

Machine à calculer

CURTA

Exemples de calcul



CONTINA S.A., VADUZ, PRINCIPAUTÉ DE LIECHTENSTEIN

RP = Registre de pose
CT = Compteur de tours
TO = Totalisateur

Les tours additifs (manivelle en bas) sont notés tours +, les tours négatifs (manivelle en haut) sont notés tours —.

L'expression « Machine prête » signifie que :

1) RP, CT, et TO sont remis à zéro.

- 2) La manivelle est dans son cran de repos.
- 3) Le chariot est dans la position 1.
- 4) L'inverseur se trouve dans sa position supérieure.

La table des matières qui suit donnera au lecteur une vue d'ensemble des exemples traités.

CONTINA S.A.
Vaduz/Liechtenstein.

Table des matières

Calculs d'ordre général

Division par le procédé soustractif	5
Division effectuée en multipliant par l'inverse du diviseur	7
Règle de trois	8
Règle de trois en une seule opération (avec CURTA II seulement)	9
Extension de la règle de trois $\frac{a \times b \times c}{d \times e \times f}$	10
Extraction d'une racine carrée	12
Extraction d'une racine cubique	18
Cubages sans transfert	19
Élévation à la troisième puissance	21

Commerce et industrie

Contrôle de factures et de marchandises	
A) Vérification du total d'une facture	23
B) Vérification simultanée du total de la facture et du nombre de pièces. (Pour CURTA II, év. CURTA I)	24
C) Vérification simultanée des postes partiels et du total (Avec CURTA II seulement)	25
Pourcentages	
A) Pourcentage de majoration	26
B) Pourcentage de rabais	26
C) Calculs de marges	27
D) Pourcentages successifs	29

E) Bénéfice et déficit d'exercice	29
F) Capital et intérêt	30
Répartition de frais	31
Répartition de frais et contrôle simultané (avec CURTA II seulement)	33
Calculs de change	34
Calculs en monnaie anglaise	34
Calcul d'une surface	38
Statistique, géodésie, technique	
Totalisation simultanée de nombres donnés et de leurs carrés (avec CURTA II seulement)	40
Calcul d'une moyenne arithmétique et de l'écart quadratique moyen	41
Division sans transfert d'un nombre négatif	43
Calcul de coordonnées	45
Calcul de l'azimut et de la distance de deux points donnés par leurs coordonnées (avec CURTA II seulement)	45
Résolution d'un triangle donné par un côté et les angles	48
Résolution d'un triangle donné par deux côtés et l'angle compris (avec CURTA II seulement)	49
Résolution d'un triangle donné par ses trois côtés (avec CURTA II seulement)	50
Calcul d'une longueur (par le théorème de Pythagore)	52
Calcul d'une surface (par la méthode de Elling)	53
Teneur en argent d'un minerai (avec CURTA II seulement)	54
Interpolation linéaire	56

Calculs d'ordre général

Division par le procédé soustractif

Soit à calculer

$$\frac{10209,93}{3}$$

1) Machine prête !

2) Placer le dividende 10209,93 au RP. Enregistrer ce nombre au TO par un tour +. Pour cette opération, on placera le chariot en position 5, afin que le nombre soit enregistré au TO le plus à gauche possible.

Effacer RP et CT. Virgule au TO !

3) Chariot en pos. 6. Placer le diviseur au RP, le plus à gauche possible, mais de telle manière qu'on puisse le soustraire du dividende. Dans notre exemple, placer 3 sur le curseur 5. Virgule au RP !

4) **Abaisser l'Inverseur.**

5) Effectuer des tours soustractifs jusqu'à ce que le nombre figurant au TO devienne négatif, ce qui se manifeste par l'apparition d'un 9 (ou même d'un 8) dans la **première lucarne à gauche**. Par un tour +, faire réapparaître un nombre positif.

4 tours — : TO 98209930000

1 tour + : TO 01209930000

Le compteur de tours, vu la position de l'inverseur, a enregistré le nombre des tours — finalement exécutés : CT 300000.

6) Décaler le chariot en pos. 5 et répéter les mêmes opérations.

5 tours — : TO 99709930000

1 tour + : TO 00009930000 CT 340000

7) Répéter les opérations analogues en plaçant successivement le chariot dans les pos. 4, ..., 1.

Chariot pos 4 : 1 tour — puis 1 tour +.
 Chariot pos 3 : 4 tours — puis 1 tour +.
 Chariot pos 2 : 4 tours — puis 1 tour +.
 Chariot pos 1 : 1 tour —. On obtient

TO 0000000000 CT 340331.

Dans cet exemple, la division finit exactement. Sinon le dernier nombre au TO indique la valeur du reste. Remonter l'inverseur !

8) D'après la règle usuelle*, le quotient au CT comptera 6 (TO) — 4 (RP) = 2 décimales. On placera donc une virgule au CT entre les lucarnes 2 et 3. Le quotient sera donc **3403,31**.

La position de la virgule peut aussi être fixée par la règle suivante dont les possibilités d'emploi sont cependant plus limitées :

Si l'on place, par une rotation du chariot,

* Voir le feuillet « Pour vous servir judicieusement de votre Curta ».

la virgule du dividende au-dessus de celle du diviseur, la flèche repère située derrière la machine, sous le chariot, à droite de l'inverseur, vise le chiffre des unités du quotient.

Remarque

La division par le procédé soustractif est à recommander chaque fois que le dividende figure de lui-même au TO par suite d'un calcul précédent.

Exemple : Calculer

$$\frac{9526,8 + 37,51 + 645,62}{3}$$

On calculera d'abord la somme figurant au numérateur. Celle-ci figurant automatiquement au TO, on divisera par le procédé soustractif. Dans l'exemple proposé, la somme vaut 10209,93 et la division est celle que nous avons faite.

Les nombres à additionner au numérateur, tous écrits avec 2 décimales, soit

9256,80 37,51 645,62.

sont de 6 chiffres au plus et la somme sera de 7 chiffres. Pour que la somme figure le plus à gauche possible au TO, on les placera au RP sur les 6 premiers curseurs et on les totalisera en fixant le chariot en pos. 5. Il est clair que la CURTA II permet d'obtenir un quotient de 8 chiffres, puisque telle est la capacité du CT.

Division effectuée en multipliant par l'inverse du diviseur

Lorsqu'on doit diviser plusieurs dividendes par un même diviseur, on enregistre ce diviseur au RP. Puis on construit successivement les divers dividendes au TO, le RP restant inchangé et sans qu'il soit nécessaire d'une opération à l'autre d'effacer CT et TO. Les quotients successifs apparaissent au CT et peuvent être notés. (Voir l'exemple de répartition des frais page 33.)

Toutefois, lorsque le nombre des divisions à effectuer est élevé, il y a avantage à calculer une fois pour toutes la valeur inverse du diviseur fixe puis d'enregistrer cette valeur au RP comme multiplicateur fixe. Les divisions à effectuer sont alors exécutées comme produits de ce **multiplicateur fixe** par les divers dividendes. Soit à calculer par exemple

1633 : 11,7
 341,5 : 11,7
 67,8 : 11,7

La division 1 : 11,7 avec 6 à 7 chiffres significatifs au quotient fournit la valeur inverse du diviseur 11,7, soit 0,0854701. Enregistrons ce nombre au RP, sur les premiers curseurs ; effaçons CT et TO ; plaçons la virgule au RP entre les curseurs 7 et 8. Les divisions à effectuer se ramènent aux multiplications suivantes

$$\begin{aligned} 0,0854701 \times 1633 &= 139,572 \\ 0,0854701 \times 341,5 &= 29,1880 \\ 0,0854701 \times 67,8 &= 5,79487 \end{aligned}$$

Les calculateurs habiles renoncent à effacer CT et TO d'une opération à l'autre, se bornant à transformer, par des tours de manivelle appropriés le facteur figurant au CT par celui qui correspond à la multiplication suivante.

Règle de trois

$$\frac{a \times b}{c} ; \frac{180 \times 46}{144} = ?$$

Nous allons indiquer 2 procédés, applicables selon que l'on désire connaître comme résultat intermédiaire le produit $a \times b$ ou le quotient $\frac{a}{c}$.

1er procédé Ex. 180 ouvriers ont effectué un travail déterminé en 46 heures. Quel temps faudra-t-il à 144 ouvriers pour accomplir le même travail ?

1) Machine prête !
2) Calculons le temps total nécessaire à ce travail. A cet effet, plaçons 46 au RP, sur les curseurs 1 et 2. Multiplions par 180 (Multiplication abrégée) :
Chariot pos. 6, 2 tours +
Chariot pos. 5, 2 tours —.
Au TO figure le **produit** 8280,000 (avec 3 décimales conformément à la règle de la virgule pour la multiplication).

3) Effectuons alors la division 8280 : 144 par le procédé soustractif. **Effacer CT seulement.** Poser le diviseur 144 sur les premiers curseurs du RP et **abaisser l'inverseur.** Effectuer alors les tours soustractifs que nécessite cette division, en commençant par la position 5 du chariot. Dans cet exemple, la division finit. **Le quotient** s'inscrit au CT et vaut **57,5**. Remonter l'inverseur !

2ème procédé Ex. Une grosse d'un article déterminé coûte Fr. 180.—. Que coûtent 46 pièces ?

1) Machine prête !
2) Calculons d'abord le prix de la pièce, soit 180 : 144. A cet effet, posons le diviseur 144 sur les 3 premiers curseurs du RP. En partant de la position 6 du chariot, faire apparaître par des tours additifs le dividende 180 au TO. **Le quotient** s'inscrit au CT et vaut **1,25**.

3) Effectuons alors la multiplication $1,25 \times 46$. On peut utiliser le fait que le facteur 1,25 figure déjà au CT en opérant comme suit : **effacer TO seulement** ; poser le facteur 46 sur les curseurs 1 et 2 du RP ; **abaisser l'inverseur.** En partant de la position 6 du chariot, effectuer des tours + (comptés négativement au CT à cause de la position de l'inverseur !) de manière à annuler successivement les chiffres du CT. Ces manipulations reviennent à multiplier par 1,25 le facteur 46 du RP. Au TO apparaît le **produit 57,50**. Remonter l'inverseur !

Remarque : Le premier procédé est le plus

précis, car dans le second, l'erreur éventuelle commise dans la division $\frac{a}{c}$ est ensuite multipliée par b. Il est donc recommandé d'appliquer ce procédé quand la valeur de $\frac{a}{c}$ n'est pas expressément désirée.

Règle de trois en une seule opération (avec CURTA II seulement)

On peut utiliser la grande capacité du TO de la CURTA II pour calculer une règle de trois en une seule opération, pour peu que les nombres introduits ne soient pas trop longs et qu'une précision de 4 à 5 chiffres au quotient soit suffisante. Ex. :

$$\frac{1764 \times 375}{144}$$

1) Machine prête !
2) Poser au RP 14400000375.
3) Séparer le TO en deux parties, en plaçant une double virgule entre les lucarnes 7 et 8.

En partant de la pos. 5 du chariot, faire apparaître par des tours additifs le nombre 1764 dans la partie gauche du TO. Nous obtenons :

TO 1764,0000, 4593,75. CT 00012,250
Par construction, 12,25 est le quotient de la division 1764 : 144, tandis que 4593,75 est le produit $375 \times 12,25$.

