées en surface ou en fonds de corps.

Leur emploi est expliqué à travers la description de la règle de poche Faber-Castel 67/98b et par des exemples de calcul.

Voir aussi :

<http://www.sliderules.info/a-to-z/electrical/electrical.htm>

Structure du document et navigation

DESCRIPTION DES REGLES ELECTRO NESTLER 37, 370 STAEDLER-MARS 54106	LES ECHELLES	P4
	LES MARQUEURS ET LES VALEURS DES CONSTANTES	P5
	LE CURSEUR	P5
VUES SUR LES REGLES	NESTLER 37	P6
	NESTLER 370	P7
	STAEDLER-MARS 54106	P8
UTILISATION DES ECHELLES SPECIALES (NESTLER 37, 370 et STAEDLER-MARS 54106)	EXEMPLES : 1 à 7	P9
D'AUTRES UTILISATIONS AVEC LES ECHELLES CLASSIQUES	Calcul empiriques Calculs de rendements	P15

AUTRES TYPES DE REGLES ELECTRO	Quelques exemples	P16
LA REGLE FABER-CASTEL 67/98b	Description de la règle Faber-Castel 67/98b	P17
	Utilisation de l'échelle {Chute de tension en Volt}	P18
	Utilisation de l'échelle {Rendement Dynamo/Moteur}	P20



DESCRIPTION DES REGLES ELECTRO NESTLER modèle 37 et modèle 370 STAEDLER MARS modèle 54106

Pour rendre plus rapide des calculs de dimensionnement de conducteurs électriques, ces règles de 10 pouces sont simplifiées du point de vue des échelles arithmétiques pour laisser la place à deux échelles spéciales **V** et **U**.

De plus, des **marqueurs spéciaux** ou plus généraux sur les échelles de base fournissent les valeurs de certaines constantes. Exemple : conductibilité minimum du Cuivre à 15°C ou à 20°C.

Verso de la Règle Nestler 370, position des échelles V et U



LES ECHELLES

Repère	Désignation	Fonction
V	Echelle des valeurs réciproques du minimum de conductibilité du cuivre à 15°C : $c = 1/57,2 \approx 0,0175$	$1,17483.X^2$
A	O₁ Echelle de base, ou fondamentale, des carrés / corps Egalement marquée PS : puissances en Chevaux (mot.)	X^2
B	O₂ Echelle de base, ou fondamentale, des carrés / réglette Egalement marquée kW : puissances en kW (dynamo ou ligne électrique)	X^2
CI	Echelle des inverses de C	$1/X$
C	U₂ Echelle de base, ou fondamentale, sur la réglette	X
D	U₁ Echelle de base sur le corps	X
U	Echelle qui donne la valeur $\pi / 60 \approx 0,0523$ pour le calcul des vitesses périphériques	$0,523.X$

Au recto de la réglette

S	Echelle des angles pour sinus et cosinus	$5,7^\circ < \alpha < 90^\circ$, $\sin \alpha = 0,1X$
ST	Echelle des angles sinus et tangentes des angles faibles	$34' < \alpha < 5,7^\circ$, $\sin \alpha = 0,01X$
T	Echelle des angles pour tangentes et cotangentes	α de 0° à 45° , $\text{tg } \alpha = 0,1X$

Sur le champ inférieur

LL	Echelle exponentielles de $1,08$ à 10^5 Contraction des échelles plus classiques LL2 et LL3 mises bout à bout, en conséquence, e^1 est aligné avec 10 de l'échelle A ($e \approx 2,71828$) et non avec l'index de début de l'échelle D	e puissance ($X^2/10$)
K	Echelle des cubes	X^3

O₁, **O₂**, **U₂** et **U₁** : appellation des échelles **A**, **B**, **C** et **D** pour la règle ancienne Nestler 37

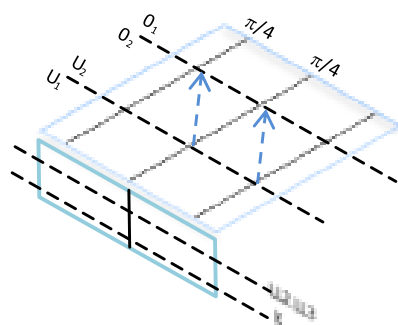


LES MARQUEURS ET LES VALEURS DES CONSTANTES

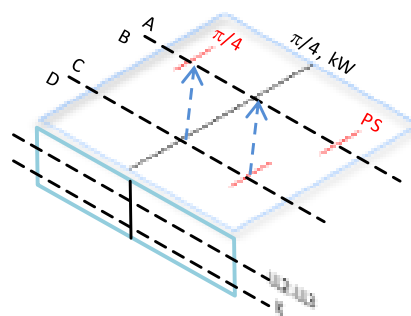
Repère	Désignation	Valeur approchée
π	Rapport entre circonférence et diamètre du cercle Sur les échelles A, B, C et D	3,1415926
c	Pour calcul de la surface du cercle $\sqrt{4/\pi} = 1,12838$ Sur échelle C	1,128
CU	Minimum de conductibilité du Cuivre à 15°C (20°C pour Staedler 54106, écart infime par rapport à Nestler 370) Sur les échelles A, B, C et D	57,2 (m/Ω.mm ²)
AL	Minimum de conductibilité de l'Aluminium à 15°C (20°C pour Staedler 54106) Sur l'échelle B	36,0 35,0 / Staedler)
736	Pour établir le rapport entre kW et Chevaux (PS : <i>Pferde-Stärke</i>) Sur les échelles A, C et D	0,736
MOT	Et pour simplifier le calcul du rendement d'un moteur. Sur l'échelle B	
DYN	Réciproque de MOT (736), pour simplifier le calcul du rendement d'une dynamo Sur l'échelle A	
$\sqrt{\quad}$	Pour des calculs cinématiques : $\sqrt{2g} = 4,23$ en système métrique. <i>Vitesse en mouvement à accélération constante γ :</i> $V = V_0 + \sqrt{2\gamma \cdot d}$	4,29447

 Retour

LE CURSEUR



- Curseur Nestler 37
- 4 lignes
 - 2 constantes ($\pi/4, \pi/4$)



- Curseur Nestler 370
Staedler-Mars 54106
- 5 lignes
 - 3 constantes ($\pi/4, \pi/4, PS/kW$)

