NOTICE

SUR L'EMPLOI DE LA

RÈGLE A CALCULS

SIMPLIFIÉE

DE

J. BOURNISIEN

IMPRIMERIE OUVRIÈRE 9, rue Darnet. LIMOGES

1917

· NOTICE ·

SUR L'EMPLOI DE LA

RÈGLE A CALCULS

SIMPLIFIÉE

EXPOSÉ SOMMAIRE DE LA THÉORIE DE LA RÈGLE. — La règle à calculs est la représentation graphique des logarithmes; par le calcul logarithmique, l'opération $a \times b$ revient à trouver le nombre dont le logarithme est égal à la somme des logarithmes des facteurs.

Ainsi $a \times b =$ nombre (log. $a +$ log. b)

Si donc nous représentons graphiquement log. a et log. b, en portant les deux longueurs obtenues à la suite l'une de l'autre, la longueur totale représentera bien le logarithme du produit $a \times b$.

La division s'effectue par le même procédé en retranchant les longueurs correspondant aux logarithmes des facteurs.

DESCRIPTION (1). — La règle à calculs comprend deux pièces : la règle proprement dite et la réglette, ce dernier terme s'appliquant à la languette qui coulisse à frottement doux dans la règle (fig. 1).

La partie supérieure de la règle comporte une échelle de 25 centimètres de longueur, divisée en une série de graduations inégales sur lesquelles sont inscrits les chiffres 1, 2, 3, ...9, en caractères de 2 millimètres de hauteur.

L'intervalle compris entre les nombres 1-2 est divisé en dix parties numérotées en petits caractères 1, 2, 3, ...9; chacune de ces divisions représente la dixième partie de la valeur attribuée au chiffre 1.

Chacune de ces dix parties est subdivisée en dix autres

(1) Pour toutes les explications qui vont suivre, consulter la planche à la fin de la notice.

représentant le dixième de sa valeur ou le centième de la valeur attribuée au chiffre 1.

Les intervalles 2-3 et 3-4 sont divisés en dix parties et chacune de celles-ci en cinq; on comprendra facilement que chacune de ces dernières représente le cinquième de l'unité immédiatement supérieure, ou le cinquantième de la valeur attribuée aux chiffres 2 et 3.

Les intervalles 4-5, 5-6, 6-7, 7-8, 8-9, 9-1, sont divisés en dix parties et chacune d'elles en deux parties qui valent la moitié de l'unité précédente.

La réglette porte deux échelles identiques à l'échelle de la règle.

LECTURE DES NOMBRES. — Considérons une quelconque des trois échelles; les chiffres 1, 2, 3, ...9, représentent non

seulement les nombres	1	2	3	 9
mais aussi	10	20	30	 90
	100	200	300	 900
	1.000	2.000	3.000	..... 9.000
	etc..................................			
ainsi que	0,1	0,2	0,3	 0,9
	0,01	0,02	0,03	 0,09
	etc..............................(1)			

On voit par là que chaque échelle contient tous les nombres.

Tous les nombres commençant par 1 se liront dans l'intervalle 1-2; tous ceux commençant par 2 se liront dans l'intervalle 2-3, etc.

Exemples. — I. *Indiquer le nombre 125 sur la règle :*

Ce nombre peut s'écrire 100 + 20 + 5. Commençant par 1, il se trouve dans l'intervalle 1-2; attribuer au chiffre 1 la valeur 100; en vertu de ce que nous avons dit plus haut, chacune des petites divisions 1, 2, 3, etc., étant dix fois plus petite que la valeur attribuée à 1, vaudra 10. La division 2 représentera le nombre 100 + 20, la division 3 représentera le nombre 100 + 30; 125 est compris entre les divisions 2 et 3; chaque division de l'intervalle 2-3 étant dix fois plus petite que la valeur attribuée à 2, si 2 représente des dizaines, cha-

(1) Rappelons que le zéro n'est pas un chiffre significatif.

que division représentera une unité. Compter cinq divisions et on obtient le nombre 125.