Ex. :

$$\begin{array}{r} 19,45 \times 87,2 \\ \hline 34,4 \end{array}$$

- 1) Machine prête !
- 2) Poser au RP 34,40000087,2.
- 3) Séparer le TO par une double virgule placée entre les lucarnes 7 et 8. Il s'agit, par des tours additifs, de faire apparaître dans la partie gauche du TO le facteur 19,45. Le premier chiffre de ce facteur étant inférieur à celui du diviseur, il faut commencer les opérations en plaçant le premier chiffre du diviseur sous la lucarne 14, c'est-à-dire le chariot en pos. 4. Nous obtenons :

TO 19,449760,49,30(288). CT 000,5654.
Le quotient est donc 49,30 avec 4 chiffres significatifs exacts.

Extension de la règle de trois

$$\begin{array}{c} a \times b \times c \\ \hline d \times e \times f \end{array}$$

Un calcul de ce genre peut être effectué sans transfert de résultat partiel en appliquant le schéma suivant :

Exemple :

$$\begin{array}{c} 325 \times 677 \\ \hline 12 \times 119 \end{array}$$

- 1) Poser 12 au RP. Par des tours +, faire apparaître 325 au TO. Le CT enregistre la valeur 325 : 12. Si l'on veut ce quotient avec 5 chiffres significatifs, il faut commencer la division avec le chariot en pos. 5. Nous obtenons :

RP : 12 TO : 324,996 CT : 27,083

2) Abaisser l'Inverseur, qui restera dans la position inférieure jusqu'à la fin du calcul. Effacer TO. Poser 677 sur les 3 premiers curseurs du RP. Effectuer des tours +, de manière à annuler successivement les chiffres du CT. Au TO apparaît le produit $(325 : 12) \times 677$. (Voir le deuxième procédé de calcul de la règle de trois.) Nous obtenons :

RP : 677 TO : 18335,191 CT : 000000

- 3) Ne pas effacer TO. Poser le diviseur 119 au RP et effectuer la division par le procédé soustractif. En partant de la pos. 6 du chariot et en effectuant les manipulations commandées par cette méthode nous obtenons :

RP : 119 TO : 0,028 (reste) CT : 154,077
Le nombre figurant au CT représente le résultat du calcul proposé. S'il y avait encore un facteur au numérateur et au dénominateur, nous pourrions continuer de la même manière, puisque nous serions dans la même situation qu'au début de l'opération 2). Remonter l'Inverseur !

Remarque

L'application de cette méthode peut entraîner de légères erreurs du fait que les résultats intermédiaires sont arrondis. Dans la pratique, ces erreurs sont en général sans importance. Si l'on tient cependant à les éliminer le plus possible, il faut opérer de la manière suivante :

- 1) effectuer d'abord le produit des facteurs au dénominateur et noter le résultat.
- 2) effectuer ensuite le produit des facteurs du numérateur, en veillant à ce que le produit apparaisse le plus à gauche possible au TO.
- 3) reporter enfin la valeur notée du dénominateur au RP et diviser par le procédé soustractif.

Extraction d'une racine carrée

Remarque préliminaire

Pour l'extraction de la racine carrée d'un nombre on partage celui-ci en tranches de deux chiffres à droite et à gauche de la virgule en prenant celle-ci comme point de départ. On partagerait donc un nombre tel que

302,75 en /3/02/,75/
30,275 en /30/,27/5 /
3,0275 en 3/,02/75/
0,30275 en 0/,30/27/5 /
150 en 1/50/, etc.

Il est évident qu'en faisant ce partage la première tranche à gauche (en caractères gras) sera toujours soit à un seul, soit à deux chiffres, et nous donnerons dans la suite (méthode de Toepler) un exemple pour chacun de ces 2 cas. Comme chaque tranche de deux chiffres correspond à un chiffre de la racine recherchée, il est aisé de déterminer d'avance combien celle-ci comportera

de chiffres avant la virgule. Ceci constitue une aide précieuse pour trouver une appréciation correcte par estimation pour la méthode d'extraction rapide qui suit. Pour la méthode de Töpler que nous exposons plus loin le partage préalable du radical en tranches de deux chiffres est indispensable.

Méthode rapide

Cette méthode s'applique lorsqu'on possède déjà une approximation R du nombre N à calculer (trouvée par un moyen quelconque, par ex. à la règle à calcul).

Elle consiste à calculer l'approximation meilleure

$$R' = R + \frac{N - R^2}{2R}$$

On démontre qu'en général, si R fournissait un certain nombre de chiffres exacts de N, R' en fournira un nombre double! (Toutefois le dernier chiffre ainsi indiqué peut

différer de la valeur exacte de 1, exceptionnellement de 2 unités.)

Exemple

Calcule de $\sqrt{1,50}$ en partant de l'approximation $R = 1,22$.

1) Machine prête! Fixer le chariot en pos. 6. Enregistrer le nombre $N = 1,50$ au TO, le plus à gauche possible. Effacer RP et CT. Abaisser l'inverseur.

2) Poser ensuite l'approximation $R = 1,22$ au RP, sous le nombre N du TO en alignant les virgules : RP .01,22..0

3) Développer par des tours — le nombre $R = 1,22$ au CT. On obtient

RP .01,22..0 CT ..1,22000 TO 0,01160..0

Au TO figure le nombre $N - R^2$.

4) Remplacer au RP l'approximation $R = 1,22$ par le double de sa valeur, soit $2R = 2,44$. Annuler le TQ par des tours — appropriés, ce qui revient à diviser soustractive-

ment le nombre $N - R^2$ au TO par le nombre $2R$ au RP. On obtient

RP .02,44..0 CT ..1,22475 TO 0,00001..0

Le nombre trouvé au CT est l'approximation cherchée R'. Comme l'approximation initiale $R = 1,22$ comportait 3 chiffres exacts, l'approximation R' fournit $2 \times 3 = 6$ chiffres, le dernier exact à 1 unité près. Donc

$$\sqrt{1,50} = 1,22475.$$

Il est évident qu'avec une CURTA Mod. II on pourrait facilement calculer la racine à 8 chiffres en se servant de l'approximation 1,225 (à 4 chiffres).

Méthode Töpler

Cette méthode se base sur le fait que la somme des k premiers nombres impairs vaut k^2 , c-à-d

$$1 + 3 + 5 + 7 + \dots + (2k-1) = k^2$$

Nous allons l'exposer sur deux exemples.

Exemple 1

Calcul de $\sqrt{9,65}$

En effectuant le partage de ce nombre en tranches de deux chiffres (voir remarque préliminaire) nous constatons que le premier groupe à gauche comporte un seul chiffre (soit 9 en l'occurrence).

0) Machine prêtel. Fixer le chariot en pos. 6. Au RP avec les curseurs 6, 5 et 4 poser le nombre $N = 9,65$, l'enregistrer au TO par un tour + et placer la virgule. Effacer RP et CT. Abaisser l'inverseur.

1) Au TO nous avons tout à fait à gauche la première tranche du radical comportant 1 seul chiffre, soit un 9. Poser sous celui-ci, soit avec le curseur 6, les premiers nombres impairs 1, 3, 5... à chaque fois soustraits par un tour —, soit :

Sur le curseur 6 poser 1 1 tour —. TO 8,650..0

Sur le curseur 6 poser 3 1 tour —. TO 5,650..0

Sur le curseur 6 poser 5 1 tour —. TO 0,650..0

Sur le curseur 6 poser 7 1 tour —. TO 3,650..0

La dernière opération effectuée a rendu le reste au TO négatif, il faut annuler son effet par un tour +.

Sur le curseur 6 avec la même pose 7 1 tour +. TO 0,650..0

2) Diminuer d'une unité le dernier nombre posé au RP, c-à-d remplacer le 7 par un 6. Placer la virgule au CT, soit 3,00000.

Nous avons atteint la situation suivante, qui va se retrouver à chaque stade de l'opération :

a) Au CT figure une première approximation $R_1 = 3,00000$ de la racine.

b) Au RP figure le double $2R_1 = 6,00..0$ du nombre au CT.

c) Au TO figure le reste $N - R_1^2 = 0,650..0$

1') Décaler le chariot au cran suivant 5. Poser sur le curseur suivant 5 les premiers nombres impairs 1, 3, 5, ..., le nombre au RP étant chaque fois soustrait par un tour — :

RP 6,1 1 tour — TO 0,040..0

RP 6,3 1 tour — TO 9,410..0

La dernière opération a rendu le reste au TO négatif. Il faut en compenser l'effet par un tour +.

RP 6,3 1 tour + TO 0,040..0

2') Diminuer d'une unité le dernier chiffre du nombre au RP, c-à-d remplacer 6,3 par 6,2.

Constatons que les remarques faites plus haut peuvent être répétées :

a) Au CT figure une deuxième approximation $R_2 = 3,10000$ de la racine.

b) Au RP figure le double $2R_2 = 6,20..0$ du nombre au CT.

c) Au TO figure le nombre $N - R_2^2 = 9,65 - 9,61 = 0,040..0$.

Pour déterminer le chiffre suivant de la racine, il suffit de répéter les opérations analogues.

1'') Décaler le chariot au cran suivant 4. Poser sur le curseur suivant 4 les premiers nombres impairs 1, 3, 5, suivis chaque fois d'un tour —.

RP 6,21 1 tour — TO 9,97790..0

Le reste au TO est déjà négatif. Donc

RP 6,21 1 tour + TO 0,040..0

2'') Diminuer d'une unité le dernier chiffre du nombre posé au RP c-à-d remplacer 6,21 par 6,20.

Nous avons obtenu l'approximation suivante $R_3 = 3,10$.

Remarque importante :

Nous nous trouvons à présent exactement dans la même situation que dans la méthode rapide (p. 12) qui nous a permis de calculer une racine carrée à 6 chiffres en partant d'une approximation de 3 chiffres. Le nombre 3,10 au CT est une approximation R' de la racine et au RP nous avons sa valeur double 6,20, soit $2R'$ (comparer méthode rapide p. 13 § 4). Nous pouvons donc nous borner à annuler le TO par des tours — appropriés et le CT portera le nombre

$$R' = R + \frac{N-R^2}{2R}$$

Dans notre exemple, on obtien ainsi

Chariot en pos. 3; 7 tours — puis 1 tour +

Chariot en pos. 2; 5 tours — puis 1 tour +

Chariot en pos. 1; 6 tours — puis 1 tour +

$$\sqrt{9,65} = 3,10645$$

La méthode de Töpler mettant à profit les propriétés de la série des nombres impairs, nous permet donc d'arriver sans estimation à une approximation de 3 ou 4 chiffres et de reprendre le calcul des chiffres suivants de la racine par la méthode rapide. Nous en donnons encore un second exemple.

Exemple 2

Calcul de $\sqrt{2237}$

Le partage du radical en tranches de deux chiffres, 22/37/, laisse au premier groupe à gauche **deux chiffres**, soit 22.

0) Machine prêt! Fixer le chariot en pos. 5. Au RP avec les curseurs 6, 5, 4, et 3, poser

le nombre N = 2237 et l'enregistrer au TO par un tour +. Placer un bouton de virgule au TO après 22 pour séparer la première tranche des suivantes. Effacer RP et CT. Abaisser l'inverseur.