 Retour



VUES SUR LES REGLES

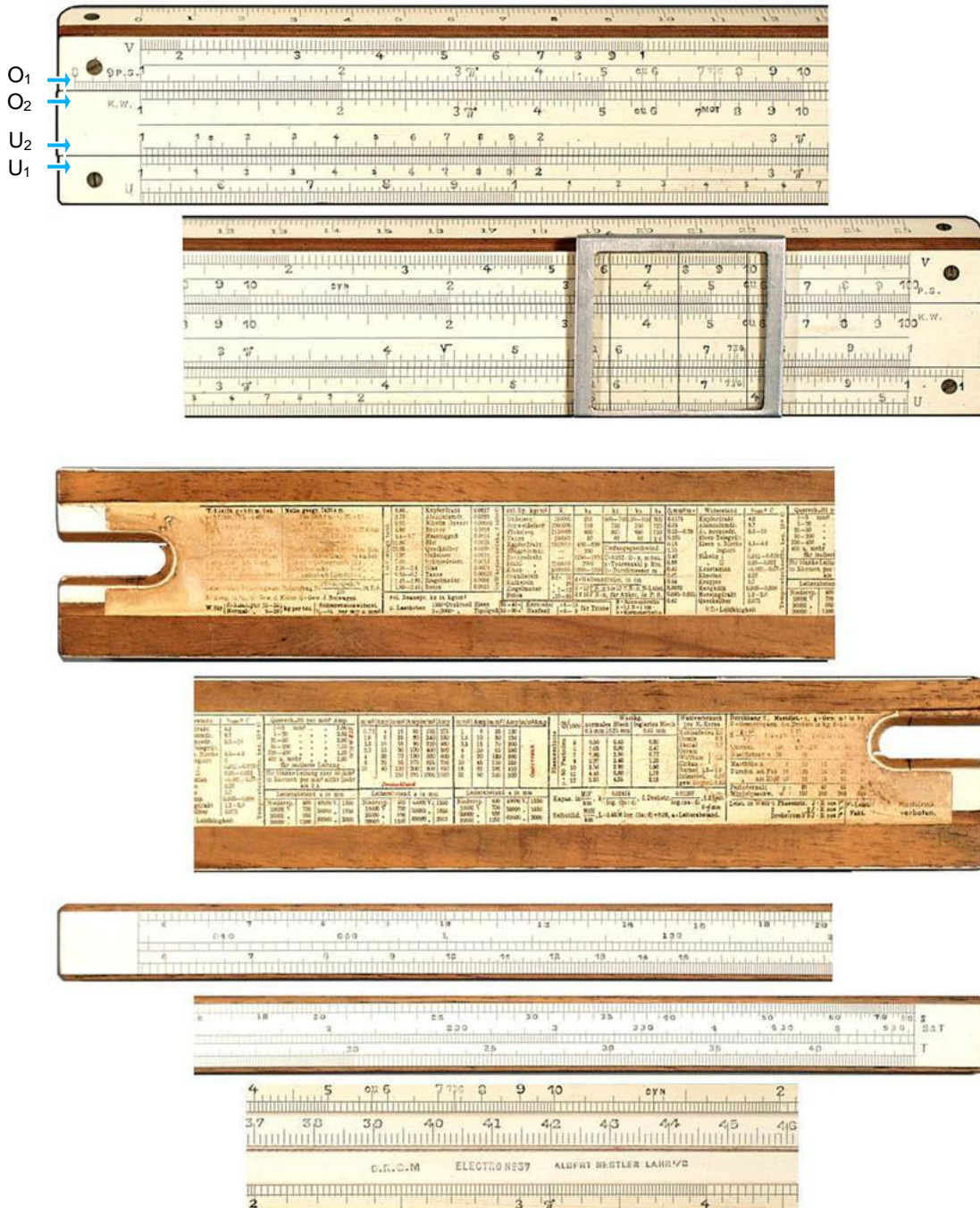
NESTLER 37 ELECTRO

planche descriptive de http://sliderulemuseum.com/HSRC_Menu.htm

279x37x10.6 mm

Echelles au verso et sur champ : 25cm // V, O₁(A) [O₂(B), U₂(C)] U₁(D), U // LL2-LL3, K #30-56cm# = échelle millimétrique à l'intérieur du corps sous réglette

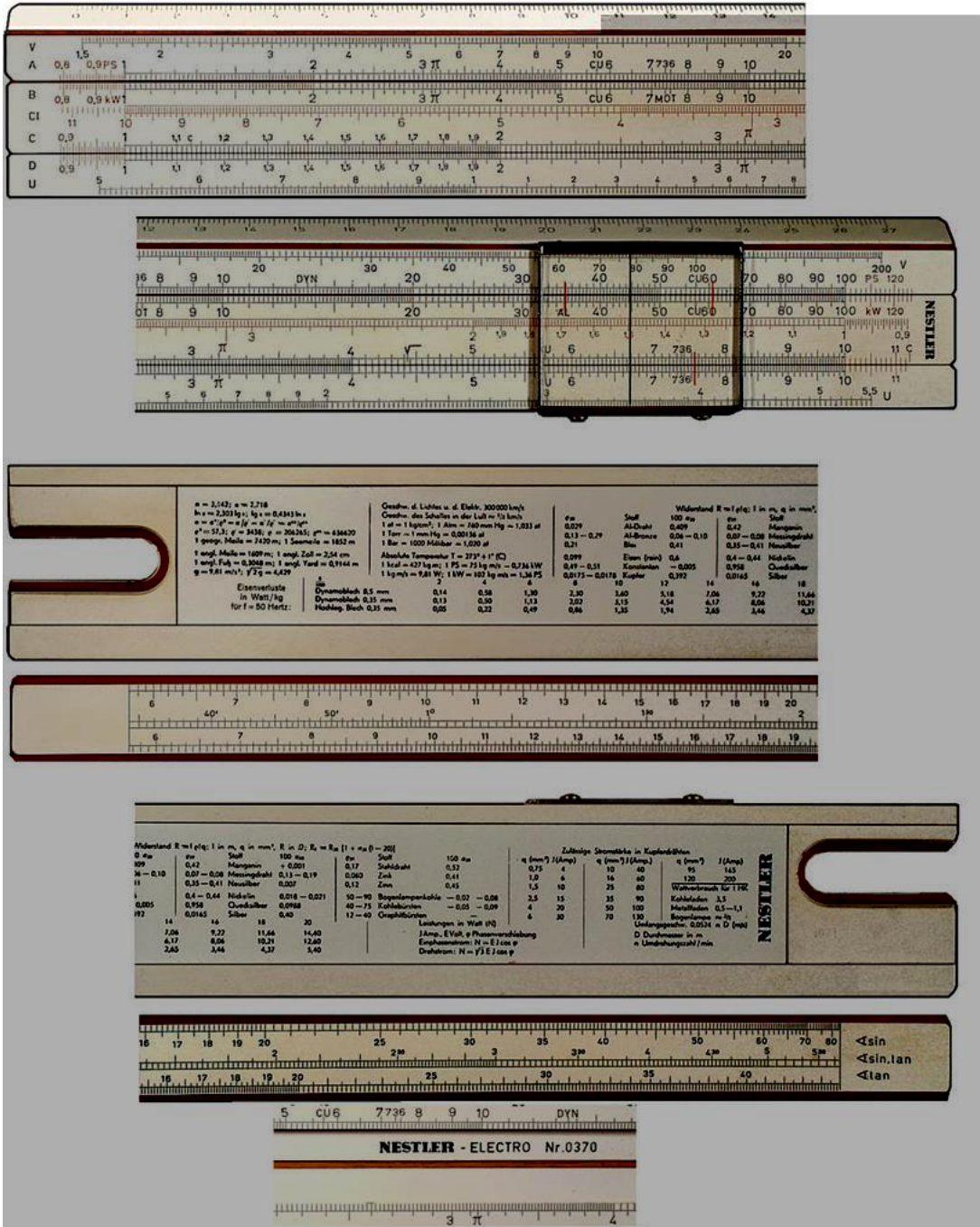
Echelles au recto (règlette) : [S, S&T, T]



NESTLER 370 ELECTRO

planche descriptive de http://sliderulemuseum.com/HSRC_Menu.htm

296x38x11.5 mm
 Echelles au verso et sur champ : 27cm // V, A [B, CI, C] D, U // sur champ : LL2-LL3, K
 Echelles au recto (réglette) : [\sin , $\sin.tan$, \tan]



Retour



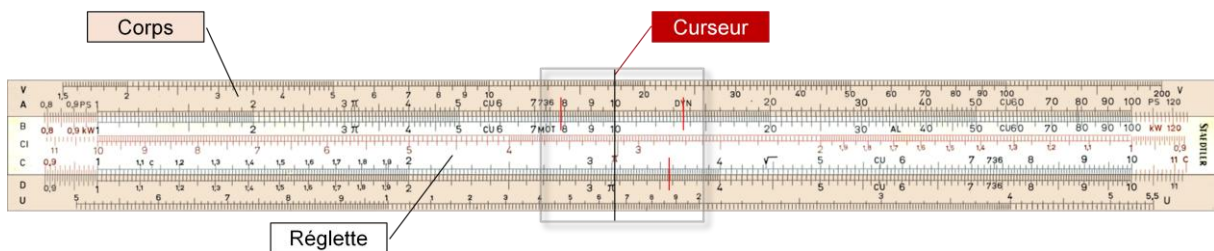
Electro Slide rules : Instructions - Version 1.2 (2011 nov.)
 THIS DOCUMENT IS UNCONTROLLED AND UNWARRANTED. USE AT YOUR OWN RISK.
 THE AUTHOR ASSUMES NO LIABILITY OF ANY KIND.

