

INSTRUCTION
SUR UN
CERCLE A CALCUL
FIXÉ SUR UNE
MONTRE ORDINAIRE

par MEYRAT & PERDRIZET SELONCOURT (Doubs)

LUXEUIL
IMPRIMERIE M. PATTEGAY
1899

PRIX DE L'INSTRUMENT

<i>en Métal</i>	60 fr.
<i>en Argent</i>	75.—

Une petite seconde trotteuse augmente la pièce de 5 fr.

ADRESSER LES DEMANDES
à Alphonse BEAUDROIT, fabricant d'Horlogerie
A SELONCOURT (Doubs)

PRÉFACE

Souvent, dans les calculs journaliers que présente la pratique, une grande approximation n'est pas nécessaire; et la hâte de parvenir à un résultat fait commettre des erreurs, lesquelles, tombant sur les premiers chiffres à gauche, donnent des solutions complètement fausses.

La règle à calcul ordinaire, qui remédie à cet inconvénient, y joint encore une promptitude que ne peuvent atteindre à la plume les calculateurs les plus habiles.

Notre cadran a la même analogie, par conséquent possède les mêmes avantages que la règle Gravet-Lenoir. Cette dernière étant en bois, présente l'inconvénient d'être soumise aux variations hygrométriques. Son volume est assez encombrant et ses divisions s'usent vite par le frottement dans les poches et les étuis.

Notre cadran métallique, placé sous verre, est exempt de ces défauts, et, réuni à un mouvement de montre sérieux, il réunit dans un seul et même instrument, très portatif, les avantages de deux objets que tout homme pratique, s'occupant de chiffres, doit posséder.

Cercle des Nombres

Le cercle extérieur fixe et le disque intérieur mobile ont chacun la même graduation. En prenant l'une ou l'autre échelle, on voit d'abord que les *traits ont trois ordres différents*, et que leur genre de distribution reste le même entre 1 à 2, puis 2 à 5, et 5 à 1.

De 1 à 2, il y a 9 traits du second ordre, variant par conséquent entre eux d'une unité tandis que pour les traits du troisième ordre, il n'y en a que quatre, entre deux traits consécutifs de l'ordre immédiatement supérieur. Les traits du dernier ordre ont entre eux une différence de 2 unités.

De 2 à 5, il y a toujours 9 traits du second ordre, variant entre eux d'une unité, et intercalés entre deux traits consécutifs du premier; seulement, il n'y a plus qu'un trait du troisième ordre, par conséquent ceux-ci ont entre eux une valeur de 5 unités.

Enfin, de 5 à 1, les traits du second ordre varient toujours entre eux d'une unité, et les traits du troisième ordre n'existent plus.

Dans tous les nombres entiers composés d'un ou plusieurs chiffres, le premier chiffre à gauche est toujours pris parmi les traits du premier ordre; le deuxième chiffre parmi les traits du second ordre et le troisième par ceux du dernier, quand la graduation de ceux-ci n'est pas supprimée.

Par exemple, se lisent exactement:

Avec des traits de premier ordre: 1, 3, 5, 9.

Avec des traits des deux premiers ordres: 25-46-57-63-72-87-98, etc.

Avec des traits des trois ordres: 106-182-265-425, etc.

107 se détermine en le prenant sensiblement à égale distance de 106 et 108. 108.

185 se détermine en le prenant sensiblement à égale distance de 184 et 186. 186.

263 se détermine en mettant l'aiguille aux $\frac{3}{5}$ de la distance entre 26 ou 260 et 0 et 265.

725 est de même compris entre 72 et 73 ou 720 et 730.

982 se lit entre 98 et 99 ou 980 et 990, le plus approximativement possible au $\frac{1}{5}$ de la distance.

Peuvent se lire encore aussi presque exactement:

2725 entre 27 ou 2700 et 275 ou 2750

3075 » 305 » 3050 » 31 » 3100

4125 » 41 » 4100 » 415 » 4150

565 » 56 » 560 » 57 » 570

985 » 98 » 980 » 99 » 990 etc.