II. *Indiquer le nombre 246 :*

Commençant par 2, il se trouve dans l'intervalle 2-3; fixer la valeur de 2 à 200, la division de l'ordre immédiatement inférieur représentera une dizaine; en compter quatre; chacune des petites divisions vaut deux unités, car il n'y en a que cinq dans l'intervalle des dizaines, trois divisions font 6; la troisième division représente le nombre cherché.

III. *Indiquer le nombre 1.754 :*

Ce nombre commençant par 1 se trouve dans l'intervalle 1-2; attribuer à 1 la valeur 1.000; par suite, les petits chiffres représentent des centaines; la division 7 indique le nombre 1.700; les divisions dix fois plus petites représentent les dizaines; en compter cinq, ce qui donne 1.750; le nombre d'unités 4 est compris entre la cinquième et la sixième division; apprécier à vue d'œil une longueur un peu plus petite que la moitié, qui représente le nombre cherché.

IV. *Indiquer le nombre 35,8 :*

Ce nombre est dans l'intervalle 3-4; attribuer au 3 la valeur 30; chacune des dix divisions de l'intervalle vaut 1; en compter cinq, ce qui donne 35. 35,8 est compris entre la cinquième et la sixième division; cette division est subdivisée en cinq parties qui valent chacune 0,2; compter quatre divisions, la quatrième représente le nombre 35,8.

V. *Indiquer le nombre 0,25 :*

Ce nombre commençant par 2 est compris dans l'intervalle 2-3; faire 2 = 0,2; chacune des divisions de l'intervalle 2-3 étant dix fois plus petite vaut 0,01; compter cinq divisions qui donnent 0,25.

VI. *Indiquer le nombre 623 :*

Ce nombre est compris dans l'intervalle 6-7; faire 6 = 600; les divisions plus petites représentent des dizaines; en compter deux. Il n'y a qu'une division entre 620 et 630, chaque partie vaut 5 et on ne peut obtenir exactement que le nombre 625. On apprécie à vue d'œil le nombre 623 compris entre 620 et 625.

Remarques. — *a)* Conformément à ce que nous avons dit sur la valeur des nombres, les nombres 1.754, 17.540, 17,54 se lisent au même endroit sur la règle; de même, les nombres 35,8, 358 ou 3,58 ont également la même position sur la règle, etc.

b) Nous répétons que l'intervalle 1-2 (caractères de 2 millimètres) ne comprend que les nombres commençant par 1; exemple : 18, 175, 0,19. Les petits chiffres de 1 millimètre ne doivent jamais être pris comme commencements de nombres.

MULTIPLICATION. — Placer un des facteurs, pris dans la première échelle de la réglette, sous le 1 de la règle, prendre l'autre facteur sur la règle et lire le produit au-dessous, sur la réglette.

Exemples. — I. 3×4 (fig. 2). Placer 3 sous 1, prendre 4 sur la règle et lire sur la réglette le nombre correspondant à 4; on trouve 12.

II. 42×4 (fig. 3). Placer 42 sous 1, prendre 4 sur la règle et lire au-dessous; on trouve 168.

On peut toujours avoir exactement le dernier chiffre du produit en multipliant mentalement les derniers chiffres des facteurs. Exemple : 42×27 (fig. 4); le dernier chiffre est un 4 ($7 \times 2 = 14$). Placer 42 sous 1, lire le nombre correspondant à 27; ce nombre est compris entre 1.130 et 1.140. Comme nous savons que le dernier chiffre est un 4, nous pouvons écrire 1.134.

Règle des chiffres du produit. — Cette règle, fondée sur une théorie ingénieuse, est inapplicable en pratique, et par suite, sort du cadre de notre étude; aussi nous ne jugeons pas utile de l'exposer. Cette observation s'applique également à la division en ce qui concerne le nombre des chiffres du quotient.