UTILISATION DES ECHELLES SPECIALES des Règles Nestler 37, Nestler 370 et Staedler-Mars 54106

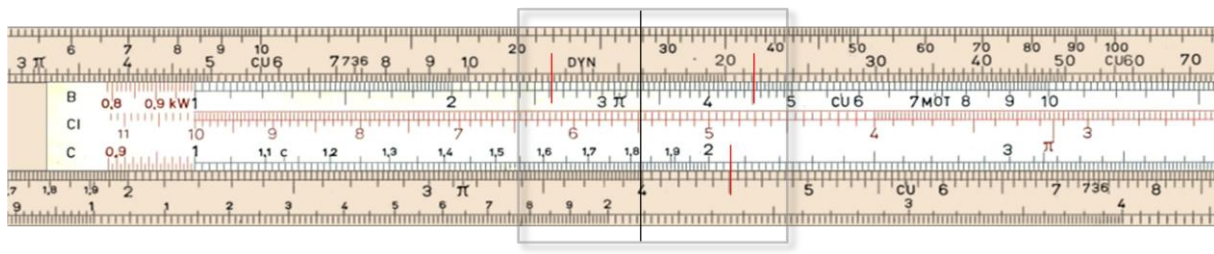
EXEMPLES

Pour illustrer les exemples qui suivent, la représentation de la règle est :

- corps en coloration sépia
- réglette en blanc
- curseur représenté seulement par ses lignes de lecture (*hairlines*)
 - 1 noire = index
 - 3 rouges
 - multiplication par $\frac{\pi}{4}$ sur échelle des carrés A ou B,
 - multiplication par 0,736 (conversion PS en kW) sur échelles A ou B.



opérations	symbole	Schématisation de la règle (exemple)
Point de départ	○	La règle et la réglette Position du curseur
Position intermédiaire	●	Voir figure ci-dessous
Affichage ou lecture intermédiaire (si besoin)	⊙	
Résultat final	⊗	



Exemple 1 :

Calcul de la résistance R en Ω d'une ligne d'alimentation en cuivre : diamètre de fil $d = 4$ mm et longueur $L = 300$ m.

$$R = c \frac{2L}{S} = (1/f) \frac{2L}{S}$$

$S \rightarrow$ section du conducteur : $S = \frac{\pi}{4} d^2$

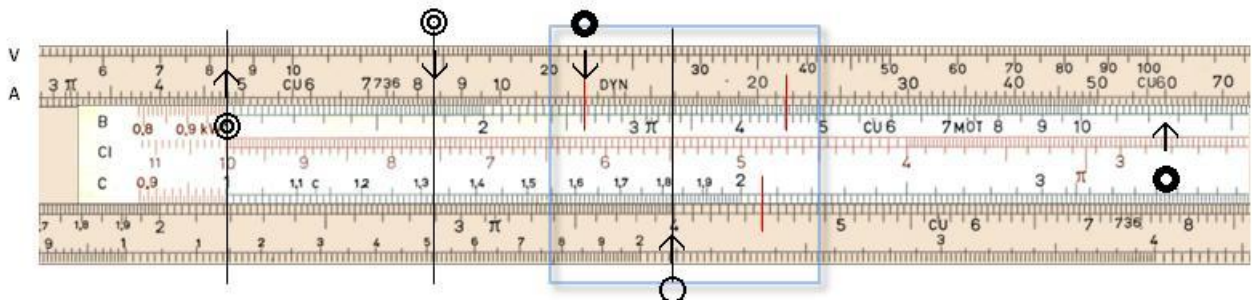
$c \rightarrow$ Résistance spécifique en Ω : $c = 1/f \approx 0,0175 =$ rapport entre l'échelle V et l'échelle A (voir le tableau des échelles)

$f \rightarrow$ Conductibilité : $f = 57,2$

- curseur sur 4 de l'échelle D
- lire $S = 12,55 \text{ mm}^2$ sur échelle A sous trait rouge du curseur (multiplication par $\frac{\pi}{4}$ du carré de 4)
- aligner 12,55 de l'échelle B sous 600 de l'échelle A ($2L = 300 \text{ m} \times 2$)
- curseur sur index gauche de B et lire **0,84 Ω** sur l'échelle V

Autre façon pour la dernière étape :

- curseur sur 4 de l'échelle D
- lire $S = 12,55 \text{ mm}^2$ sur échelle A sous trait rouge du curseur (multiplication par $\frac{\pi}{4}$ du carré de 4)
- aligner 12,55 de l'échelle B sous 600 de l'échelle A ($2L = 300 \text{ m} \times 2$)
- curseur sur 1-7-5 de B lire **0,84 Ω** sur A

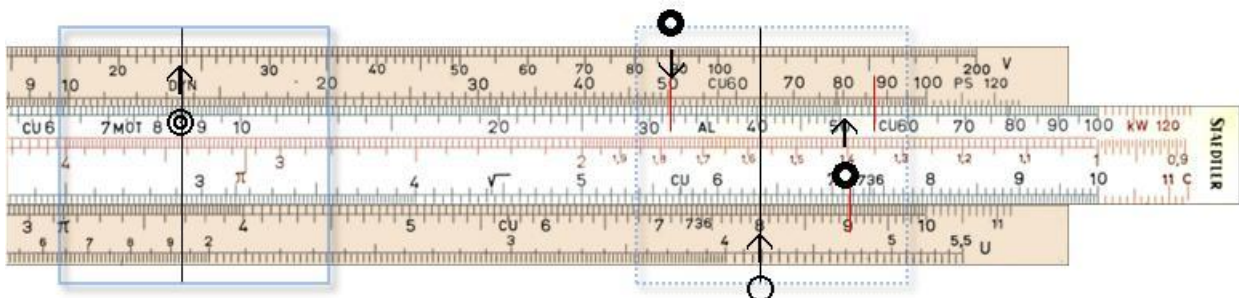


Exemple 2 :

Calculer la perte de tension ΔV sur une ligne d'alimentation de $L = 400$ m, les conducteurs ayant un diamètre 8 mm, lorsque le courant $J = 85$ A.

$$\Delta V = (1/f) \frac{2L \cdot J}{S}$$

- curseur sur 8 de D
- lire $50,3 \text{ mm}^2$ sous trait rouge du curseur sur A
- aligner 50,3 de B sous 800 de A ($= 2 \times 400 \text{ m}$)
- curseur sur 8-5 de B et lire **23,7 Volts** sur V

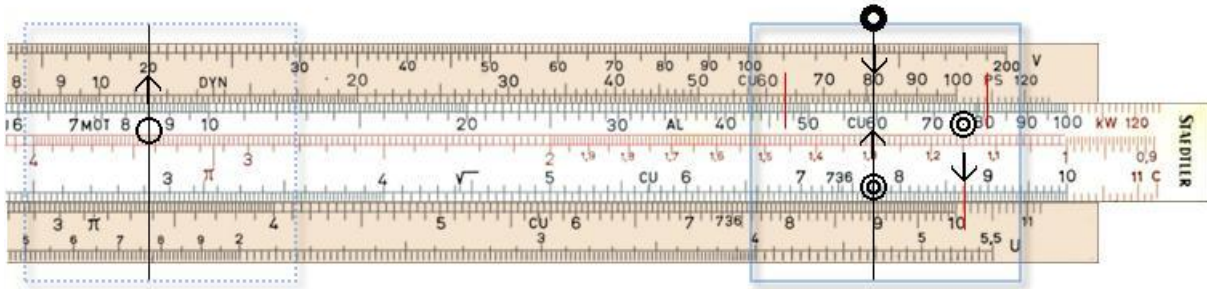


Exemple 3 :

Calculer la section S pour que la perte dans la ligne ne soit que de 20 Volts.

$$S = (1/f) \frac{2L \cdot J}{\Delta V}$$

- curseur sur 20 de V
- 85 de B sur curseur
- trait rouge du curseur sur 800 (= 2 x 400 m) de A
- ⊙ lire S = 59,5 mm² sur B sous trait rouge et d = 8,71 mm sur C sous index noir du curseur.