1) La première tranche du radical à gauche dans le TO, soit 22, comporte **deux chiffres**. Pour poser correctement la série des nombres impairs, il faut toujours placer les unités sous le chiffre des unités de cette première tranche. Poser donc au RP avec le **curseurs 5** succesivement les premiers nombres impairs 1, 3, 5... à chaque fois suivis d'un tour —. Après avoir soustrait 9 on trouve

RP 0009,0..0 CT 5,0..0 TO ..9737,0..0

On a donc atteint un reste négatif au TO et on rectifie par un tour +.

RP 0009,0..0 CT 4,0..0 TO ..0637,0..0

2) Diminuer d'une unité le dernier chiffre du RP : on obtient au RP le double du nombre au CT.

1') Fixer le chariot au cran suivant, soit 4. Poser successivement sur le curseur suivant, soit le curseur 4, les premiers nombres impairs 1, 3, 5, ...

RP ..08,10..0 1 tour — TO ..0556,0..0

RP ..08,30..0 1 tour — TO ..0473,0..0

RP ..08,50..0 1 tour — TO ..0388,0..0

RP ..08,70..0 1 tour — TO ..0301,0..0

RP ..08,90..0 1 tour — TO ..0212,0..0

Remarque

Comme le TO n'a pas encore été rendu négatif, il faut poursuivre les opérations. Il est bien clair que l'opération «poser 11 sur le curseur 4» signifie: poser 1 sur le curseur 4 et augmenter de 1 le nombre posé déjà sur le curseur précédent 5, ...

RP ..09,10..0 1 tour — TO ..0121,0..0

RP ..09,30..0 1 tour — TO ..0028,0..0

RP ..09,50..0 1 tour — TO ..9933,0..0

RP ..09,50..0 1 tour + TO ..0028,0..0

2') Diminuer d'une unité le dernier chiffre du nombre posé au RP. Nous y trouvons 9,4 soit le double de 4,7 qui figure au CT.

1") Décaler le chariot au cran 3. Après avoir soustrait les nombres obtenus en posant sur le curseur 3 les chiffres 1 et 3, soustrait puis ajouté le nombre obtenu en posant 5, il vient

$$TO 0..0009,16..0$$

2") En soustrayant 1 au dernier chiffre du nombre au RP, on y trouve 9,44 c-à-d le double de l'approximation 4,72.

Terminons comme dans la méthode rapide Chariot pos. 2; 10 tours —, puis 1 tour +. Chariot pos. 1; 7 tours —. D'où

$$\sqrt{2237} = 47,297$$

Remarque pour CURTA Modèle II :

Avec ce modèle qui présente une capacité de 8 chiffres au CT il est possible d'obtenir la racine à 7 ou 8 chiffres, à condition de

connaître une approximation à 4 chiffres. Il suffira dans ce cas de commencer les opérations avec le chariot dans la position 7 ou 8 de façon à réserver au CT le nombre de chiffres correspondant pour la racine.

Extraction d'une racine cubique

Soit à déterminer $\sqrt[3]{N}$. Supposons qu'on dispose déjà d'une approximation R. Posons

$$\sqrt[3]{N} = R + d$$

$$\text{d'où } N = R^3 + 3R^2d + 3Rd^2 + d^3$$

En négligeant les termes en d^2 et d^3 , on obtient une approximation d_1 pour d , et par suite une approximation R_1 pour $\sqrt[3]{N}$:

$$d_1 = \frac{N - R^3}{3R^2} \quad R_1 = R + d_1 = R + \frac{N - R^3}{3R^2}$$

(L'erreur commise est pratiquement $-\frac{d_1^2}{R}$)

Cette expression se calcule aisément au

moyen de la CURTA. Nous allons le montrer pour l'exemple $\sqrt[3]{560}$, où l'on suppose connue l'approximation $R = 8,24$.

1) On pose R au RP. On développe R au CT et l'on obtient R^2 au TO.

RP : 8,24 CT : 8,24 d'où TO : 67,8976

2) On pose au RP la valeur de R^2 arrondie à 5 chiffres. On efface CT et TO. On développe 3,00000 au CT et l'on note la valeur $3R^2$ obtenue au TO

RP 0..67,898 CT 3,00000 TO 203,69400000

3) Sans rien effacer, on développe R au CT ce qui fournit R^3 au TO

RP 0..67,898 CT 8,24000 TO 559,47952000

4) On remplace au RP la grandeur R^2 par la grandeur notée $3R^2$, placée de la même manière (même virgule !). On multiplie de telle manière que le nombre constitué au TO s'approche le plus possible de N. CT indique alors l'approximation $R_1 = R + d_1$.

RP : 203,694, on construit TO : 560,00097664 et l'on constate au CT que

$$\sqrt[3]{560} = 8,24256$$

Toutefois, vu les approximations faites, la dernière décimale n'est garantie qu'à 1 ou 2 unités près. Avec CURTA II, en partant de $R = 8,2426$, on obtiendrait $R_1 = 8,2425608$, la dernière décimale pouvant différer de 1 ou 2 unités.

Le procédé exposé pour les racines carrées et cubiques se généralise évidemment pour

calculer $\sqrt[n]{N}$: si R est une première approximation (trouvée à la règle ou dans une table), on obtient l'approximation suivante en calculant

$$R_1 = R + \frac{N - R^n}{n \cdot R^{n-1}}$$

Cubages sans transfert

$a \times b \times c \times \dots$ Ex. : $38 \times 24 \times 57 \times 63,44$

Remarquons d'abord qu'on ne peut obtenir la valeur exacte du produit que si le nombre de chiffres composant ce produit n'excède

pas la capacité du TO. Celle-ci, rappelons-le, est de 11 chiffres pour CURTA I et de 15 chiffres pour CURTA II. On commencera donc par estimer le nombre des chiffres du produit final, qui est inférieur ou égal à la somme des chiffres des divers facteurs. Si ce nombre dépasse la capacité du TO, on connaîtra la précision qu'il est possible d'obtenir et l'on veillera à ne conserver dans les produits partiels que le nombre des chiffres utiles.

Bien entendu, un calcul de la forme $a \times b \times c \times \dots$ peut s'effectuer comme suit :

1) Poser a au RP ; développer b au CT ; trouver

$a \times b$ au TO

2) Transférer $a \times b$ au RP ; effacer TO ; développer c au CT ; trouver $a \times b \times c$ au TO et ainsi de suite.

Toutefois, cette méthode présente l'inconvénient des nombreux transferts au RP. Dans

bien des cas, on utilise avec avantage le procédé suivant de **cubage sans transfert**.
Ex. : $38 \times 24 \times 57 \times 63,44$.

1) Poser 38 au RP ; développer 24 au CT. Au TO apparaît $38 \times 24 = 912$.

2) Poser 56,9 au RP ; soit le facteur suivant diminué de $\frac{1}{10}$ de l'unité du dernier ordre écrite. Placer le chariot de telle manière que le dernier chiffre du facteur 56,9 se trouve sous le premier chiffre du produit partiel 912 inscrit au TO, soit ici pos. 3.

A chaque tour +, le nombre de la lucarne 3 (visée par la flèche) diminue de 1. Tournons jusqu'à ce que cette lucarne renferme 0. Nous aurons multiplié le nombre 56,9 par 900.

3) Décalons le chariot en position 2. Tournons additivement jusqu'à ce qu'un 0 apparaisse dans la lucarne 2 (visée par la flèche). Nous aurons multiplié 56,9 par 10.

4) Décalons le chariot en position 1. Tournons additivement jusqu'à ce qu'un 0 ap-

paraisse dans la lucarne 1 (visée par la flèche). Nous aurons multiplié 56,9 par 2. En définitive, nous aurons multiplié 56,9 par 912. Comme le TO avait déjà enregistré $0,1 \times 912$, il porte maintenant $57,0 \times 912 = 51984,0$. Donc TO indique $38 \times 24 \times 57,0 = 51984,0$.

N. B. Il est entendu que l'on aurait pu effacer CT après l'opération 1) et développer 912 au CT. Le **contrôle optique** dont nous nous sommes servis est un des avantages importants des modèles CURTA.

5) Poser au RP 63,439 en lieu et place du facteur suivant 63,44. Placer le chariot en position 6, de telle manière que le dernier chiffre du RP soit sous le premier du TO. Opérer comme ci-dessus. On trouve au TO **3'297'864,9600** qui est le **produit** cherché.

Remarque: Lorsque le nombre des chiffres du produit partiel au TO dépasse 6 (pour CURTA II, 8) il n'est plus possible d'amener, par rotation du chariot, le curseur 1 sous le

premier chiffre du TO. Le procédé utilisé ci-dessus s'applique néanmoins, moyennant une légère modification.

Ex. : $63,44 \times 38 \times 24 \times 57 = ?$

1) RP : 63,44 CT : 38 TO : 2410,72

2) RP : 23,9 CT : 241110 TO : 57'857,280

Suite des calculs avec CURTA I

3) Si l'on pose au RP le facteur 569 sur les curseurs 3, 2, 1, on ne peut plus aligner le 9 sous le premier chiffre, 5, du TO. Il faut donc placer le chariot en position 6 puis poser au RP le facteur 569 sur les curseurs 5, 4, 3 (0 sur les curseurs 2, 1). En opérant comme précédemment, on annule successivement les chiffres du TO dans les lucarnes 8, 7, ... 3. Le TO indique alors **3297860,4080**, résultat qu'on peut comparer au résultat exact trouvé plus haut. Si l'on désire une précision absolue, on placera maintenant au RP le facteur 569 sur les curseurs 3, 2, 1 (0 sur les curseurs 4, 5). En partant de la posi-

tion 2 du chariot, on annulera successivement les chiffres des lucarnes restantes 2, 1 du TO. TO porte alors le **résultat final 3'297'864,9600**.

Suite des calculs avec CURTA II

3) Avec CURTA II, dont le chariot peut être tourné de 8 crans, le calcul pourrait se poursuivre normalement. Nous conseillons toutefois d'opérer comme il est dit pour CURTA I, à titre d'exercice pour le cas où le nombre des chiffres au TO dépasserait 8.

Élévation à la troisième puissance

$$327^3 = ?$$

1) La multiplication 327×327 fournit 327^2 au TO.

RP : 327 CT : 327 TO : 106929.

Au lieu de transférer ce résultat au RP et de multiplier normalement par 327, on peut opérer comme suit :

2) Ne rien effacer, et faire apparaître au CT le facteur 106929, si bien que TO indiquera 327³. A cet effet:

a) Chariot en position 6, pour que la flèche vise le premier chiffre du TO. C'est un 1. Un tour +, pour inscrire 1 dans la lucarne 6 du CT. Remarquer que les chiffres des 5 premières lucarnes du TO n'ont pas changé.
b) Chariot en position 5. La flèche vise la lucarne 5 du TO, où se trouve un 0. Comme il y a aussi un 0 dans la lucarne 5 du CT, on passe plus loin.

c) Chariot en position 4. La flèche vise la lucarne 4 du TO, où se trouve un 6. 6 tours +, pour faire apparaître un 6 dans la lucarne 4 du CT et ainsi de suite. On obtient :
RP : 327 CT : 106929 TO : 34965783
Donc 327³ = 34965783.