Observation. — Lorsqu'on a plusieurs nombres à multiplier par le même facteur, on place ce facteur sous 1 et on lit les produits sous les autres facteurs pris successivement sur la règle, sans déplacer la réglette.

On comprend tout l'avantage qui résulte de cette façon d'opérer, lorsqu'on veut calculer les salaires de différents ouvriers travaillant à un tarif unique; il suffit de placer ce tarif sous le 1 et de prendre les quantités à multiplier sur la règle.

DIVISION. — Cette opération s'effectue par un procédé inverse de celui employé pour la multiplication, c'est-à-dire qu'on place le dividende (produit), pris sur la réglette, sous le diviseur (multiplicateur), pris sur la règle, et on lit le quotient (multiplicande) sur la réglette, sous le 1 de la règle.

Exemples. — I. *12 : 6* (fig. 5). Placer 12 sous 6 et lire au-dessous du 1 de la règle; on trouve 2.

II. *495 : 24* (fig. 6) = 20,62.

On peut également placer le diviseur sous le 1 de la règle et lire le quotient au-dessus du dividende pris sur la réglette.

Ce procédé sera employé de préférence lorsqu'on a plusieurs nombres à diviser par le même facteur; on place le diviseur commun sous 1 et on lit successivement sur la règle le quotient correspondant à chaque dividende pris sur la réglette, et cela sans déplacer la réglette.

Afin d'assurer l'automatisme dans l'usage de la règle, nous recommandons de n'employer, dans tous les cas, que le deuxième procédé.

PRÉCISION DE LA RÈGLE A CALCULS. — Une opinion accréditée dans l'industrie veut que la règle à calculs donne des résultats trop imprécis pour qu'on puisse l'utiliser en comptabilité.

Il en est de la règle à calculs comme de tous les instruments dans lesquels l'opérateur joue un rôle prépondérant, qu'il s'agisse d'instruments de mesure ou même d'instruments de musique : ils valent ce que vaut l'opérateur.

Mais portons la question sur le terrain des faits.

La précision d'un instrument est donnée par l'ordre de grandeur de l'erreur relative dont peuvent être entachés les résultats de ses opérations. Rappelons succinctement la définition de l'erreur relative. Soit n le résultat exact, n' le résultat trouvé, l'erreur relative s'exprimera par la formule $\frac{n - n'}{n}$.

Ci-après, quelques résultats d'opérations feront connaître le degré de précision de la règle.

Opérations	Résultat pouvant être obtenu à la règle	Résultat exact	ERREUR absolue	ERREUR relative		
$4.114 \times 48 =$	197.500	197.472	28	$\frac{28}{197.472}$	soit	$\frac{1}{7.000}$
$197.472 : 48 =$	4.116	4.114	2	$\frac{2}{4.114}$	=	$\frac{1}{2.060}$
$2.745 \times 475 =$	1.303.700	1.303.875	175	$\frac{175}{1.303.875}$	=	$\frac{1}{7.400}$
$1.303.875 : 475 =$	2.744	2.745	1	$\frac{1}{2.745}$	=	$\frac{1}{2.745}$
$245 \times 325 =$	79.600	79.625	25	$\frac{25}{79.625}$	=	$\frac{1}{3.200}$
$575 \times 275 =$	158.100	158.125	25	$\frac{25}{158.125}$	=	$\frac{1}{6.300}$

Ce nombre d'opérations suffit pour se rendre compte que les erreurs relatives oscillent entre $\frac{1}{2.000}$ et $\frac{1}{7.000}$, ce qui est un résultat suffisant pour tous les comptes intérieurs d'une industrie et pour la majorité des comptes avec l'extérieur.