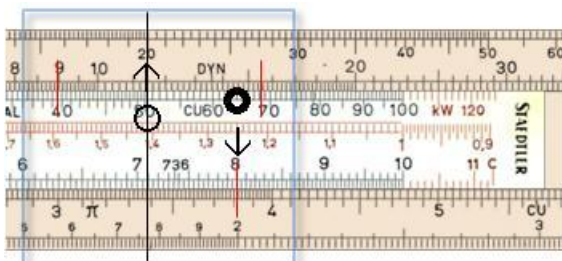
Remarque : une manière simple de redimensionner un conducteur pour une chute de tension voulue est d'appliquer la règle des proportions. La chute de tension est inversement proportionnelle à la section du conducteur.

$$\Delta V \cdot S = \frac{2L \cdot J}{f} = \text{constant} \rightarrow \Delta V \cdot S = \Delta V_{\text{finale}} \times S_{\text{finale}}$$

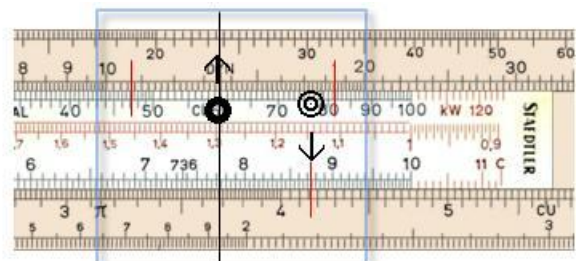
donc : $\Delta V / S_{\text{finale}} = \Delta V_{\text{finale}} / S$ et, la règle étant positionnée, on utilise la règle comme pour établir une table de conversion

Les opérations sont alors les suivantes :

- Index curseur sur la valeur voulue sur l'échelle V soit $\Delta V_{\text{finale}} = 20$ Volts
- Diamètre actuel du conducteur $d = 8$ sur échelle C sous le trait rouge inférieur droite du curseur
- Index curseur sur $\Delta V = 23,7$ Volts sur échelle V
- ⊙ Lecture du nouveau diamètre $d_{\text{finale}} = 8,71$ mm sur échelle C sous le trait rouge inférieur droite du curseur.



● : Déplacement de la règle
8 de C sur trait rouge inférieur



● : Déplacement du curseur
Index noir sur 23,7 sur V



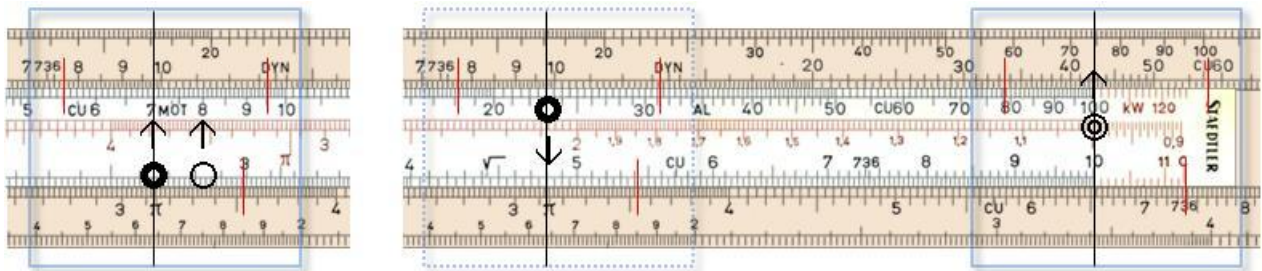
Exemple 4 :

Une alimentation de longueur simple $L = 560$ m est soumise à une tension de $V = 480$ Volts pour transmettre une puissance $W = 70$ kW.

Calculer la section S pour que la perte ne ligne ne soit que $p = 8\%$.

$$S = \frac{2L.W}{f(0,01.p)V^2} = \frac{1120 \times 70\,000}{57,2 (0,08)480^2} = 74,4 \text{ mm}^2$$

- aligner 8 de l'échelle B sous 1120 de l'échelle A
- curseur sur 70 000 (7-00-00) de l'échelle B
- aligner 480 (4-8-0) de l'échelle C sous curseur
- ⊙ curseur sur index 10 de l'échelle B
- ⊙ lire $S = 74,4 \text{ mm}^2$ sur l'échelle V.



Exemple 5 :

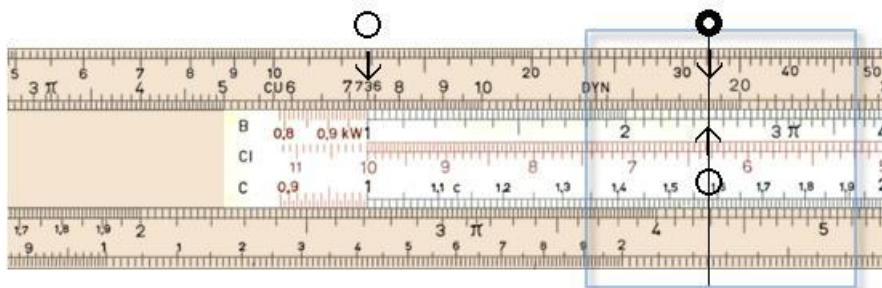
Une ligne admise pour une ligne de 3 fils d'un conducteur à haute tension est $p = 6\%$. La longueur simple est $L = 35$ km, la puissance à transmettre est de $P = 2500$ Chevaux sous une tension $V = 15000$ Volts.

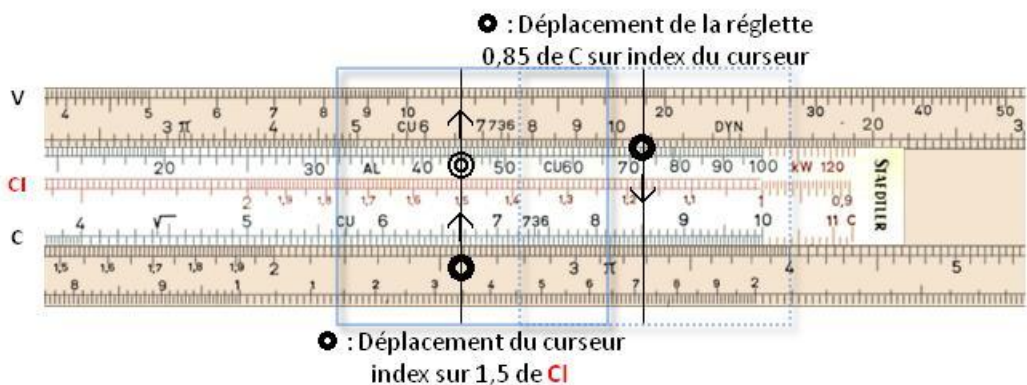
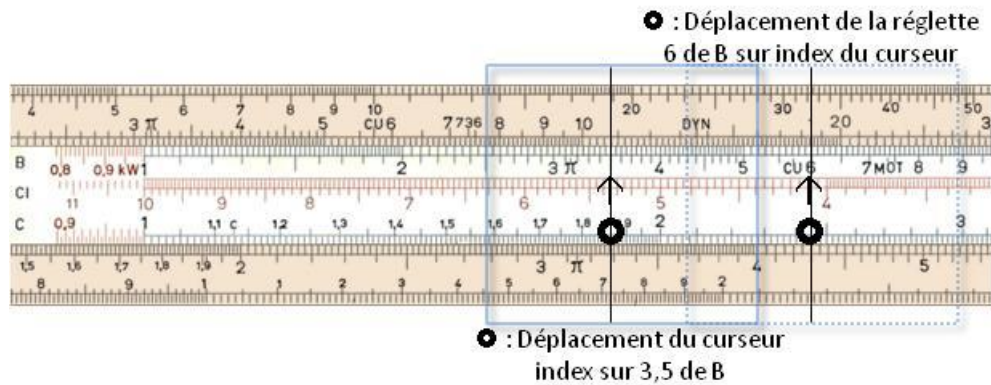
Quelle doit être la section totale S de la ligne si le facteur de puissance $\cos \varphi = 0,85$?