Quand le nombre contient 4, 5, 6, etc., chiffres entiers, on sépare par la pensée les trois premiers chiffres à gauche – qui peuvent se lire presque toujours exactement comme on vient de le constater – ensuite on voit si le reste, considéré comme fraction décimale, a une valeur approximative comprise entre 0 et $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{4}$ et $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{2}$ et $\frac{3}{4}$, $\frac{3}{4}$ à 1. Alors on place l'aiguille entre le nombre de 3 chiffres déjà donné et plus avant, proportionnellement à cette valeur.

Ainsi 17865 se lit entre 178 et 179, à un peu plus de la moitié entre les deux décimales, et pas au $\frac{3}{4}$ de cette longueur.

Dans le cas de la lecture de nombres décimaux, il faut agir comme pour les nombres entiers, sans avoir égard à la virgule. Il en est de même pour les fractions décimales; le premier chiffre significatif après la virgule est toujours pris dans les traits du premier ordre.

Ainsi: 22,3 - 37,05 - 6,002 - 0,82 - 0,041 - 0,000603 se lisent comme: 223 - 3705 - 6002 - 82 - 41 - 603.

Il ne faut pas non plus oublier de dire que 1 indique aussi bien ses multiples décimaux que ses sous-multiples. Ainsi: 1 - 10 - 100 - 1000, etc., 0,1 - 0,01 - 0,001 - 0,000 001 sont à la même place.

NOMBRE DE CHIFFRES. – Pour la valeur des opérations, c'est-à-dire pour le nombre de chiffres entiers du résultat, ou le placement de la virgule, les nombres, selon qu'ils sont entiers, entiers décimaux, ou encore fractionnaires décimaux, sont appelés *nombres d'un ou plusieurs chiffres*, et encore *nombres de moins un ou plusieurs chiffres*.

Ainsi sont des nombres de plus un ou simplement *d'un chiffre*, 1 - 3 - 7 2,3 - 1,04070 - 8,0003, etc.

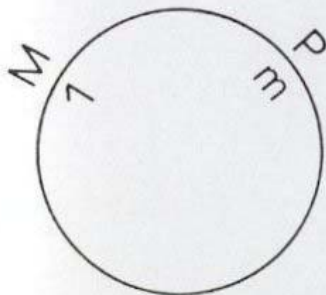
Sont des nombres de *deux chiffres*: 10 - 31 - 76 - 23,6 - 50,407 - 62,47 - 71,00037, etc.

Sont des nombres de *0 chiffre*: 0,1 - 0,3 - 0,23 - 0,504 - 0,8003, etc.

De même sont appelés nombres de *moins un chiffre*: 0,01 - 0,03 - 0,023 - 0,0504 - 0,8003, etc.

Nombres de *moins de cinq chiffres*: 0,000001 - 0,000003 - 0,0000023 - 0,00000504 - 0,000008030, etc.

C'est-à-dire qu'après la virgule et avant les chiffres significatifs, le nombre de zéros donne la qualification aux nombres fractionnaires décimaux.



Multiplication

Placer l'indicateur 1 du cercle mobile sous l'un des facteurs *M* pris comme multiplicande et lu sur le cercle fixe. Au-dessus du multiplicateur *m*, pris sur le cadran mobile, lire le produit *P*, sur l'échelle du cercle extérieur.

Deux lois sont à observer pour le nombre de chiffres.

PREMIER CAS. – *Quand les premiers chiffres à gauche du produit sont plus forts que les similaires de l'un ou de l'autre des deux facteurs, le résultat contient autant de chiffres entiers moins un que la somme des chiffres des deux facteurs réunis.*

Exemples:

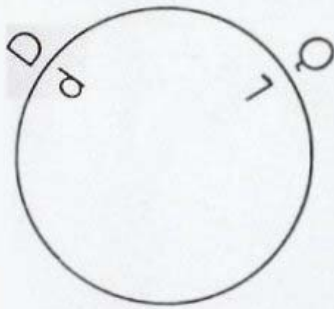
$$\begin{array}{ll}
 4 \times 2 = 8 & 36 \times 230 = 8280^* \\
 (1 + 1) - 1 = 2 - 1 = 1 \text{ chiffre;} & (2 + 3) - 1 = 5 - 1 = 4 \text{ chiffres} \\
 * \text{ Le chiffre 8 est indiqué exactement par } 6 \times 3 = 18. & \\
 1,7 \times 42 = 71,4 & 0,23 \times 35 = 8,05 \\
 (1 + 2) - 1 = 3 - 1 = 2 \text{ chiffres.} & (0 + 2) - 1 = 2 - 1 = 1 \text{ chiffre} \\
 0,0017 \times 260 = 0,442 & 0,25 \times 0,00003 = 0,0000075 \\
 (-2 + 3) - 1 = 1 - 1 = 0 \text{ chiffre.} & [0 + (-4)] - 1 = -5 \text{ chiffres.} \\
 0,00325 \times 0,0000017 = 0,00000005525 & \\
 [-2 + (-5)] - 1 = -7 - 1 = -8 \text{ chiffres.} &
 \end{array}$$

DEUXIÈME CAS. – Quand les chiffres à gauche du produit sont plus faibles que les similaires de l'un ou de l'autre des deux facteurs, le résultat contient autant de chiffres que la somme des chiffres des deux facteurs réunis.

Exemples :

$$\begin{array}{lll} 4 \times 7 = 28 & 32 \times 8,4 = 269^* & * \text{ On peut aussi bien lire 268 que 269.} \\ 1 + 1 = 2 \text{ chiffres,} & 2 + 1 = 3 \text{ chiffres,} & \\ 0,27 \times 69 = 18,6 & 0,0016 \times 0,000000092 = 0,00000000147 & \\ 0 + 2 = 2 \text{ chiffres,} & (-2 + (-7)) = -9 \text{ chiffres.} & \end{array}$$

Multiplications successives. – Dans ce cas on emploie les procédés ordinaires, l'aiguille sert à marquer les produits partiels qui deviennent autant de multiplica-



Division

C'est l'opération inverse. Le diviseur d , lu sur l'échelle mobile et pris sous le dividende D du cadran fixe, le quotient Q est sur ce dernier, au-dessus de l'indicateur 1.

Deux cas se présentent pour le nombre de chiffres du quotient.

PREMIER CAS. – Quand le ou les premiers chiffres à gauche du diviseur sont plus faibles que ceux du dividende, on doit prendre la différence entre la somme des chiffres de chacun des deux nombres.

Ainsi :

$$\begin{array}{lll} \frac{30}{6} = 5 & \frac{13450}{136} = 99 = \frac{27}{5430} = 0,00497 & \\ 2 - 1 = 1 \text{ chiffre.} & 5 - 3 = 2 \text{ chiffres.} & 2 - 4 = -2 \text{ chiffres.} \\ \frac{0,41}{725} = 0,000568 & \frac{34,5}{0,079} = 437 & \\ (0 - 3) = -3 \text{ chiffres.} & [2 - (-1)] = 2 + 1 = 3 \text{ chiffres.} & \\ \frac{0,000327}{0,0042} = 0,0780 & & \\ [-3 - (-2)] = -3 + 2 = -1 \text{ chiffre.} & & \end{array}$$

DEUXIÈME CAS. – Quand les premiers chiffres à gauche du diviseur sont plus forts que les similaires du dividende, le quotient a autant de chiffres plus un que la différence entre la somme des chiffres des deux nombres.

Exemples :

$$\begin{array}{lll} \frac{45}{3} = 15 & \frac{82}{3625} = 0,0226 & \\ -1) + 1 = 2 \text{ chiffres.} & (2 - 4) + 1 = 1 \text{ chiffre.} & \\ \frac{42,5}{0,00372} = 11420 & \frac{0,000327}{0,0021} = 0,156 & \\ 2 - (-2) + 1 = 5 \text{ chiffres.} & [-3 - (-2)] + 1 = -3 + 2 + 1 = 0 \text{ chiffre.} & \end{array}$$

Elévation au Carré

L'élévation au carré d'un nombre tombe dans le cas de la multiplication. Il suffit, en effet, de multiplier ce nombre par lui-même.

Quant à l'extraction des racines carrées, c'est l'opération inverse. On partage préalablement le nombre en tranches de deux chiffres à partir de la droite.