Dans ce dernier cas, on peut augmenter la précision de la règle à l'aide d'*artifices de calcul*. Reprenons les opérations ci-dessus :

I. *4.114 × 48*. Placer 48 sous 1, multiplier mentalement 4.000 par 48, ce qui donne 192.000
prendre 114 sur la règle et lire le produit......... 5.470

soit comme résultat de l'opération.............. 197.470
au lieu de.. 197.472

Erreur relative.................................. $\frac{1}{100.000}$

II. *197.472 : 48*. Placer 48 sous le 1; diviser à la plume 197 par 48, ce qui donne 4 avec un reste de 5; prendre 5.472 (dividende partiel) sur la réglette; lire au-dessus le quotient 114; résultat final : 4.114, exact.

Vérification. — Sans déplacer la réglette, on lit ce résultat sur la règle en prenant le nombre 197.472 sur la réglette, ce qui évite les erreurs grossières.

III. *2.745 × 475*. Placer 475 sous 1, multiplier 475 par 2.000,

ce qui donne..............................	950
prendre 745 sur la règle et lire le produit.......	353.750
Résultat..................................	1.303.750
au lieu de................................	1.303.875
Erreur relative...........................	$\frac{1}{10.400}$

Vérification. — Sans déplacer la réglette, faire la multiplication globale.

IV. *1.303.875 : 475*. Diviser à la plume 1.303 par 475, ce qui donne 2 comme quotient et 353 comme reste; placer 475 sous 1, lire au-dessus de 353.875 (dividende partiel) pris sur la réglette, ce qui donne 745; résultat de l'opération : 2.745, exact.

Vérification. — Sans déplacer la réglette, faire l'opération sans décomposer.

V. *245 × 325*. Placer 325 sous 1, multiplier mentalement

325 par 200, soit..........................	65
prendre 45 sur la règle et lire le produit..........	14.630
Résultat..................................	79.630
au lieu de................................	79.625
Erreur relative...........................	$\frac{1}{16.000}$

Vérification. — Sans déplacer la réglette, faire l'opération sans décomposer.

VI. *575 × 275*. Placer 275 sous 1, multiplier mentalement

275 par 500 (ce qui revient à diviser par 2), soit...	137.500
prendre 75 sur la règle et lire au-dessous.........	20.625
Résultat..................................	158.125
	(Exact.)

Ces exemples suffisent pour montrer le degré de précision qu'on peut atteindre avec la règle à calculs; on décomposera les opérations suivant l'approximation désirée.

On peut dire que la règle à calculs simplifiée de 50 centimètres donne les résultats avec une approximation moyenne de $\frac{1}{2.500}$. Par des décompositions simples, on atteint jusqu'au

$\frac{1}{100.000}$, degré d'exactitude qui satisfait à tous les besoins du commerce et de l'industrie.

RÈGLE DE TROIS. — La règle de trois, d'un usage fréquent, est un problème qui affecte la forme suivante :

Si tant d'objets (quatre par exemple) *valent une certaine somme* (fr. 12.00), *combien vaudront tant de ces mêmes objets* (cinq par exemple).

Cette opération s'écrit $\frac{12 \times 5}{4}$ et sa résolution nécessite une division et une multiplication; or, la règle à calculs résout la règle de trois par une seule position de la réglette.

Dans l'exemple précité, on placera 4 pris sur la réglette sous 12 pris sur la règle, et on lira 15 sur la règle, au-dessus de 5 pris sur la réglette.

Nous nous bornerons à cet exemple, suffisant pour indiquer le mécanisme de la résolution de la règle de trois, pour passer à la généralisation des opérations que nous avons appris à effectuer avec la règle.