$$S = \frac{(1,75)L.W}{p.V^2.\cos^2\varphi} = \frac{1,75 \times 35000 \times 2500 \times 736}{6 \times 15000^2 \times 0,85^2} = \frac{1,75 \times 3,5 \times 2,5 \times 7,36}{6 \times 1,5^2 \times 0,85^2} 10^1 = 115,5 \text{ mm}^2$$

$$1,75 = \frac{1}{f} \cdot 10^2 \quad \text{de même } 6 = (0,06) 10^2$$

- index gauche de B sous 7,86 de A
- index curseur sur 2,5 de B, on peut alors lire la puissance P en Watts : $P = 1840$ kW
- 6 de B sous l'index curseur
- index curseur sur 3,5 de B
- 0,85 de C sous index curseur
- index curseur sur 1,5 de CI (échelle inverse de C)
- ⊙ lire $S = 115,5 \text{ mm}^2$ sur V (prise en compte du facteur 1,75)





$S = 115,5 \text{ mm}^2$

Chaque section de fil = $115,5 / 3 = 38,5 \text{ mm}^2$, le diamètre du fil est 7 mm.

Exemple 6 :

Pour cette même ligne quelle doit être V pour que la perte soit réduite à 4% ?

$$V = \sqrt{\frac{1,75 \cdot L \cdot W}{S \cdot p \cdot \cos^2 \varphi}} = \sqrt{\frac{1,75 \times 35000 \times 2500 \times 736}{115,5 \times 4 \times 0,85^2}} = 10^5 \sqrt{\frac{3,5 \times 2,5 \times 7,36}{57,2 \times 11,55 \times 4 \times 0,85^2}} = 18\,390 \text{ Volts}$$

- repère 57,2 (inverse de 0,0175) de B sous 3,5 (35) de A
- curseur sur 2,5 (25) de B
- 11,55 de B sur index curseur
- Index curseur sur 7,36 de B
- 4 de B sur index curseur
- Index curseur sur 0,85 de CI
- ⊙ Lecture de $V = 18\,390 \text{ Volts}$ sur D

Remarque importante : choix de 35 et 25 au lieu de 3,5 et 2,5 : a évité des reports de règle. Il est important de garder le même rapport de magnitude par couple de 2 nombres, soit un couple au numérateur, soit un couple au dénominateur. Cela se traduit par un nombre pair (2q) de décalage de la virgule sous le radical. Ainsi la racine extraite par lecture sur D a les bons chiffres significatifs. Sinon le résultat serait faussé d'un facteur $10^N \sqrt{10}$ (N = nombre entier positif ou négatif).

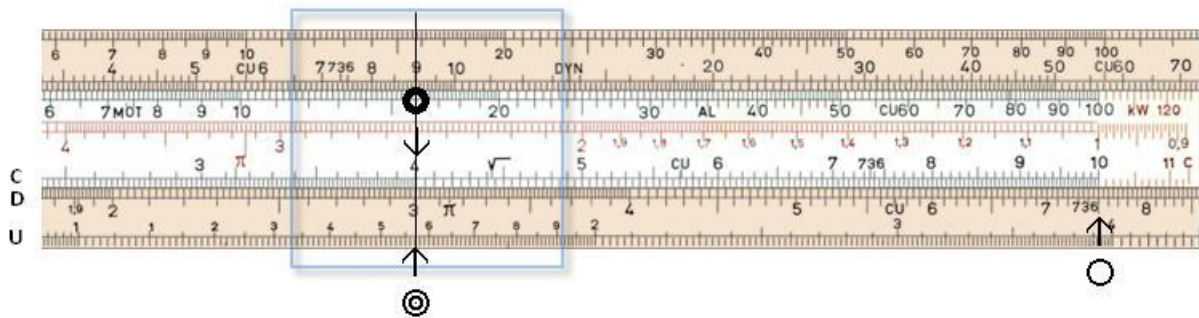


Exemple 7 : pour utilisation de l'échelle U (facteur $U = \pi/60$)

Une poulie de 400 mm de diamètre $D = 0,4$ m tourne à $n = 750$ tr/min.
Quelle est la vitesse périphérique V_p en m/s ?

$$V_p = \frac{\pi}{60} n \cdot D = \frac{\pi}{60} \times 750 \times 0,4 = 15,70 \text{ m/s}$$

- index droite de C sur 750 (7-5)
- index curseur sur 0,4 (4) de D
- lire $V_p = 15,70$ m/s sur l'échelle U



Exemple 8 :

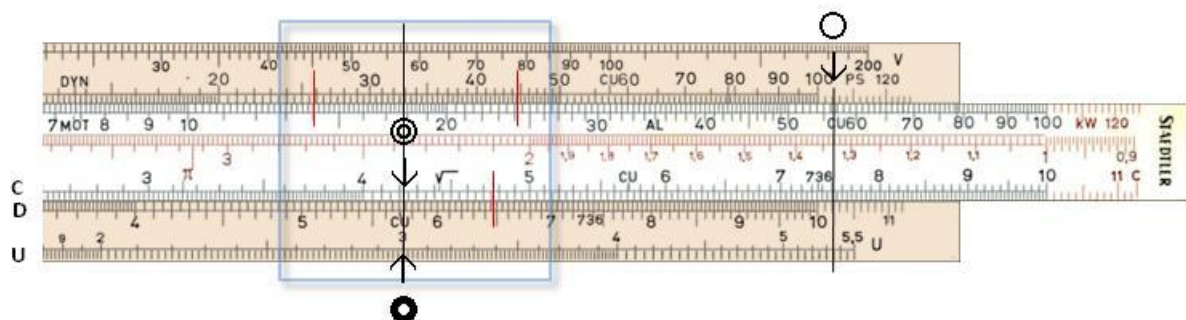
Le pignon moteur d'un engrenage a un diamètre primitif $D = 120$ mm et transmet une puissance $P = 30$ chevaux à la vitesse $n = 850$ tr/min. Quel est l'effort tangentiel T en kgf ?

$$T = \frac{75P}{U \cdot n \cdot D} = \frac{75P}{\left(\frac{\pi}{60}\right) \times 850 \times 0,12} = 421,5 \text{ kgf}$$

Le facteur **75** est = 736/9,81 transforme les chevaux en Watts et les Newtons en kgf.
Le diamètre est exprimé en mètres.

Ici on permute le numérateur et le dénominateur et le résultat final est lu sur l'échelle C.
La difficulté est l'évaluation de la magnitude (position de la virgule).