Selon que la dernière tranche a un ou deux chiffres, le premier chiffre à gauche de la racine est compris entre 1 à 3, 16, ou entre 3, 16 à 10. On tâtonnera jusqu'à faire coïncider deux facteurs égaux, dont le produit sera le nombre donné. Pour ne pas rechercher constamment le produit dans ses divers essais, on fera bien de se le fixer au cadran extérieur par l'aiguille.

Nombre de chiffres. – Le résultat contient autant de chiffres qu'il y a de tranches.

Exemples:

$$\sqrt[2]{745} = 27,3 \quad \sqrt{2367} = 48,6$$

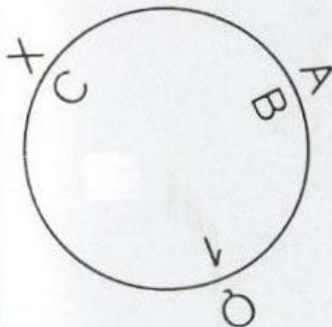
Quand le nombre entier est accompagné de chiffres décimaux, on partage les tranches de droite à gauche, en commençant depuis la virgule. Si c'est une fraction décimale, on procède au contraire de gauche à droite.

Proportions ou règles de trois

Dans une proportion ou règle de trois, tout revient à déterminer un quatrième terme quand on connaît les trois autres.

Appelons A , B et C les quantités connues, X le terme cherché. D'une manière générale l'opération peut s'écrire:

$$X = \frac{A \times C}{B}$$



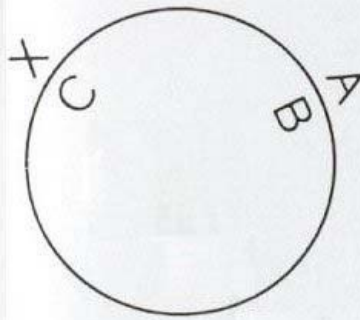
dans ce cas l'opération se réduit à une multiplication puis à une division; mais, pour ne pas déranger l'instrument on fait d'abord la division. Par exemple on divise A par B , et sans s'inquiéter du quotient Q , que donne l'indicateur du cercle mobile, on le multiplie de suite par le terme C .

Exemple:

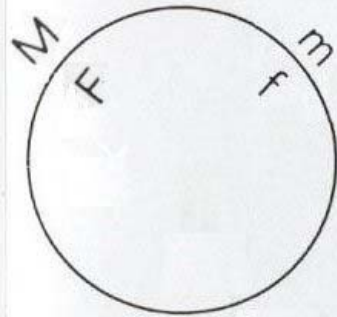
$$\frac{9 \times 6}{2} = 27$$

Nombre de chiffres. – On pourrait suivre les deux lois pour la division, puis appliquer celles indiquées pour la multiplication; mais pour arriver directement à une solution, il faut annoter les proportions sous la forme plus commode et plus simple de rapports égaux, et dire d'une manière générale:

$$\frac{A}{B} = \frac{X}{C}$$



Le numérateur du premier nombre peut être de 1 à 10 fois, de 10 à 100 fois, de 100 à 1000 fois, etc. plus fort ou plus faible que le dénominateur; pour que l'égalité existe, il faut évidemment que le numérateur du second nombre – qui est l'inconnu X – suive la même proportion vis-à-vis de son dénominateur. Le nombre des chiffres est donc bien vite connu. On voit par là qu'on peut encore simplifier l'opération du calcul des règles de trois. Il suffit, en effet, de manœuvrer l'instrument comme si on voulait poser ou lire une égalité, et le terme inconnu se découvre de suite.



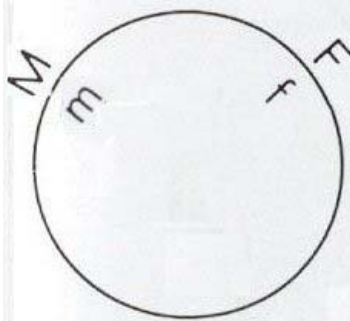
*Les proportions
sont à rapport direct ou à rapport inverse*

Exemple du premier cas:

La valeur d'un même objet varie proportionnellement à sa quantité métrique. De même la quantité de travail fait par des ouvriers est en rapport direct avec le nombre d'hommes employés.

Ainsi M mètres de drap valant F francs, m mètres vaudront f francs. La proportion s'établit de suite sur le cadran.