Puissances d'exposant supérieur

La possibilité de calculer les puissances successives d'un nombre est naturellement limitée par la capacité de la machine utilisée.

Pour le nombre envisagé 327, par exemple, on peut encore calculer la quatrième puissance avec CURTA I. A cet effet, il faut poser la valeur de 327³ au RP et multiplier par 327. On trouve au TO

$$327^4 = 11433811041,$$

ce qui est à la limite des possibilités de cette machine. Si l'on veut calculer des puissances d'ordre supérieur, il faut, avant de poser la valeur de la puissance précédente au RP, abandonner les 3 ou 4 derniers chiffres.

Avec CURTA II, on pourrait calculer 327⁴ après 327³ sans rien effacer, en appliquant le procédé décrit pour le calcul de 327³ et en faisant apparaître 327³ au CT. Pour calculer des puissances d'ordre supérieur, il conviendra de poser au RP non pas le nombre lui-même, mais une puissance déjà calculée (carré, ou cube, etc.). S'il s'agit de nombres de plusieurs chiffres, il faudra, selon les besoins, abandonner les derniers chiffres.

Commerce et industrie

Contrôle de factures et de marchandises

A) Vérification du total d'une facture

Soit à contrôler la facture suivant :

Marchandise livrée :

14,30 m à 338 francs = 4833,4 Fr.

23,75 m à 276 francs = 6555,0 Fr.

Total brut = 11388,4 Fr.

Marchandises en retour :

12,80 m à 189 francs = 2419,2 Fr.

Total net = 8969,2 Fr.

1) Machine prête !

2) Poser 14,30 au RP. (Virgules entre les curseurs 2 et 3 au RP et les lucarnes 2 et 3 au TO.) Développer 338 au CT. On obtient
RP 14,30 CT 338 TO 4833,40

3) Effacer CT seulement. Poser 23,75 au RP. Développer 276 au CT. On obtient

RP 23,75 CT 276 TO 11388,40

Le nombre au TO indique le total brut.

4) Effacer CT seulement. Poser 12,80 au RP. Abaisser l'inverseur et effectuer des tours — de manière à développer 189 au CT. On obtient

RP 12,80 CT 189 TO 8969,20

Le nombre au TO indique le total net.
Relever l'inverseur !

Remarque

Les calculs ci-dessus constituent également le contrôle de la facture suivante, dans laquelle les prix sont exprimés au centime près:

338 pièces à Fr. 14.30 = 4833,40 Fr.

276 pièces à Fr. 23,75 = 6555,00 Fr.

Total brut = 11388,40 Fr.

Marchandises en retour :
 189 pièces à Fr. 12,80 = 2419,20 Fr.
 Total net = 8969,20 Fr.

B) Vérification simultanée du total de la facture et du nombre de pièces. (Pour CURTA II, év. CURTA I.)

Opérons les vérifications indiquées pour la facture suivante :

Marchandises livrées :
 74 pièces à 3225 francs = 238650 francs
 38 pièces à 1940 francs = 73720 francs
 Total brut 112 pièces = 312370 francs

Marchandises en retour :
 13 pièces à 2635 francs = 34255 francs
 Total net 99 pièces = 278115 francs

1) Machine prête !
 2) Poser au RP le chiffre 1 sur le dernier curseur et le prix 3225 sur les 4 premiers. Développer 74 au CT. On obtient
 RP 10..03225 CT 0..074 TO 000740..0238650

3) Effacer seulement CT. Remplacer au RP le prix 3225 par le prix 1940. Développer 38 au CT.

RP 10..01940 CT 0..038 TO 001120..0312370
 Le TO indique les totaux bruts : à gauche le nombre de pièces, à droite le prix.

4) Effacer seulement CT. **Abaisser l'inverseur.** Remplacer au RP le prix 1940 par le prix 2635. Par des **tours** —, développer 13 au CT. On obtient

RP 10..02635 CT 0..013 TO 000990..0278115
 Le TO indique les totaux nets : à gauche le nombre de pièces, à droite le prix.
 Relever l'inverseur !

Remarques.

Le calcul effectué aurait pu l'être avec CURTA I comme avec CURTA II. Ce ne serait plus le cas si le prix total dépassait 10000000 pour CURTA I.
 Si dans le calcul ci-dessus, la monnaie utilisée comporte l'usage de francs et cen-

times, (3225 francs étant remplacé, par exemple par Frs. 32,25) on place, pour mémoire, des virgules au RP entre les curseurs 2 et 3 et au TO entre les lucarnes 2 et 3.

C) Vérification simultanée des postes partiels et du total. (Avec CURTA II seulement)
 Opérons les vérifications indiquées pour la facture suivante :

Marchandises livrées :

13 pièces à Fr. 1,48 = 19,24
 25 pièces à Fr. 4,45 = 111,25
 39 pièces à Fr. 7,25 = 282,75
 31 pièces à Fr. 11,55 = 358,05
 Total = 771,29

1) Machine prête !
 2) Poser le nombre de pièces 13 au RP à la fois sur les deux premiers et sur les deux derniers curseurs. Développer 148 au CT. Placer des virgules au CT entre les lucarnes 2 et 3, au TO entre les lucarnes 2 et 3 et entre les lucarnes 11 et 12. On obtient
 RP 130...013 CT 0..01,48 TO 0019,240.01924

Au TO figurent :
 à droite le premier total (réduit au premier poste.)

3) Effacer CT et **seulement la partie gauche de TO.** Remplacer au RP (à gauche et à droite) le nombre 13 par 25. Développer 4,45 au CT. On obtient

RP 250...025 CT 0..04,45
 TO 0111,250.0130,49

Au TO figurent : à gauche le deuxième poste, à droite la somme des deux premiers postes.

4) Opérer comme sous 3). On obtient
 RP 390...039 CT 0..07,25
 TO 0282,750.0413,24

Au TO figurent : à gauche le troisième poste, à droite, la somme des trois premiers postes.

5) Opérer comme sous 3). On obtient
 RP 310...031 CT 0.011,55
 TO 0358,050.0771,29

Au TO se trouvent : à gauche le quatrième poste, à droite le total cherché.

Remarque

Nous exposons dans la section suivante les calculs qu'il convient d'exécuter si le montant de la facture doit être corrigé d'une majoration ou d'un rabais déterminé.

Pourcentages

A) Pourcentage de majoration

Soit à majorer de 2,83% la somme de Fr. 5675. La majoration est de

$$\frac{5675 \times 283}{100}$$

et la somme majorée de

$$\frac{5675 \times 10283}{100}$$

1) Machine prête !

2) Poser la somme de 5675 sur les premiers curseurs du RP. Développer 283 au CT. Placer des virgules au CT entre les lucarnes

2 et 3, au TO entre les lucarnes 4 et 5. On obtient

RP 0..05675 CT 0..02,83 TO 0..0160,6025

Le TO indique la majoration.

3) **Sans rien effacer**, transformer le nombre au CT en 0..0102,83 (au moyen d'un seul tour + avec le chariot en pos. 5). On obtient

RP 0..05675 CT 0.0102,83 TO 0..5835,6025

Le TO indique la somme majorée.

B) Pourcentage de rabais

Soit une facture d'un montant de 8752 Fr. sur laquelle on veut accorder un rabais de 12%. Le rabais sera de

$$\frac{8752 \times 12}{100}$$

et le montant net de

$$\frac{8752 \times 88}{100}$$

1) Machine prête !

2) Poser la somme de 8752 sur les premiers

curseurs du RP. Développer 12 au CT. Placer une virgule au TO entre les lucarnes 2 et 3, ce qui correspond à la division par 100. On obtient

RP 0..08752 CT 0..012 TO 0..01050,24

Le TO indique la valeur du rabais.

3) **Ne rien effacer**. Transformer au CT le facteur 12 en 88. On obtient

RP 0..08752 CT 0..088 TO 0..07701,76

Le TO indique le montant net.

Remarque

Des calculs de ce genre peuvent être effectués en une seule opération avec CURTA II :

1) Machine prête !

2) Poser au RP le taux du rabais 12 sur les deux premiers curseurs de gauche et le taux de la somme nette 88 sur les deux premiers curseurs de droite. Placer des virgules au TO entre les lucarnes 2 et 3 d'une

part, 11 et 12 d'autre part. Développer au CT la somme brute 8752. On obtient

RP 120..088 CT 0..08752
TO 1050,240.07701,76

Au TO apparaissent : à gauche le rabais, à droite la somme nette.

Si les nombres à transformer sont petits, on peut opérer de même avec CURTA I, mais on court le risque de voir les deux nombres au TO se chevaucher.

C) Calculs de marges

Il s'agit, connaissant le prix d'achat et le prix de vente de déterminer la marge et de l'exprimer en % du prix de vente (ou du prix d'achat). Envisageons les calculs pour l'exemple :

Prix d'achat Fr. 1257 Prix de vente Fr. 3840.

1) Machine prête !

2) Poser d'abord le prix d'achat 1257 sur les premiers curseurs du RP. Fixer le chariot en pos. 6 et placer une virgule au TO entre

les lucarnes 5 et 6. Effectuer un tour —. On obtient

RP 0..01257 CT 90..0 TO 9987430..0

Le nombre au TO représente le nombre négatif —1257.

3) Le chariot restant en pos. 6, remplacer au RP le prix d'achat 1257 par le prix de vente 3840. Effectuer un tour +. On obtient

RP 0..03840 CT 0..0 TO 002583,00000

Au TO figure la marge Fr. 2583.

4) L'expression de la **marge en % du prix de vente** est le résultat (multiplié par 100) de la division de la marge au TO par le prix de vente au RP. Vu la position de ces deux nombres dans les registres de la machine, il convient d'effectuer la division par le procédé soustractif.

Placer une virgule au CT entre les lucarnes 3 et 4. **Abaisser l'Inverseur.** Effectuer des tours — en parlant de la pos. 5 du chariot. On obtient

RP 0..03840 CT 0..067,266 TO 999..9,98560
Le nombre au CT, **67,266** est la **marge en % du prix de vente.**

Relever l'Inverseur.

Si l'on avait à exprimer la **marge en % du prix d'achat**, il faudrait enregistrer d'abord le prix de vente. Les calculs seraient alors les suivants :

1) Chariot en pos. 6, 3840 au RP. 1 tour +.

2) Chariot en pos. 6, 1257 au RP. 1 tour —. Le TO fait apparaître la marge de 2583.

3) La division par le procédé soustractif (inverseur abaissé I) de la marge au TO par le prix d'achat déjà enregistré au RP fournit la centième partie du nombre cherché, c.à.d. ce nombre lui-même moyennant une disposition convenable de la virgule au CT. On obtient

RP 0..01257 CT 205,489 TO 0..0327

Le nombre au CT, **205,489** est l'expression de la **marge en % du prix d'achat.**

D) Pourcentages successifs

Il arrive qu'on ait à calculer pour toute une série de nombres, par exemple des prix d'achat, les mêmes pourcentages successifs (en augmentation ou en diminution). Par exemple, étant donné le prix d'achat, on doit lui ajouter d'abord une marge de 57%, accorder sur le prix obtenu un rabais de 18% et déduire enfin de la somme ainsi trouvée un escompte de 2%.