PROPORTIONS. — La multiplication, la division, la règle de trois, ont un caractère commun; elles peuvent être ramenées à la résolution d'une seule opération, savoir : *la recherche de la quatrième proportionnelle dans une proportion dont on connait trois termes.*

En effet, l'opération	3×4	peut s'écrire	$\frac{1}{3} = \frac{4}{x}$ ou $\frac{1}{4} = \frac{3}{x}$
» »	$12 : 4$	»	$\frac{1}{x} = \frac{4}{12}$ ou $\frac{1}{4} = \frac{x}{12}$
» »	$\frac{12 \times 5}{4}$	»	$\frac{12}{4} = \frac{x}{5}$ ou $\frac{12}{x} = \frac{4}{5}$

On remarquera qu'en effectuant les opérations ainsi que nous l'avons indiqué, on *écrit* en quelque sorte ces proportions sur la règle et la réglette, la rainure servant de trait de séparation entre les numérateurs et les dénominateurs.

On voit que la quatrième proportionnelle est obtenue par une seule position de la réglette.

D'autre part, si l'on veut bien se rappeler ce principe d'arithmétique : *dans une suite de rapports égaux, la somme des numérateurs est à la somme des dénominateurs comme un* *numérateur est à son dénominateur*, il s'ensuit que *la répartition d'un nombre, proportionnellement à divers coefficients, revient à trouver une série de quatrièmes proportionnelles dans une suite de rapports dont on connait la somme des numérateurs* (coefficients), *la somme des dénominateurs* (nombre à répartir), *et tous les numérateurs.*

Exemple. — La répartition de 8.485, proportionnellement aux coefficients suivants : 39 — 25 — 4 — 326 — 185 — 142 — 65,5 — 34,5 — peut s'écrire :

$$\frac{821}{8.485} = \frac{39}{x} = \frac{25}{x_1} = \frac{4}{x_2} = \frac{326}{x_3} = \frac{185}{x_4} = \frac{142}{x_5} = \frac{65{,}5}{x_6} = \frac{34{,}5}{x_7}$$

Cette répartition, faite à la main, demanderait une dizaine de minutes; avec la règle à calculs, on l'effectue en une minute avec une seule position de la réglette.

On place 8.485 sous 821 (fig. 7) et on lit sur la réglette les nombres correspondant aux coefficients pris sur la règle. On peut obtenir les résultats mentionnés ci-après, colonne 1.

Coefficients	1	2	3
39	403.50	13.07	403.07
25	258.25	8.37	258.37
4	41.37	1.34	41.34
326	3.367.00	109.30	3.369.30
185	1.912.30	61.94	1.911.94
142	1.468.50	47.50	1.467.50
65.5	676.80	21.92	676.92
34.5	356.70	11.56	356.56
821	8.484.42	275.00	8.485.00
au lieu de.....	8.485.00		
Erreur absolue	0.58	0	0
» relative	$\frac{1}{15.000}$		

L'erreur relative étant dans la limite admise, la répartition est considérée comme juste et on impute la différence sur les nombres les plus forts, à vue d'œil proportionnellement à leur importance.

Si l'erreur relative était de $\frac{1}{1.000}$, c'est que la réglette aurait été mal placée ou qu'on aurait commis des erreurs de lecture; il faudrait recommencer l'opération.

Artifices de calcul. — Au cas où l'on désire obtenir une précision plus grande dans la répartition, on recherchera un multiple (le plus simple possible : 2, 5, 10) du total des coefficients se rapprochant du nombre à répartir. On fait la différence entre le multiple obtenu et le nombre à répartir et on répartit cette différence sur les coefficients; il n'y a plus qu'à ajouter (ou retrancher) les nombres ainsi obtenus avec le multiple en question de chaque coeflicieut.

Dans l'exemple précédent, on multiplie les coefficients par 10, ce qui donne 8.210; différence à répartir : 8.485 — 8.210 = 275 (colonne 2); on ajoute ensuite les nombres de la colonne 2 ovec les coefficients multipliés par 10; les résultats sont inscrits colonne 3. Le temps nécessaire à faire ainsi la répartition n est que peu augmenté et on obtient une exactitude presque absolue.