On peut dire aussi que les mètres de drap sont entre eux comme leurs prix correspondants. L'appareil marque un tel rapport.



PROBLÈMES

1° Combien coûteront 94 centimètres d'une étoffe, quand 1 m 35 ont coûté 59,30 c.?

$$\frac{135}{59,30} = \frac{94}{41,40} \quad (\text{Solution } 41 \text{ fr. } 40)$$

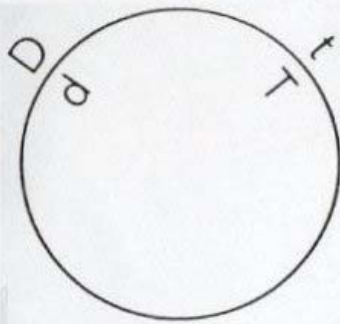
2° Si 5 ouvriers peuvent faire par jour 728 mètres d'un certain ouvrage, combien 9 ouvriers en feront-ils dans le même temps?

$$\frac{5}{9} = \frac{728}{1310} \quad (\text{Solution } 1310 \text{ mètres.})$$

3° Quelle est la vitesse, par seconde, d'une courroie ou d'une scie sans fin, dont les poulies de 0 m 80 de diamètre, donnent 545 tours à la minute?

Une des formules inscrites à la fin de l'opuscule, indique que pour obtenir cette vitesse, il faut multiplier le nombre de tours par le diamètre, et diviser le tout par 19,1 et on aura dans le cas particulier:

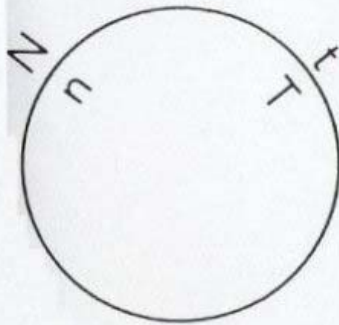
$$\frac{545}{19,1} = \frac{v}{0,80} \quad \text{ou} \quad \frac{545}{19,1} = \frac{22,8}{80} \quad (\text{Solution } 22 \text{ m } 80)$$



Exemples du second cas: Deux poulies ou deux engrenages se commandent ; leur nombre de tours est en raison inverse de leurs diamètres ou de leur nombre de dents.

Ainsi une poulie de diamètre D , qui fait T tours à la minute, et celle d'un diamètre d , marchant à t tours, donnent la relation.

$$\frac{D}{d} = \frac{t}{T}$$



De même l'engrenage de N dents produisant T tours, et celui de n dents à t tours, ont la proportion :

$$\frac{N}{n} = \frac{t}{T}$$

PROBLÈMES

1° Quel est le nombre de tours d'une poulie de 0 m 34 de diamètre, commandée par une autre d'un diamètre de 1 m 03, et qui fait 83 tours à la minute ?

$$\frac{1 \text{ m } 03}{0,34} = \frac{t}{83} \text{ ou } \frac{1,03}{0,34} = \frac{251}{83} \text{ (Solution 251 ou 252 tours)}$$

2° Un engrenage de 95 dents, qui fait 107 tours, en commande un de 53 dents. Quel est le nombre de tours de celui-ci ?

$$\frac{95}{53} = \frac{t}{107} \text{ ou } \frac{95}{53} = \frac{192}{107} \text{ (Solution 192 tours).}$$

Proportions contenant un terme carré: Dans les formules usuelles, le terme carré est presque toujours au numérateur. Ici, deux opérations sont nécessaires ; le cadran n'ayant pas, comme la règle, d'échelle des racines. Il faut d'abord déterminer séparément la valeur du terme carré, puis l'introduire dans la proportion que l'on calculera par la méthode indiquée.

PROBLÈMES

1° Quel est le poids d'un arbre cylindrique en fer d'un diamètre de 55 mm et de 6 m 25 de longueur ?

$$\text{La formule relative à ce poids } P \text{ est } \frac{D^2}{0,164} = \frac{P}{L}$$

devient dans le cas particulier :

$$\frac{0,55}{0,164} = \frac{P}{62,5} \text{ ou } \frac{0,302}{0,164} = \frac{115}{62,5}$$

Solution 115 k^{os}.