Il est alors indiqué d'exprimer d'abord une fois pour toutes les grandeurs successivement obtenues en % du prix de base (pourcentages-clefs). Pour l'exemple envisagé on trouve ainsi

Marge : **57 %** ;

Prix d'achat + Marge : **157 %**

Rabais : $\frac{157}{100} \times \frac{18}{100} = 28,26 \%$

Net après rabais :

$157 \% - 28,26 \% = 128,74 \%$

$$\frac{128,74}{100} \times \frac{100}{100} = 128,74 \%$$

Net après escompte :

$128,74 \% - 2,575 \% = 126,165 \%$

Le prix d'achat est introduit une fois pour toutes au RP. On développe successivement les pourcentages-clefs au CT, auxquels correspondent au TO les grandeurs envisagées. Pour un prix d'achat de Fr. 3755 par exemple on trouve successivement :

Prix d'achat (au RP)	3755.—
Marge de 57%	2140,31
Prix d'achat + Marge	5895,31
Rabais 18%	1061,11
Net après rabais	4834,19
Escompte 2%	96,68
Net après escompte	4737,50

E) Bénéfice et déficit d'exercice

Envisageons les bénéfices d'une entreprise au cours de deux exercices successifs.

Exemple 1 :

Année d'exercice A : Bénéfice 35676.—

Année d'exercice B : Bénéfice 43217.—

Quelle est l'augmentation du bénéfice, exprimée en % du bénéfice de l'exercice A ?

Calculons

$$\frac{43217 \times 100}{35676} = 121,14$$

Ce calcul fournit le résultat cherché : l'augmentation est de 21,14%. L'augmentation du bénéfice elle-même apparaît en cours de calcul : si l'on effectue la division indiquée par le procédé soustractif, on trouve au TO après le premier tour — la différence $43217 - 35676 = 7541$. Si l'on effectue la division par le procédé additif, on termine cette opération puis on effectue le tour — qui au CT change 121,14 en 021,14.

Exemple 2

Année d'exercice A : Bénéfice 17863.—

Année d'exercice B : Bénéfice 14937.—

Quelle est la diminution du bénéfice, exprimée en % du bénéfice de l'exercice A ?

Calculons

$$\frac{14937 \times 100}{17863} = 83,62$$

La diminution du bénéfice est de $100 - 83,62 = 16,38\%$ du bénéfice de l'exercice A. Supposons qu'on ait fait la division par le procédé additif après avoir abaissé l'inverseur. Le CT indiquera immédiatement 16,38 au lieu de 83,62.

Supposons qu'on calcule le quotient indiqué par le procédé soustractif, mais sans abaisser l'inverseur ; le CT indiquera l'opposé du quotient sous la forme 9916,38. Bien entendu, on ne tient pas compte des 9 dans la lecture du résultat.

F) Capital et Intérêt

1) L'intérêt annuel d'un capital déposé de Fr. 67855.— est de Fr. 3912.—. Quel est le taux de l'intérêt ?

Le taux cherché est le quotient de l'intérêt par la centième partie du capital. On trouve

$$\text{Taux} = \frac{3912}{678,55} = 5,765\%$$

(Le plus simple est d'effectuer la division par le procédé additif.)

2) L'intérêt annuel d'un capital, placé au taux de 4,75% est de Fr. 7953. Quelle est la valeur du capital ?

Le capital s'obtient en multipliant par 100 le quotient de l'intérêt par le taux. D'où

$$\text{Capital} = \frac{7953}{4,75} \times 100 = 167432.—$$

(Le plus simple est de diviser par le procédé additif.)

3) Un capital de Fr. 35480 est placé à un taux de 3,5% pendant 205 jours. Quel intérêt rapporte-t-il ?

L'intérêt se calcule par la formule connue : Intérêt =

$$\frac{\text{Capital} \times \text{Taux} \times \text{Nombre de jours}}{100 \times 360}$$

En appliquant l'un ou l'autre des procédés

de calcul d'une règle de trois généralisée (page 10) on trouve

$$\text{Intérêt} = \text{Fr. } 707, (14)$$

Répartition de frais

Dans une entreprise, les frais de 3 départements se montent respectivement à :

Fr. 3545 pour le département A,
Fr. 6893 pour le département B,
Fr. 2360 pour le département C, soit
Fr. 12798 au total.

Quelle est la part proportionnelle (en %) de chaque département à l'ensemble des frais ? Il s'agit de calculer de manière rationnelle les trois quotients

3545	6893	2360
127,98	127,98	127,98

1) Machine prête !

2) Poser le total 127,98 au RP, sur les 5 premiers curseurs. Fixer, pour commencer, le chariot en pos. 5 et effectuer la division

3545 : 127,98 par le procédé additif. On trouve

RP 0..0127,98 CT 027,700 TO 0..03545,04600
Le nombre trouvé au CT représente la **part A = 27,70%**.

3) **Ne rien effacer.** Fixer à nouveau le chariot en pos. 5, et transformer le nombre au TO en le second dividende 6893. Ceci implique les opérations suivantes :

Chariot en pos. 5 : 2 tours +
Chariot en pos. 4 : 6 tours +
Chariot en pos. 3 : 2 tours +
Chariot en pos. 2 : 4 tours —
Chariot en pos. 1 : rien

On trouve
RP 0..0127,98 CT 053,860 TO 0..06893,00280
Le nombre au CT représente la **part B = 53,86%**.

4) **Ne rien effacer.** Fixer à nouveau le chariot en pos. 5, et transformer le nombre au TO en le troisième dividende 2360. Cela s'obtient par :

Chariot en pos. 5 : 4 tours —
Chariot en pos. 4 : 5 tours +
Chariot en pos. 3 : 4 tours —
Chariot en pos. 2 : 2 tours —
Chariot en pos. 1 : rien

On trouve

RP 0..0127,98 CT 018,440 TO 0..02359,95120
Le nombre au TO représente la **part C = 18,44%**.

Il est aisé de contrôler les calculs effectués, en vérifiant que la somme des 3 pourcentages obtenus vaut 100% (ou est très voisine de 100%) : $27,70 + 53,86 + 18,44 = 100$. Avec CURTA II, il est possible de disposer les calculs de telle manière que ce contrôle soit simultané, ce que nous montrerons dans le prochain exemple.

Remarque

Si le nombre des postes intéressés est grand, il est indiqué de calculer une fois pour toutes le nombre inverse du diviseur com-

mun (total des frais) et d'enregistrer ce nombre comme facteur fixe au RP. Les différents postes de frais sont alors développés au CT et les pourcentages correspondants apparaissent au TO. (Voir à ce sujet la remarque relative à la division de plusieurs nombres par un même diviseur, page 7.)

Répartition de frais et contrôle simultané

(avec CURTA II seulement)

Traitons le même problème par une méthode qui fournit simultanément le contrôle. Rappelons que les postes de frais sont les suivants :

A : 3545 B : 6893 C : 2360 Total : 12798.

1) Machine prête !

2) Poser au RP : 10...0127,98. Fixer, pour commencer le chariot en pos. 5 et construire dans la partie droite du TO le premier nombre 3545. On obtient

RP 10..0127,98 CT 0..27,700
TO 27,70/3545,04600

La **part proportionnelle de A, soit 27,70%**, apparaît à la fois au CT et dans la partie gauche du TO.

3) **Ne pas effacer CT, mais seulement TO.** Fixer, pour commencer, le chariot en pos. 5 et construire dans la partie droite du TO le deuxième nombre 6893. On trouve

RP 10..0127,98 CT 0..81,560
TO 53,8600/6893,00280

La **part proportionnelle de B, soit 53,86%**, apparaît dans la partie gauche du TO. Au CT figure la somme $27,70\% + 53,86\%$ des parts proportionnelles de A et B.

4) Opérer comme sous 3) pour le troisième nombre 2360. On trouve

RP 10.0127,98 CT 0.100,000
TO 18,44/2359,95120

Dans la partie gauche du TO est inscrite la **part proportionnelle de C, soit 18,44%**. Au

CT figure, à titre de contrôle, la somme des parts proportionnelles de A, B, C qui vaut effectivement 100%.

Calculs de change

a) Quel est le prix en francs suisses de \$ 733,25, le cours étant 1 \$ = 4,19½ Frs.?
Le résultat est $733,25 \times 4,195 = 3075,98$ Frs.
RP 0..733,25 CT 0..4,195 TO 0..3075,98375
b) combien de dollars peut-on acheter avec 1200.— francs suisses, le cours du change étant 1 \$ = 4,22¼ Frs.?

Le résultat est $1200 : 4,2225 = 284,19$ \$.
RP 0..4,2225 CT 284,192 TO 0..1200,0007200
(le plus simple est d'effectuer la division par le procédé additif).

c) Le cours du dollar à Paris est 1 \$ = 487,50 francs. Quelle est la parité à New York? (c. à. d. combien de \$ doit-on payer pour 1000 Frs.?)

Le résultat est : $1000 : 487,50 = 2,05128$ \$, soit environs \$ 2,05%.

RP 0..487,5 CT 2,05128 TO..999,999000
(le plus simple est de diviser par le procédé additif).

Calculs en monnaie anglaise

A) Multiplication et division

Pour multiplier ou diviser des sommes exprimées en sterling; il faut convertir les shillings et les pence en fractions décimales de la livre.

20 s = 1 £ donc 1 s = $\frac{1}{20}$ £ = 0,05 £.

12 d = 1 s donc 1 d = $\frac{1}{120}$ £ = 0,00417 £.

Afin d'éviter la répétition de fastidieuses multiplications par 0,00417, on se sert de tables de conversion. Celle qui figure page 35 fournit l'équivalent en livres de sommes allant de $\frac{1}{4}$ d à $11\frac{3}{4}$ d.

Table de conversion de Pence en £

Pence	d.	$\frac{1}{4}$ d.	$\frac{1}{2}$ d.	$\frac{3}{4}$ d.	Pence
0	.000 000 0	.001 041 7	.002 083 4	.003 125 0	0
1	.004 166 7	.005 208 4	.006 250 0	.007 291 7	1
2	.008 333 4	.009 375 0	.010 416 7	.011 458 4	2
3	.012 500 0	.013 541 7	.014 583 4	.015 625 0	3
4	.016 666 7	.017 708 3	.018 750 0	.019 791 7	4
5	.020 833 4	.021 875 0	.022 916 7	.023 958 4	5
6	.025 000 0	.026 041 7	.027 083 4	.028 125 0	6
7	.029 166 7	.030 208 4	.031 250 0	.032 291 7	7
8	.033 333 4	.034 375 0	.035 416 7	.036 458 4	8
9	.037 500 0	.038 541 7	.039 583 4	.040 625 0	9
10	.041 666 7	.042 708 4	.043 750 0	.044 791 7	10
11	.045 833 4	.046 875 0	.047 916 7	.048 958 4	11

Exemple. — Une grosse d'un article déterminé coûte £ 17.13.7¼. Quel est le prix de la pièce en monnaie anglaise et en francs, le cours de la livre sterling à Paris étant £ 1 = 1177 Frs.?

1) Convertir la somme totale en £ :

$$\begin{array}{rcl} \text{£ } 17 & = & 17 \\ 13 \text{ s} \times 0,05 & = & 0,65 \\ 7\frac{1}{4} \text{ d (tablette)} & = & 0,0302084 \\ \text{Somme} & = & \text{£ } 17,6802084 \end{array}$$

2) Effectuer normalement (par le procédé additif) la division par 144. (Chariot en position 6.)