- Index C sur 1-2 de D
- Curseur sur 8-5-0 de C
- 7-5 de C sous curseur
- Curseur sur 30 de U
- Lecture de $T = 421,5$ kgf sur C



 Retour



D'AUTRES UTILISATIONS AVEC LES ECHELLES CLASSIQUES DU SYSTEME RIETZ

Le manuel de la règle ancienne Nestler modèle 37 présente quelques exemples de problèmes traités par des formules empiriques : moyens rapides de l'époque de cette règle.

Quel diamètre d en mm (millimètre) donner à un arbre devant transmettre une puissance P exprimée en chevaux à une vitesse n en tr/min ?

Formules empiriques :

$$d = 120 \sqrt[3]{P/n} \text{ à } d = 120 \sqrt[4]{P/n}$$

et $d = 160 \sqrt[3]{P/n}$ pour les arbres d'induits.

Quel doit être l'écartement maxi A en m (mètre) entre 2 poteaux pour la suspension d'un fil de cuivre de diamètre d en mm (millimètre), si la flèche F en m (mètre) est imposée et si la tension admise ne doit pas être supérieure à k en kg/cm² ?

Formule empirique :

$$\text{Tension totale } Kt = \frac{M.A^2}{8F} ; \quad A = \sqrt{\frac{8F.Kt}{M}}$$

Avec M = masse spécifique en kg/m = $(8,9.10^3).(\pi.d^2/4).10^{-6} = 8,9.(\pi.d^2/4).10^{-3}$
or Kt (en kg) = $k.(\pi.d^2/4).10^{-2}$

au final $A = \sqrt{\frac{8F.Kt}{M}} = \sqrt{\frac{80F.k}{8,9}}$; pour une tension unitaire et une flèche donnée, l'écartement est indépendant du diamètre du fil !

Les calculs se mènent sur les échelles A et B et le résultat final se lit sur D.

On peut aussi calculer M et Kt par un seul déplacement de règlette en utilisant les constantes $\pi/4$ qui marquent la distance entre les lignes du curseur (page 4), les déplacements du curseur font le reste.

Calcul de rendements avec Nestler 37 et 370, ou Staedler-Mars 54106

Exemple I :

Une turbine développant 125 PS entraîne une dynamo délivrant 85 kW. Quel est le rendement de la dynamo ?

- 8-3 de l'échelle kW (échelle B, O2) sous 1-2-5 de l'échelle PS (échelle A, O1)
- au droit de la marque **DYN**, lire $\eta = 0,923$ sur échelle kW (échelle B).

Exemple II :

Une ligne de transport délivre une puissance de 90 kW à un moteur qui développe 105 PS. Quel est le rendement du moteur ?

- 90 de l'échelle kW (échelle B) sous 105 de l'échelle PS (échelle A)
- au droit de la marque **MOT**, lire $\eta = 0,858$ sur l'échelle PS (échelle A).



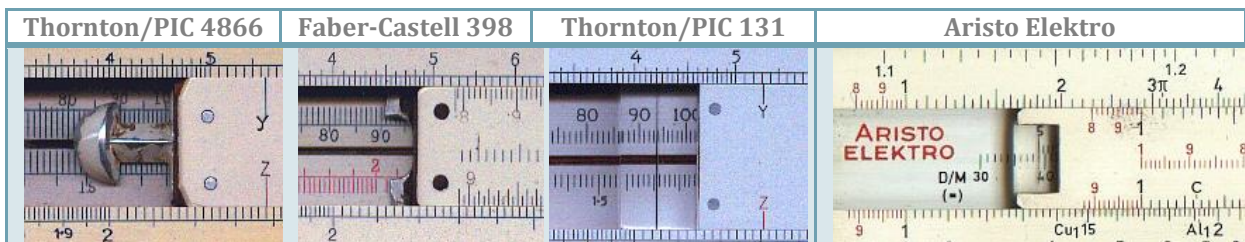
AUTRES TYPES DE REGLES ELECTRO : QUELQUES EXEMPLES

Nombreux sont les modèles de règles présentant les échelles {Rendement Dynamo/Moteur} et {Chute de tension en Volt}.

Ces échelles fixes sur le corps sont :

- soit sous réglette (l'échelle est découverte par déplacement de la réglette et les résultats sont lus sous un curseur, de type "ciseau" ou transparent avec une ligne, attelé à l'extrémité gauche de la réglette.
- soit sur la surface du corps ce qui est plus commode avec une lecture directe sous la gravure du curseur principal.

Quelques exemples de curseur en extrémité gauche de réglette

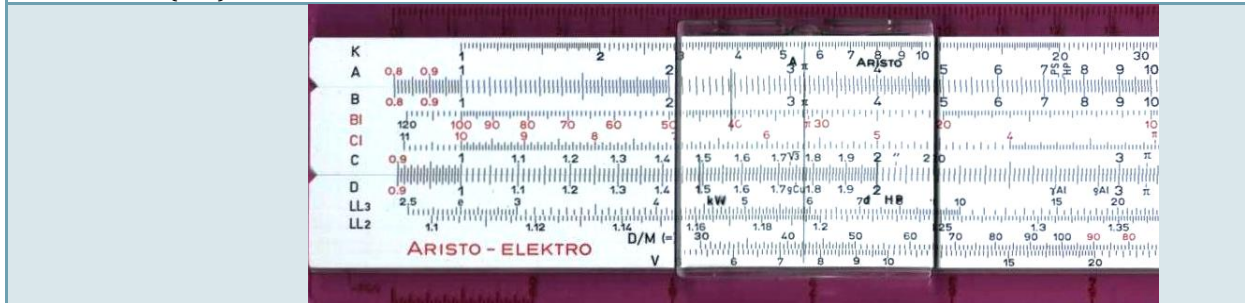


Quelques exemples de règles avec échelles sur la surface du corps

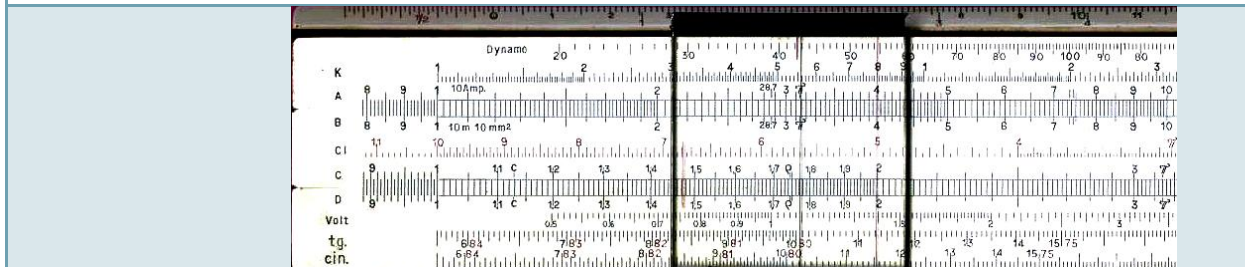
Graphoplex 650 de poche



Aristo 915 E (10")



Diwa 311 Electro



LA REGLE FABER-CASTELL 67/98b

Description de la règle Faber-Castell 67/98b

Le recto et les échelles électriques $\eta\%$ et ΔV



Les échelles {Rendement Dynamo/Moteur} $\eta\%$ et {Chute de tension en Volt} ΔV sont gravées sur un biseau au bas du corps de la règle.

Pour la compréhension de ces échelles, il faut d'abord lire l'échelle A de la façon suivante :

- Index gauche 1 = 10
- Index centre 1 = 100 = 10^2
- Index droite 1 = 1000 = $10^2 \times 10$

L'échelle {Rendement Dynamo/Moteur} $\eta\%$ est une échelle croissante de 20% à 100% pour Dynamo et décroissante de 100% à 20% pour Motor. L'index 100 est en alignement avec 7-3-5 de A (le rapport ici admis entre PS et kW est 1PS/1kW = 0,735) de l'échelle des carrés A.