Si au lieu du nombre 821 comme total des coefficients, on avait par exemple 851, en multipliant par 10 on obtiendrait 8.510; différence à répartir : 8.510 — 8.485 = 25; les résultats auraient été retranchés des coefficients multipliés par 10.

Si on avait 415 par exemple comme total des coefficients pour la même somme à répartir, on multiplierait les coefficients par 20.

Ces exemples suffisent pour que chacun choisisse les multiples appropriés à chaque cas qui permettent d'obtenir l'approximation voulue.

APPLICATIONS DIVERSES DE LA RÈGLE A CALCULS. — Le domaine de la règle à calculs embrasse tout le champ des opérations arithmétiques. Nous voulons simplement exposer quelques cas spéciaux à l'industrie métallurgique.

Mises au mille. — On désigne sous ce nom la quantité de matières nécessaires à l'obtention de 1.000 kilos d'un produit ou de sous-produits résultant de cette production.

Exemples. — I. *Pour obtenir 1.680 kilos de fer puddlé, on a consommé 1.920 kilos de fonte et 1.450 kilos de houille.*

Placer le 1 de la deuxième échelle de la réglette sous la production nette prise sur la règle; prendre les consommations successivement sur la règle et lire les mises au mille sur la réglette. On trouve : mise au mille fonte, 1.143 ; houille, 863.

II. *Fabrication de fer laminé en barres.*

		Mises au mille
Consommations : ferraille	9.000	516
fer puddlé	11.250	645
fer corroyé	2.750	157.5
	23.000	1.318.5
Sous-produits : rebuts	200	11.5
rognures	590	33.8
Consommation nette	22.210	1.273.2
Houille	7.245	415
Production nette	17.450	

Salaires. — Les décomptes de salaires ne dépassant guère en général fr. 150.00 pourront se faire exactement avec la règle sans décomposer.

Répartition de nombres (quantités ou sommes) proportionnellement a divers coefficients. — La règle est un instrument incomparable pour ce genre d'opérations qui se présente fréquemment dans l'industrie.

CONSIDÉRATIONS FINALES. — Nous pensons que cet exposé, quoique sommaire, est suffisant pour permettre de se rendre compte des avantages considérables que procure l'emploi de la règle à calculs sur le calcul cérébral. En outre, le travail se réduisant à de simples lectures, ne fatigue pas l'opérateur comme le calcul cérébral. Lorsque l'œil est habitué à la graduation, les lectures se font machinalement et on peut dire sans exagérer que les erreurs de lecture ne se produisent jamais.

La principale difficulté pour les débutants réside dans l'évaluation des quantités non représentées par des divisions ; on procédera avec lenteur au début, en se remémorant la valeur de chaque intervalle et en cherchant à le diviser à l'œil le plus exactement possible en 2, 3, 4, ou 5, suivant le cas.

Des gens, plus ingénieux que pratiques, ont cru résoudre cette difficulté en dotant la règle d'un curseur, à glace ou à palette. Ainsi que nous l'avons écrit ailleurs, le perfectionnement que prétend réaliser le curseur est du même ordre que celui qui consisterait à écrire sur les touches d'un piano les noms des notes. Le curseur est la négation de la règle à calculs et ses inventeurs n'ont réussi à prouver qu'une chose, c'est qu'ils ne savaient pas se servir de la règle.

En terminant, nous recommanderons au lecteur d'avoir soin de sa règle, de ne pas la piquer avec une plume ou une pointe pour faciliter les lectures au début, pratique qui aurait pour résultat de mettre rapidement la règle hors service; enfin de ne pas s'en servir pour tirer des traits ou même couper du papier comme nous l'avons vu faire à des Béotiens. Pour les travaux de ce genre, une règle de dix centimes convient parfaitement et se remplace plus facilement qu'une règle à calculs de 20 ou 25 francs.

La durée d'une règle que l'on traite avec les égards dûs à un collaborateur aussi précieux est d'au moins dix ans.

Imp. Ouvrière, 9, rue Darnet, Limoges.