RP 0..144 CT 0,122779 TO 0..17,680176

Le prix de la pièce est donc de £ 0,122779. Comme £ 0,10 = 2 s et £ 0,02779 = 5½ d (tablette 1), le prix de la pièce en monnaie anglaise est 2s 5½d.

3) Pour obtenir le prix de la pièce en francs, il faut multiplier par 1177 le nombre se trouvant au CT. Il ne faut donc pas effacer

ce nombre et opérer comme il est expliqué page : 9.

Effacer TO seulement et remplacer au RP le nombre 144 par 1177. Abaisser l'inverseur et exécuter des tours + de manière à annuler successivement les chiffres du CT. Au TO apparaît le produit cherché. On trouve

RP 0..1177 CT 0...0 TO 0..144,510883

Le prix de la pièce est donc de 144,5 Fr. Relever l'inverseur !

B) Addition et soustraction

Exemple. — Soit à calculer

$$\begin{array}{r} \text{£ } 13.18.9 \\ + \text{£ } 41.19.11 \\ + \text{£ } 7.17.10 \\ \hline = \text{£ } 63.16.6 \end{array}$$

1) Machine prête !

2) Disposer au RP : les pence sur les curseurs 1 et 2 (3 livre), les shillings sur les

curseurs 4 et 5 (6 livre), les livres sur les curseurs 7 et 8. Séparer par des virgules au RP et au TO les groupes de colonnes réservées à ces diverses unités. Totaliser de cette manière les 3 montants proposés

$$\begin{array}{rcl} \text{RP } 0..13,018,009 & 1 \text{ tour } + \\ \text{RP } 0..41,019,011 & 1 \text{ tour } + \\ \text{RP } 0...7,017,010 & 1 \text{ tour } +. \text{ On trouve} \\ \text{TO } 0..61,054,030 \end{array}$$

Il reste à réduire successivement les nombres de pence et de shillings.

3) Poser au RP 0...988. A chaque tour +, le nombre au TO s'accroît de 1000 — 12 : le nombre de pence diminue de 12 tandis que le nombre de shillings augmente de 1, ce qui ne change pas la valeur du montant inscrit au TO ! Après 2 tours +, on trouve TO 0...61,056,006. Le nombre des pence est réduit.

4) Poser au RP 0..0,980,000. A chaque tour +, le nombre de s au TO diminue de 20, tandis que le nombre de £ augmente de 1,

ce qui ne change pas la valeur du montant au TO. Après 2 tours +, on trouve TO 0..63,016,006. Le nombre des s est à son tour réduit.

La somme cherchée est bien £ 63.16.6.

Exemple. — Soit à calculer

$$\begin{array}{r} \text{£ } 63.16.6 \\ - \text{£ } 7.17.10 \\ - \text{£ } 41.19.11 \\ \hline = \text{£ } 13.18.9 \end{array}$$

1) Machine prête !

2) Comme à l'exemple précédent, effectuer

$$\begin{array}{rcl} \text{RP } 0..63,016,006 & 1 \text{ tour } + \\ \text{RP } 0...7,017,010 & 1 \text{ tour } - \\ \text{RP } 0..41,019,011 & 1 \text{ tour } -. \text{ On trouve} \\ \text{TO } 0..14,979,985 \end{array}$$

Il reste à réduire successivement les nombres de pence et de shillings.

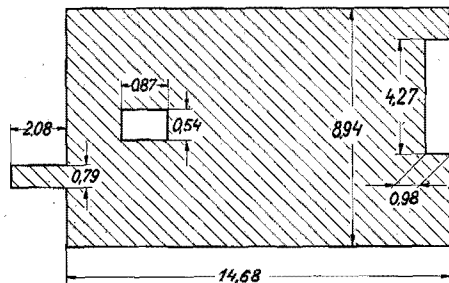
3) Poser au RP 0..0,000988. Après 2 tours — on trouve TO 0..14,979,009.

4) Poser au RP 0..0,980,000. Après 2 tours — on trouve TO 0..13,018,009.

Le nombre cherché est donc 13.18.9.

Lorsqu'on doit exécuter de nombreuses additions ou soustractions de valeurs en sterling, il est recommandé d'utiliser plutôt une CURTA II, à cause de la plus grande capacité de ses registres.

Calcul d'une surface



Un local a la forme ci-dessus dessinée — Quelle est la surface ?

On recouvre le sol d'un linoléum coûtant 1525 f. le m². Quel est le prix de ce revêtement ?

La surface s'obtient par le calcul $(14,68 \times 8,94) + (2,08 \times 0,79) - (0,87 \times 0,54) - (0,54 \times 0,87)$.

Le prix du revêtement se trouve en multipliant la surface obtenue par 1525.

1) Machine prête.

2) Poser 14,68 au RP. Développer 8,94 au CT. On trouve au TO 0..131,2392.

3) Effacer CT seulement. Poser 2,08 au RP — Développer 0,79 au CT, on trouve au TO 132,8824.

4) Effacer seulement CT.

Poser 4,27 au RP. Abaisser l'inverseur. Par des tours appropriés développer 98 au CT — On trouve TO 128,5978.

5) Opérer avec le produit suivant, comme pour 4,

RP 0...0,54 CT 0..0,87 TO 0...128,2280

La surface = 128,228 m².

6) Plutôt que de transférer ce nombre au RP pour le multiplier par 1525 développé au CT, appliquer la méthode expliquée page 19 à propos du cubage sans transfert. Relever l'inverseur et effacer CT.

Poser au RP le facteur 1525 diminué de 1/10 de l'unité soit 1524,9 de telle manière que

le 9 puisse être amené sous le premier chiffre du TO par rotation du chariot (le 1 de 128,228 étant au dessus du 9 de 1524,9). Par des tours +, annuler successivement les chiffres du TO lorsqu'ils sont placés au-dessus du 9.

On trouve finalement :

RP 0...1524,9 — CT 128,2280
TO 195 547,70 Frs.

Statistique, géodésie, technique

Totalisation simultanée de nombres donnés et de leurs carrés (avec CURTA II seulement)

Soit à calculer

$$a + b + c + \dots = s$$

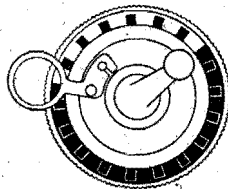
$$a^2 + b^2 + c^2 + \dots = S$$

les nombres donnés a, b, c, \dots étant positifs ou négatifs.

Nous allons montrer comment on peut, en une seule opération, faire apparaître la somme S au TO et la somme s au CT.

Exemple :

+ 6925	6925 ²
+ 3289	3289 ²
— 1721	1721 ²
+ 2987	2987 ²
<hr/> s = ?	<hr/> S = ?



- 1) Machine prête !
- 2) Disposer la manette de mise à zéro dans sa position de repos à gauche du TO, comme l'indique la figure ci-contre. Séparer le TO en deux parties par une double virgule placée entre les lucarnes 10 et 11.
- 3) Poser au RP le premier nombre 6925 sur les 4 premiers curseurs et le chiffre 1 sur le dernier curseur (n° 11). Développer 6925 au CT. Il vient
RP 10..6925 CT 0..6925 TO 069250..47955625
Au TO apparaissent : à droite le carré de

6925, à gauche, à titre de contrôle, le nombre 6925.

4) Effacer seulement la partie gauche du TO et remettre la manette dans la position indiquée plus haut. Remplacer au RP le nombre 6925 par 3289 et faire apparaître par des tours de manivelle appropriés le nombre 3289 dans la partie gauche du TO. On obtient

RP 10..3289 CT 0..10214 TO 032890..58773146
Au TO figurent : à droite la somme des deux premiers carrés, à gauche, à titre de contrôle, le nombre 3289. Au CT se trouve la somme $6925 + 3289 = 10214$ des deux premiers nombres.

5) Effacer seulement la partie gauche du TO et remettre la manette dans la position indiquée. Remplacer au RP le nombre 3289 par le nombre 1721. Abaisser l'Inverseur. Par des tours +, développer 1721 dans la partie gauche du TO. A cause de la position de l'inverseur, on a ainsi soustrait 1721 du

nombre figurant au CT mais ajouté 1721² au nombre placé dans la partie droite du TO. On trouve

RP 10..1721 CT 0..8493 TO 017210..61734987

6) Relever l'Inverseur, effacer la partie gauche du TO et remplacer au RP le nombre 1721 par 2987. En développant 2987 dans la partie gauche du TO, on trouve

RP 10..2987 CT 0..11480
TO 029870..70657156

On en déduit le résultat

$$s = 11480 \quad S = 70657156$$

Calcul d'une moyenne arithmétique et de l'écart quadratique moyen

Supposons que la mesure N fois répétée d'une grandeur x fournisse les valeurs x_1, \dots, x_N .

La moyenne arithmétique \bar{x} et l'écart quadratique moyen Δx sont définis par les formules

$$\bar{x} = \frac{\sum x_i}{N} \quad \Delta x = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{N(N-1)}}$$

Soit x_0 une valeur fixe, en principe quelconque, qu'on choisit pratiquement au voisinage de la moyenne présumée. On voit immédiatement que

$$x - x_0 = \frac{\sum (x_i - x_0)}{N} \quad \text{et}$$

$$\sum (x_i - \bar{x})^2 = \sum (x_i - x_0)^2 - N(x - x_0)^2$$

L'essentiel du calcul revient donc à calculer simultanément $\sum (x_i - x_0)$ et $\sum (x_i - x_0)^2$, comme dans l'exemple précédent. Toutefois, comme tous les nombres envisagés seront positifs et petits, nous procéderons un peu différemment, en totalisant les nombres dans la partie droite du TO et leurs carrés dans la partie gauche. Dans l'exemple numérique suivant, nous supposons qu'on opère avec une machine CURTA I.

$x_1 = 215,3$	$x_1 - x_0 = 5,3$
$x_2 = 216,4$	$x_2 - x_0 = 6,4$
$x_3 = 214,7$	$x_3 - x_0 = 4,7$
$x_4 = 217,1$	$x_4 - x_0 = 7,1$
$x_5 = 213,8$	$x_5 - x_0 = 3,8$
$x_6 = 217,3$	$x_6 - x_0 = 7,3$
$x_7 = 216,6$	$x_7 - x_0 = 6,6$

1) RP 005,30001 CT 005,300 TO 028,09005,300
Effacer CT seulement. Répéter l'opération.