- 20% de Dynamo est en alignement avec { $20 \times 0,735$ } de A : alignement avec une échelle A décalée à gauche du facteur 0,735
- 20% de Motor est en alignement avec { $735/20$ } de A : alignement avec une échelle classique "carrés" inverse (AI) décalée de 7,35.

L'échelle {Chute de tension en Volt} ΔV est une échelle des carrés décalé du facteur 5,6 (prise en compte de la conductibilité spécifique du cuivre étiré à froid, ici $56 \text{ m}/\Omega \cdot \text{mm}^2$ à environ 20°C).

Toutes les règles portant l'échelle "chute de tension en Volt" sont étalonnées au niveau de l'index gauche des échelles des carrés (échelles A et B selon la norme internationale) en Ampérage initial, en Longueur initiale et en Section de conducteur initiale.

Pour la Faber-Castell 67/98b :

Ampérage initial = **10 A**

Longueur initiale = **10 m**

Section initiale = **10 mm²**

D'où une chute de tension initiale = $10/56 = 0,1786$ Volt

Une règle d'origine anglo saxonne peut être étalonnée de la façon suivante :

Ampérage initial = 10 A

Longueur initiale = 10 yards

Section initiale = 0,01 sq. inches (ou 0,01 sq. inches) (ou 10 000 circular mils)

Le verso de la règlette : des graduations particulières !



Graduations en angles pour les valeurs trigonométriques :

- pour sinus de [34'22,7"] à 90° donc à utiliser en regard de l'échelle A → sinus lus de 0,01 à 1,00.
- pour tangentes de [5°44'21" à 45°]. Les tangentes des angles faibles sont à assimiler aux sinus des angles faibles : $\text{tg } \alpha \approx \sin \alpha \approx \alpha$ en radians si α en degrés $< 5,5^\circ$

L'échelle des mantisses des logarithmes base 10 est graduée de 1,0 à 0,0 au lieu de 0,0 à 1,0. En conséquence, lecture d'une mantisse sur l'échelle de base {1-10} en déplaçant la règle au lieu de lecture directe par déplacement seul du curseur.



Utilisation de l'échelle {Chute de tension en Volt} ΔV

L'utilisation est très simple. Ce qui est décrit et illustré ci-après est applicable à toute règle portant ces deux échelles sur le corps.

Exemple A :

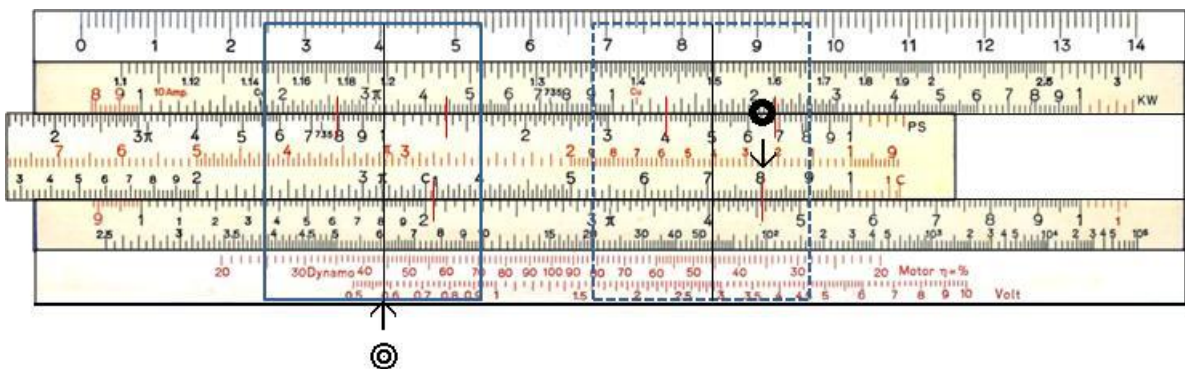
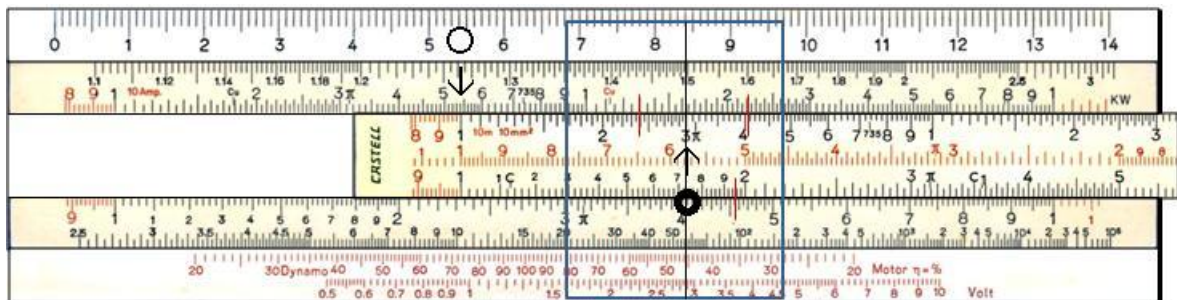
Une ligne de transport d'un diamètre $d = 8 \text{ mm}$ et d'une longueur $L = 30 \text{ m}$ est parcourue par un courant $i = 54 \text{ A}$. Quelle est la chute de tension ΔU ?

$$\Delta U = (i.L)/(C.S)$$

c = conductibilité à 20°C du cuivre étiré

$$S = (\pi/4)d^2$$

- Index gauche de l'échelle B sur 5-4 de l'échelle A (multiplication : $10 \text{ A} \times 5,4 = 54 \text{ A}$)
- Curseur sur 3 de l'échelle B (multiplication : $10 \text{ m} \times 3 = 30 \text{ m}$)
- 8 de l'échelle C sur trait bas à droite du curseur (division par $(\pi \cdot 8^2/4)/10 = 5,02$)
- ⊙ Curseur sur index "milieu" de l'échelle B → voir **Explication** ci-dessous.
- ⊙ Lecture de $\Delta U \approx 0,575$ Volt. (5,75 serait ΔU avec une ligne de section = $5,02 \text{ mm}^2$)



La division par la section du fil de cuivre $\varnothing 8 \text{ mm}$: Explication

L'échelle est étalonnée à gauche (index 1 à gauche) pour **10 Ampères, 10 mètres et 10 mm^2** de section de fil conducteur en cuivre. La chute de tension est, à ce niveau : 0,1786 Volt selon la conductibilité du cuivre adoptée.

Les opérations consistent à multiplier cette perte par le rapport des Ampérages, puis par le rapport des longueurs et enfin à diviser par le rapport des sections de conducteur :

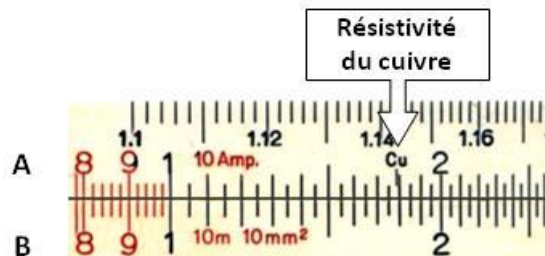
$$(0,1786) \frac{54 \cdot 30 \cdot 10}{10 \cdot 10 \cdot \left(\frac{\pi}{4}\right) 8^2} = 0,5756 \text{ V}$$

L'échelle A est gravée $1 \rightarrow 1 \rightarrow 1$ et non $1 \rightarrow 10 \rightarrow 100$ comme habituellement pour une échelle des carrés. Et comme pour tout calcul avec des échelles logarithmique il faut être attentif à la magnitude des résultats intermédiaires et finaux. Ainsi, pour l'ampérage, cette échelle est lue $10 \rightarrow 100 \rightarrow 1000$.