2^o Quel est le volume V_s au $\frac{1}{5}$ réduit d'un bois en grume d'une circonférence C m 87, et d'une hauteur H de 7 m 45 ?

La formule à employer est : $\frac{C^2}{25} = \frac{V_s}{H}$ laquelle pour

le présent donne :

$$\frac{1,87}{25} = \frac{V_s}{7,45} \text{ ou } \frac{3,5}{25} = \frac{1,04}{7,45} \quad (\text{Solution } 1 \text{ m}^3 \text{ 04}).$$

Autre manière de calculer le nombre de chiffres dans la multiplication et la division. Comme il est facile de le constater, les deux opérations peuvent s'écrire sous la forme de deux rapports égaux ; et dans les deux cas, on a un dénominateur qui est l'unité.

$\frac{Q}{1} = \frac{D}{d}$ Quand le terme inconnu est le numérateur de cette unité, c'est une *division* qui se présente.

$\frac{M}{1} = \frac{P}{m}$ Quand, au contraire, le terme inconnu a pour dénominateur un chiffre autre que cette unité, la *multiplication* est annoncée.

Dans ces deux cas, le nombre de chiffres du résultat se traite comme pour les proportions. C'est-à-dire que du moment qu'il y a égalité, le terme inconnu est de 1 à 10 fois, de 10 à 100 fois, etc., plus grand ou plus petit que son dénominateur correspondant, et cela dans la même proportion que le rapport connu.

PROBLÈME POUR LA MULTIPLICATION

Quelle est la longueur d'une circonférence C , dont le diamètre D est de 0 m 78 ?

$$\text{On a : } \frac{3,14}{1} = \frac{2,45}{0,78} \quad (\text{Réponse } 2 \text{ m } 45)$$

PROBLÈME CONCERNANT LA DIVISION

Un ouvrier a gagné 98 f. 50 dans 24 journées de travail, combien a-t-il eu par

$$\frac{98,50}{24} = \frac{4,1}{1} \quad (\text{Réponse } 4 \text{ f. } 10)$$

Formation des Cubes et extraction des Racines

Pour le cube, 3 multiplications successives sont à faire, en employant comme facteur le nombre donné.

Quant à l'extraction des racines cubiques, elle entraînera un tâtonnement assez long. Il faut d'abord séparer le nombre en tranches de 3 chiffres, en procédant de droite à gauche pour les nombres entiers ou les nombres entiers décimaux et de gauche à droite pour les nombres décimaux fractionnaires. La première tranche valable à gauche indique toujours la valeur exacte du premier chiffre de la racine, et c'est en faisant plusieurs essais entre ce chiffre et son supérieur que l'on arrivera à un résultat assez rapproché. La racine doit contenir autant de chiffres qu'il y a de tranches.

Emploi de quelques formules diverses:

	Appropriées à la Règle	Transformées pour le Cadran
Circonférence C d'un diamètre D .	$C = 3,14 \cdot D$	$\frac{3,14}{1} = \frac{C}{D}$
Surface S du cercle de diamètre D .	$S = \frac{D^2}{1,273}$	$\frac{D}{1,273} = \frac{S}{D}$
Vitesse V par seconde, à la circonférence d'un corps d'un diamètre D , donnant T tours à la minute.	$V = \frac{TD}{19,1}$	$\frac{T}{19,1} = \frac{V}{D}$
V et D doivent être exprimés en unités de même longueur.		
Volume V d'un cylindre d'un diamètre D , et de hauteur H	$V = \frac{D^2 \times H}{1,273}$	$\frac{D^2}{1,273} = \frac{V}{H}$
Volume V_s au $\frac{1}{5}$ réduit des bois en grumes de circonférence C et de hauteur H .	$V_s = \frac{C^2 \times H}{25}$	$\frac{C^2}{25} = \frac{V_s}{H}$
Poids P d'un arbre cylindrique en fer d'un diamètre D et de longueur L .	$P = \frac{D^2 \times L}{0,164}$	$\frac{D^2}{0,164} = \frac{P}{L}$

(Pour avoir P en kilogrammes, il faut exprimer D et H en décimètres ; D^2 sera certainement des décimètres carrés).