2) RP 006,40001 CT 006,400 TO 069,05011,700

3) RP 004,70001 CT 004,700 TO 091,14016,400

4) RP 007,10001 CT 007,100 TO 141,55023,500

5) RP 003,80001 CT 003,800 TO 155,99027,300

6) RP 007,30001 CT 007,300 TO 209,28034,600

7) RP 006,60001 CT 006,600 TO 252,84041,200
On obtient donc

$\sum (x_i - x_0) = 41,2$ $\sum (x_i - x_0)^2 = 252,84$
Il s'agit maintenant, d'une part de calculer

$$\frac{\sum (x_i - x_0)}{N} = \bar{x} - x_0$$

et d'autre part de former

$$\sum (x_i - x_0)^2 - N(\bar{x} - x_0)^2.$$

Ces deux calculs peuvent être effectués comme suit en une même opération :

8) On pose au RP $\sum (x_i - x_0) = N(\bar{x} - x_0) = 41,2$ sous la somme des carrés figurant au TO et le nombre $N = 7$ sous la somme des nombres placée au TO :

TO 252,84041,200

RP 041,20007

Abaissier l'inverseur, effacer CT seulement et effectuer la division

$$\frac{\sum (x_i - x_0)}{N} = \frac{41,2}{7}$$

par le procédé soustractif. On trouve
RP 041,20007 CT 005,885 TO 010,37800,005
Au CT figure le quotient. Donc

$$\bar{x} - x_0 = 5,885 \quad \text{d'où } \bar{x} = 215,885$$

Au TO apparaissent : à droite le reste 0,005 de la division effectuée, à gauche la différence cherchée $\sum (x_i - x_0)^2 - N(\bar{x} - x_0)^2$,

puisque on a soustrait de la somme des carrés se trouvent déjà au TO le produit de $N(\bar{x} - x_0)$ au RP par $\bar{x} - x_0$ au CT.

Donc $\sum (x_i - x_0)^2 = 10,378$.

9) Effacer CT seulement. Fixer le chariot en position 6. Poser au RP le diviseur $N(N-1) = 42$ le plus à gauche possible et effectuer la division par le procédé soustractif. (Inverseur abaissé.)

RP 0..42,00 CT 0,247..

A la règle à calcul ou au moyen de la CURTA, on extrait la racine carrée de ce nombre ; elle vaut 0,497. Le résultat de la mesure est donc

$$x = 215,885 \pm 0,497$$

Relever l'inverseur.

Division sans transfert d'un nombre négatif

Dans les calculs qui suivent, on est souvent conduit à des expressions de la forme

$$\frac{a \times b - c \times d}{e}$$

Lorsque $c \times d$ est plus grand que $a \times b$, le numérateur est négatif et dans ce cas, le nombre enregistré au TO est le complémentaire du numérateur. Pour effectuer sans transfert la division demandée, on opère de la manière suivante :

Exemple :

$$\frac{3,15 \times 17,5 - 9,6 \times 23,3}{137,4}$$

1) Machine prête !
2) Poser au RP 0..03,15 et développer 17,5 au CT, en partant de la position 4 du chariot
CT 0..17,5000 TO 0..55,125000

3) Effacer CT seulement. Poser au RP 0..9,60. Abaisser l'inverseur. Par des tours —, développer 23,3 au CT, en partant de la position 4 du chariot.

CT 0..23,3000 TO 9..9831,445000

Au TO figure le nombre complémentaire du dividende car celui-ci est négatif.

4) Poser le diviseur 137,4 au RP : 0..137,4. Effacer CT seulement.

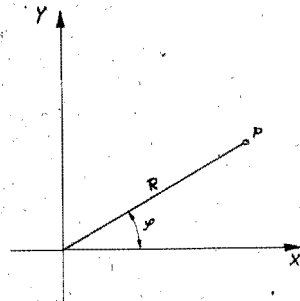
Relever l'inverseur. Effectuer des tours + en partant de la position 6 du chariot, de manière à transformer le TO en 99..9 (ou plutôt la valeur la plus voisine.)

Position 6 : 1 tour +
Position 5 : 2 tours +
Position 4 : 2 tours +
Position 3 : 6 tours +
Position 2 : 7 tours +
Position 1 : 5 tours +

TO 0..0,000450 CT 1,22675

Le résultat cherché figure, au signe près, au CT : c'est — 1,22675.

Calcul de coordonnées



Supposons données les coordonnées polaires $\varphi = 15^\circ$ et $R = 21,7$. Les coordonnées cartésiennes se calculent par les formules

$$x = R \cos \varphi \quad y = R \sin \varphi$$

La table fournit les valeurs $\cos 15^\circ = 0,96593$
 $\sin 15^\circ = 0,25882$.

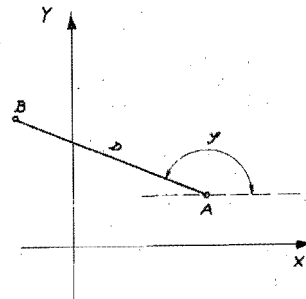
Il convient de poser R comme multiplicateur

fixe au RP et de développer les valeurs de $\cos \varphi$ et $\sin \varphi$ au CT.

1) RP 0..21,7 CT 0,96593 TO 20,9607 = x
2) RP 0..21,7 CT 0,25882 TO 5,6164 = y

Calcul de l'azimut et de la distance de deux points donnés par leurs coordonnées

(avec CURTA II seulement)



Supposons donnés A (x_A ; y_A) et B (x_B ; y_B). L'azimut φ et la distance D se calculent par les formules :

$$\operatorname{tg} \varphi = \frac{y_B - y_A}{x_B - x_A} \quad D = \frac{x_B - x_A}{\cos \varphi}$$

Exemple 1

A $x_A = -11779,323$ $y_A = +94892,791$
 B $x_B = -11517,15$ $y_B = +95141,42$

a) Calcul de $y_B - y_A$.

1) Machine prête ! Placer le chariot en position 7.

2) RP 0..95141,420 1 tour +.

3) RP 0..94892,791 1 tour —.

On trouve $y_B - y_A$

TO 0..248,629000000 Ne pas effacer !

b) Calcul de $x_B - x_A$

1) Placer le chariot en position 1.

2) RP 0..11517,150 1 tour —.

3) RP 0..11779,323 1 tour +.

On trouve $x_B - x_A$ dans la partie droite du

TO, tandis que $y_B - y_A$ se trouve à gauche :
 TO 0..248,629/262,173.

c) Calcul de $\operatorname{tg} \varphi$

1) Transférer la valeur de $x_B - x_A$ sur les premiers curseurs du RP. Effectuer un tour — pour annuler la partie droite du TO. Effacer CT seulement. (Noter à des fins de contrôle la valeur de $y_B - y_A$.)

2) Effectuer la division

$$\frac{x_B - x_A}{y_B - y_A}$$

par le procédé soustractif, en partant de la position 6 du chariot (inverseur abaissé).

TO 0..0,000119353 CT 0,948339 = $\operatorname{tg} \varphi$

On trouve dans la table $\varphi = 48^{\circ} 31' 24''$ puis $\cos \varphi = 0,725601$ $\sin \varphi = 0,688116$

d) Calcul de $D = \frac{x_B - x_A}{\cos \varphi}$

1) Effacer CT et TO mais pas RP.

2) Placer le chariot en position 7 et effec-

tuer un tour + ; $x_B - x_A$ est enregistré au TO.

3) Effacer CT et remplacer au RP $x_B - x_A$ par $\cos \varphi = 0,725601$.

4) Effectuer la division par le procédé soustractif.

TO 0..0,000297882 CT 0..361,318 = D

Remarque

D pourrait être calculé aussi par

$$\frac{y_B - y_A}{\sin \varphi}$$

à des fins de contrôle (la valeur de $y_B - y_A$ a été notée à cet effet).

Exemple 2

Soient A et B les mêmes points qu'à l'exemple 1. Proposons-nous de calculer l'azimut et la distance des points B et A (et non A et B).

Il est bien entendu qu'on trouvera

$$\varphi = 248^{\circ} 31' 24'' \quad D = 361,318$$

Toutefois, nous allons refaire le calcul, qui

se distingue du précédent par l'apparition de nombres négatifs.

a) Calcul de $y_A - y_B$

1) Machine prête ! Placer le chariot en position 7.

2) RP 0..94892,791 1 tour +.

3) RP 0..95141,420 1 tour —. On trouve TO 999751,371000000 C'est la valeur complémentaire du nombre négatif $y_A - y_B$. Ne pas effacer TO.

b) Calcul de $x_A - x_B$

1) Chariot en position 1.

2) RP 0..11779,323 1 tour —.

3) RP 0..11517,150 1 tour +. On trouve TO 999751,370/737,827. Le nombre de droite est la valeur complémentaire du nombre négatif $x_A - x_B$.

c) Calcul de $\operatorname{tg} \varphi$

1) Placer au RP la valeur absolue de $x_A - x_B$, complémentaire du nombre figurant

dans la partie droite du TO : RP 0..262,173. Effectuer un tour +. Il ne reste au TO que la valeur complémentaire de $y_A - y_B$: TO 999751,371000000. Effacer CT seulement.

2) Pour effectuer la division de $y_A - y_B$ par la valeur absolue de $x_A - x_B$ figurant déjà au RP, il suffit d'effectuer des tours + de manière à faire apparaître au TO une valeur aussi voisine que possible de 99...9. On trouve

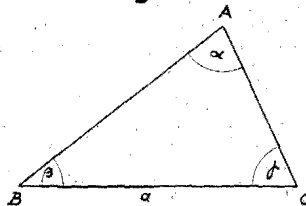
TO 9..9,999880647 CT 0,948339 = $\lg \varphi$.

Comme $\cos \varphi$ a le signe de $x_A - x_B$, c-à-d est négatif, on trouve $\varphi = 248^g 31^c 24^{cc}$ puis $\cos \varphi = -0,725601$ ($\sin \varphi = -0,688116$).

d) Calcul de $D = \frac{x_A - x_B}{\cos \varphi}$

On calcule le quotient des valeurs absolues : c'est le calcul effectué à l'exemple 1.

Résolution d'un triangle donné par un côté et les angles



Donné :

$$a = 5,4321$$

$$\alpha = 57^\circ 18' 20''$$

$$\beta = 48^\circ 17' 30''$$

$$(\gamma = 74^\circ 24' 10'')$$

Le côté inconnu b se calcule par la formule

$$b = \frac{a \cdot \sin \beta}{\sin \alpha}$$

tirée du théorème du sinus. La table nous fournit les valeurs des deux sinus :

$$\sin \alpha = 0,84156 \quad \sin \beta = 0,74654$$

1) Poser $\sin \beta$ au RP et développer a au CT.

RP 0..0,74654 CT 0..5,4321 TO 0..4,055279934

2) Effacer CT. Poser $\sin \alpha$ au RP et effectuer la division

$$\frac{a \cdot \sin \beta}{\sin \alpha}$$

par le procédé soustractif.

(inverseur abaissé I)

RP 0..0,84156

TO 9..9,999970606

CT 0..4,8188

Donc $b = 4,8188$

Remarque. Si l'on doit calculer aussi

$$c = \frac{a \cdot \sin \gamma}{\sin \alpha}$$

il conviendra de calculer d'abord

$$\frac{a}{\sin \alpha}$$

et de poser ce quotient au RP. En multipliant par $\sin \beta$ au CT, on trouve b. En multipliant par $\sin \gamma$ au CT, on trouve c.

Résolution d'un triangle donné par deux côtés et l'angle compris

(avec CURTA II seulement)

Donné :

$$a = 21,47$$

$$b = 32,13$$

$$\gamma = 32^\circ 11' 20''$$

Bornons-nous au calcul du côté c, par la formule du cosinus

$$c^2 = a^2 + b^2 - 2ab \cos \gamma$$

La table fournit la valeur $\cos \gamma = 0,846296$.