La division par la section est, dans l'exemple, une division par un nombre > **10**, ainsi la lecture se fait sous l'index immédiatement à gauche de la plage où se lit la section en mm² (≈ 50,2 mm²). Dans le cas où, pour lecture du résultat final, le trait du curseur tombe en dehors de la plage gravée de ΔV , on lit sous l'index immédiatement à droite ou à gauche selon la configuration et on divise ou on multiplie par 10 la valeur lue.

Autre mode d'emploi : calcul à partir de la marque **Cu** = résistivité à 20°C du cuivre étiré à froid (réalisable avec toute règle généraliste)



- index gauche de B sous la marque Cu de A
- curseur sur 5-4 de B
- 8 de C sur trait en bas à droite du curseur
- ◎ lecture du résultat $\Delta U = 0,575$ Volt sur A au niveau de l'index droite de B.

Exemple B :

Une ligne de transport d'un diamètre $d = 0,14''$ et d'une longueur $L = 131$ yards est parcourue par un courant $i = 20,4$ A. Quelle est la chute de tension ΔU ?

$L = 131$ yards = 119,7 m
 $D = 0,14'' = 3,56$ mm
 $S = 0,0154$ in² = 9,94 mm² = 19600 circular mils (=140x140)

- Index gauche de l'échelle B sur 2-0-4 de l'échelle A (multiplication : 10 A x 2,04 = **20,4** A)
- Curseur sur 1-1-9-7 de l'échelle B (multiplication : 10 m x 11,97 = **119,7** m)
- 9-9-4 de l'échelle B sur trait du curseur (division par 9,94 mm²)
- ◎ Curseur sur index droit de l'échelle B et lecture de $\Delta U \approx 4,38$ Volt.

Ci-dessous, les résultats du même exemple obtenus avec d'autres règles Electro

Modèle	Pays	ΔU en Volt	Remarques
Thornton/PIC 131	Angleterre	4,24	<
Faber-Castel 1/98	Allemagne	4,14	<<
Faber-Castel 378	Allemagne	8,5	Calcul pour une alimentation : 2 fils
Unique Electrical	Angleterre	4,16	<
W & G 432	Australie	4,19	<
Graphoplex 650	France	8,5	Calcul pour une alimentation : 2 fils avec règle virtuelle depuis IRSM C lue = 57,2 m/Ω.m ²
Faber-Castel 67/98b	Allemagne	4,38	C = 56 m/Ω.mm ²



Utilisation de l'échelle {Rendement Dynamo/Moteur} $\eta\%$

Cette échelle permet d'exprimer le rapport entre deux puissances alors qu'elles sont exprimées dans des unités différentes : en KW pour des génératrices, en PS (Pferde Starke : chevaux) pour les moteurs.

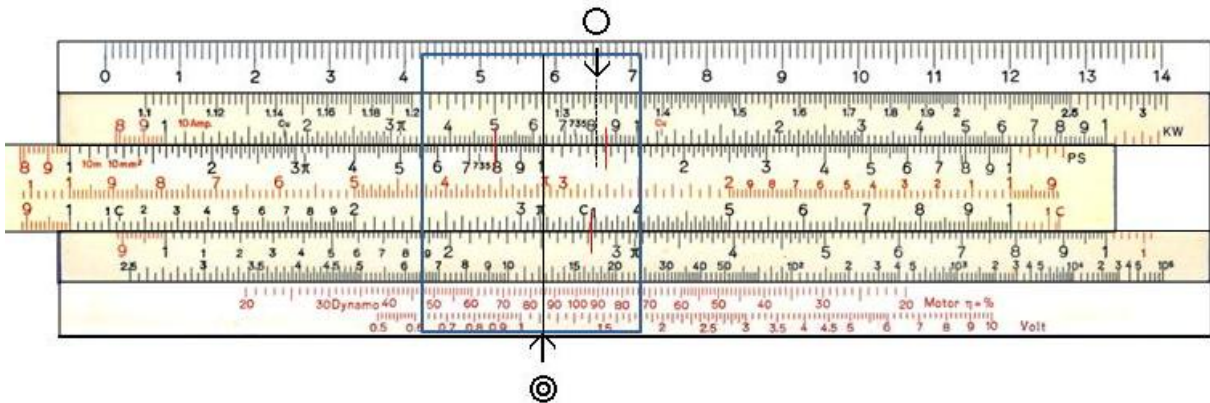
Valeur du "cheval vapeur" selon les modèles de règles, quelques exemples :

modèle	valeur	symbole	commentaires
Faber-Castel 67/98b	735	PS	1 cheval vapeur métrique = 735,49875 W En général, 1 PS = 736 pour les règles allemandes et françaises. Les règles françaises ont adopté le symbole PS.
Graphoplex 650	736	PS	
Thornton/PIC 131	746	HP	1 HP (horse power) = 746 W. En général, les règles anglo-saxonnes utilisent le HP.

Exemple ① :

Une turbine développant 130 PS entraîne une dynamo délivrant 82 kW. Quel est le rendement de la dynamo ?

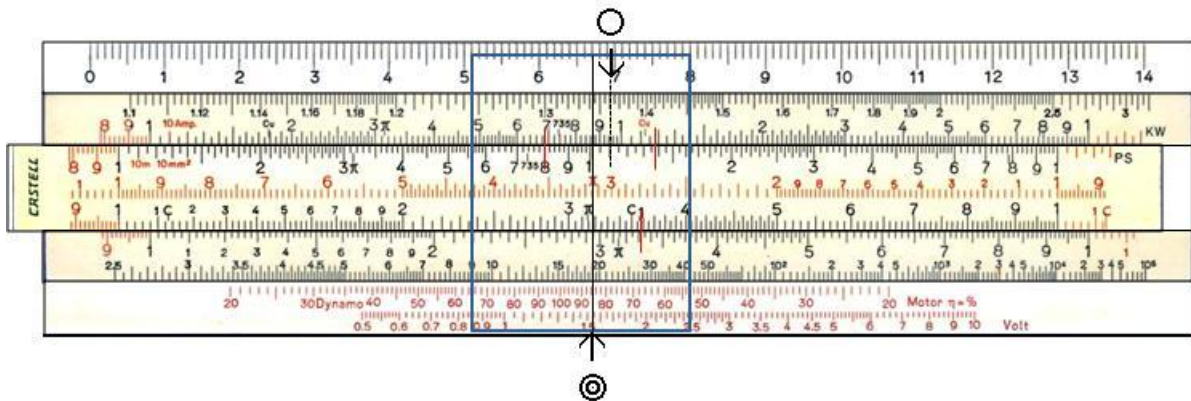
- 1-3-0 de l'échelle PS (échelle B) sous 8-2 de l'échelle PS (échelle A)
- ⊙ au droit de l'index 1 milieu, lire $\eta = 0,86$ sur échelle $\eta\%$.



Exemple ② :

Une ligne de transport délivre une puissance de 95 kW à un moteur qui développe 110 PS. Quel est le rendement du moteur ?

- 1-1-0 de l'échelle PS (échelle B) sous 9-5 de l'échelle kW (échelle A)
- ⊙ au droit de l'index 1 milieu, lire $\eta = 0,85$ sur l'échelle $\eta\%$.



FIN DU DOCUMENT version 1.2, novembre 2011



Electro Slide rules : Instructions - Version 1.2 (2011 nov.)
THIS DOCUMENT IS UNCONTROLLED AND UNWARRANTED. USE AT YOUR OWN RISK.
THE AUTHOR ASSUMES NO LIABILITY OF ANY KIND.

Retour