1) Poser 2a au RP et développer $\cos \gamma$ au CT
RP 0..42,94 CT 00,846296 TO 0..36,33995024

2) Multiplier soustractivement le nombre au TO par b. Cette opération s'effectue sans transfert en modifiant comme suit la méthode de cubage sans transfert de la page 19 :

On pose au RP, au lieu de $b = 32,13$ le nombre 32,131 de telle manière que le dernier chiffre, soit 1, puisse être amené par

rotation du chariot sous le premier chiffre du TO. Donc RP 0...32,13100.

Effacer CT. Abaisser l'inverseur. Par des tours —, annuler successivement les chiffres des lucarnes 10, 9, ..., 3 du TO. Il vient

RP 0..32,13100 CT 36,339950
TO (9)8832,3974065

Le nombre au TO est $-2ab \cos \gamma$.

3) Effacer CT. Relever l'inverseur. Rectifier la valeur de b au RP et développer b au CT en respectant la position de la virgule

RP 0..32,13000 CT 32,130000
TO 9864,73443065

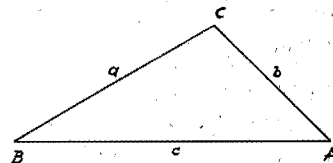
4) Effacer CT. Remplacer au RP le nombre b par a et développer a au CT, soit :

RP 0..21,47000 CT 21,470000
TO 0325,6952065

Au TO figure la valeur c^2 . On en Tire la racine carrée $c = 18,047$ (voir pages 2 et 3).

Résolution d'un triangle donné par ses trois côtés

(Avec CURTA II seulement)



Donné :

$a = 16,786$
 $b = 13,635$
 $c = 20,338$

Bornons-nous au calcul de l'angle α par la formule

$$\cos \alpha = \frac{b^2 + c^2 - a^2}{2bc}$$

tirée du théorème du cosinus.

a) Calcul du dénominateur

1) Poser 2b au RP et développer c au CT
RP 0..27,270 CT 0..20,338 TO 0..554,617260
Le dénominateur figure au TO. Noter ce résultat et tout effacer.

b) Calcul du numérateur

1) Poser b au RP sur les curseurs 8...4 et développer b au CT, le plus à gauche possible. On obtient b^2 au TO.

RP 0..13,635000 CT 13,635000
TO 185,9132250..0

2) Effacer CT seulement et remplacer au RP b par c. Développer c au CT, les virgules étant placées au RP et au CT comme dans le calcul de b^2 .

RP 0..20,338000 CT 20,338000
TO 599,5474690..0

Au TO figure la somme $b^2 + c^2$.

3) Effacer CT seulement et remplacer au RP c par a. Abaisser l'inverseur et par des tours —, développer a au CT, la virgule étant placée comme avant.

RP 0..16,786000 CT 16,786000
317,7776730..0

Au TO se trouve le numérateur.

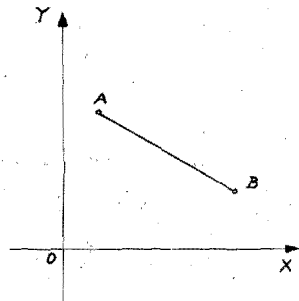
c) Calcul de $\cos \alpha$

Le dividende figurant déjà au TO, on effectue la division par le procédé soustractif. A cet effet, placer le chariot en position 8, effacer CT seulement, puis poser au RP la valeur notée du diviseur, le plus à gauche possible.

RP 0000554,6173 TO 000,0000018.. (reste)
CT 0,572967(47) Donc $\cos \alpha = 0,572967$

La table fournit la valeur de l'angle $\alpha = 55^\circ 2' 33''$. Relever l'inverseur.

Calcul d'une longueur (par le théorème de Pythagore)



Donné :

$$\begin{aligned} x_A &= 6,73 & y_A &= 13,94 \\ x_B &= 15,11 & y_B &= 6,08 \end{aligned}$$

La longueur \overline{AB} se calcule par la formule de Pythagore $\overline{AB}^2 = |\Delta x|^2 + |\Delta y|^2$

1) On calcule immédiatement

$$\begin{aligned} \Delta x &= x_B - x_A = 15,11 - 6,73 \\ &= 8,38 \quad |\Delta x| = 8,38 \\ \Delta y &= y_B - y_A = 6,08 - 13,94 \\ &= -7,86 \quad |\Delta y| = 7,86 \end{aligned}$$

2) Poser $|\Delta x| = 8,38$ au RP et développer ce nombre au CT, le plus à gauche possible.
RP 0..8,38 CT 8,380..0 TO 0..70,22440..0

3) Effacer CT seulement. Remplacer au RP $|\Delta x|$ par $|\Delta y| = 7,86$ et développer ce nombre au CT en plaçant les virgules comme précédemment.

RP 0..7,86 CT 7,860..0 TO 0..132,0040..0
Au TO figure la valeur de \overline{AB}^2 . Effacer CT seulement.

Nous allons extraire la racine carrée par la méthode abrégée (exposée à la page 12), en partant de l'approximation $r = 11,5$. Toutefois, comme le carré figure déjà au TO, nous travaillerons soustractivement. Abaisser l'inverseur I

4) Le chariot étant fixé en position 6, poser l'approximation $r = 11,5$ au RP, le plus à gauche possible sous les nombres du TO, ici sur les curseurs 5, 4, 3. Développer 11,5 à gauche du CT, par des tours —. On trouve
RP 0..11,500 CT 11,50..0 TO 9..97540..0
5) Remplacer au RP l'approximation r par $2r$ et effectuer la division par le procédé soustractif.

RP 0..23,000 CT 11,4893 TO 0..0,0001000
Donc $\overline{AB} = 11,49$. Relever l'inverseur.

Calcul d'une surface

(par la méthode de Eilling)

L'aire (orientée) d'un polygone quelconque P_1, P_2, \dots, P_n se calcule par la formule élémentaire

$$2S = \sum_{k=1}^n (x_k \cdot y_{k+1} - y_k \cdot x_{k+1})$$

En ordonnant les termes par rapport aux x_k , on obtient la formule équivalente

$$2S = \sum_{k=1}^n (y_{k+1} - y_k) \cdot x_k$$

où l'on convient que $P_{n+1} = P_1$ et $P_0 = P_n$.

La somme à calculer s'obtient de manière remarquable au moyen de la machine CURTA.

Exemple : Envisageons le cas d'un polygone de $n = 7$ côtés. Disposons les coordonnées des 7 sommets donnés dans le schéma suivant :

Point	y	x
1	120	68
2	44	64
3	68	56
4	88	72
5	100	52
6	60	32
7	20	44

La méthode est la suivante : on fait apparaître alternativement les valeurs de y au CT et celles de x au RP, dans l'ordre indiqué par la flèche. Lorsque la dernière valeur de y (qui est identique à la première) est enregistrée au CT, le TO indique la surface 2S !

- 1) Développer CT 0..12 puis poser RP 0..64
- 2) Développer CT 0..68 puis poser RP 0..72
- 3) Développer CT 0..100 puis poser RP 0..32
- 4) Développer CT 0..20 puis poser RP 0..68
- 5) Développer CT 0..44 puis poser RP 0..56
- 6) Développer CT 0..88 puis poser RP 0..52
- 7) Développer CT 0..60 puis poser RP 0..44
- 8) Développer CT 0..12

On trouve TO 0..3856. Donc 2S = 3856, d'où S = 1928.

Remarques.

Lorsque le nombre des sommets est pair, on ajoute un nouveau sommet qui coïncide avec le dernier. Le nouveau polygone a évidemment la même surface que le poly-

gone donné. Et comme ce nouveau polygone a un nombre impair de sommets, on peut appliquer le schéma ci-dessus.

Le procédé de calcul s'applique aussi, moyennant une adaptation évidente, si certaines des coordonnées sont négatives. Le plus simple cependant, lorsque cette circonstance se présente, est d'opérer une translation des axes de coordonnées, de telle manière que les nouvelles coordonnées soient toutes positives.

Si l'orientation de la surface définie par le sens de parcours $P_1 P_2 \dots P_n$ est négative, l'aire calculée est négative. Au TO figure alors la valeur complémentaire de cette aire.

Teneur en argent d'un minerai (avec CURTA II seulement)

Le minerai est dissout dans HNO_3 . En précipitant la solution au moyen de HCl , on obtient une certaine quantité de AgCl . Après

filtrage et fusion, on dispose des données numériques suivantes :

q = poids de l'échantillon de minerai, $q = 10,0134$
 T_0 = poids du creuset vide, $T_0 = 13,5627$
 T_n = poids du creuset plein, $T_n = 13,7434$

Poids atomique de Ag $\text{Ag} = 107,880$
 Poids moléculaire de AgCl $\text{AgCl} = 143,337$

La teneur en argent se calcule par la formule

$$x = \frac{T_n - T_0}{q} \times \frac{\text{Ag}}{\text{AgCl}} \times 100$$

$$x = \frac{107,880 \times (13,7434 - 13,5627) \times 100}{143,337 \times 10,0134}$$

1) Machine prête !

2) Calcul de $T_n - T_0$

a) RP 0..13,7434 Charlot position 8. 1 tour +
 b) RP 0..13,5627 Charlot position 8. 1 tour —
 On trouve TO 0000,18070..0

3) Division par q

Effacer CT mais pas TO. Poser $q = 10,0134$ au RP. Diviser par le procédé soustractif. (Inverseur abaissé !)

RP 0..10,0134 CT 0,0180458
 TO 0..0,00000018628

4) Multiplication par Ag.

Effacer TO seulement. Poser $\text{Ag} = 107,880$ au RP. En laissant l'inverseur abaissé, effectuer des tours +, de manière à annuler successivement tous les chiffres de CT. (Voir page 9.)

RP 0..107,880 CT 0..0 TO 00001,9467809040

5) Division par AgCl

Ne pas effacer TO. Poser $\text{AgCl} = 143,337$ au RP. Effectuer la division par le procédé soustractif. (L'inverseur reste abaissé.)

RP 0..143,337 CT 0,0135818
 TO 0..0,0000064374

En multipliant par 100, on trouve la grandeur x

$$x = 1,358(18) \%$$

Relever l'inverseur.

Interpolation linéaire

Une table donne les valeurs d'une fonction pour deux valeurs voisines de la variable. Pour déterminer la valeur de la fonction correspondant à une valeur intermédiaire de la variable, on se sert souvent de la formule d'interpolation linéaire

$$Y_n = Y_1 + n \cdot (Y_2 - Y_1)$$

qu'il est commode d'écrire

$$Y_n = Y_2 \times n + Y_1 \times (1 - n)$$

Exemple

Une table fournit les valeurs

$$\sin 17^\circ = 0,29237, \quad \sin 18^\circ = 0,30902$$

Trouver par interpolation la valeur de $\sin 17^\circ 14'$.

Dans cet exemple, on a $n = 14/60 = 0,233$.
(Des calculateurs exercés effectuent cette division par 60 de tête.)

1) Poser $Y_2 = 0,30902$ au RP et développer 0,233 au CT

RP 0..0,30902 CT 0..0,233 TO 0..0,07200166

2) Ne rien effacer. Remplacer au RP le nombre Y_2 par $Y_1 = 0,29237$. Compléter le nombre au CT jusqu'à 1,000 (ce qui revient à multiplier par $1 - 0,233$).

RP 0..0,29237 CT 0..1,000 TO 0..0,29624945

D'où le résultat $\sin 17^\circ 14' = 0,29625$.