

Mode d'emploi de la CURTA

La petite machine
à calculer universelle

Description et maniement
Les quatre opérations
Quelques applications pratiques



CONTINA S.A. / VADUZ, LIECHTENSTEIN

Pour la machine CURTA №

La reproduction des textes et illustrations, même partielle, est interdite sans le consentement de Contina S.A. et sans indication de la source.

Les illustrations et descriptions sont données sans engagement, certaines améliorations ou modifications étant toujours possibles.

INTRODUCTION

Cher lecteur ! Ce manuel a pour but de vous enseigner la manière de vous servir judicieusement de votre Curta, en mettant à profit ses qualités prééminentes et toutes ses possibilités.

Mais avant d'entreprendre cette lecture, rappelez-vous que la petite Curta est un instrument de précision qui doit être traité comme tel, donc **sans brusquerie**. Dès le premier calcul que vous effectuerez, vous constaterez combien son maniement est facile.

Évitez aussi de l'exposer à des souillures, telles que sable, restes de tabac, eau, etc. N'omettez jamais de la remettre dans son étui protecteur après usage. Votre Curta ne s'en portera que mieux et ainsi elle sera toujours une aide infatigable à portée de votre main.

Vous pouvez vous fier entièrement à elle quant à sa précision. La petite Curta est née d'une longue expérience dans le domaine des machines à calculer. Elle est fabriquée dans une usine des plus modernes, par des spécialistes internationaux de la petite mécanique, avec des métaux de qualité supérieure. Aucune matière artificielle n'est utilisée pour sa construction. Chacune de ses parties subit de nombreux contrôles et enfin, la machine complète est soumise à diverses épreuves avant sa sortie d'usine.

Si un jour votre Curta était bloquée, ne la forcez surtout pas. Ne tentez pas de la réparer vous-même, ne la confiez pas non plus à une personne incompétente, mais remettez-la à notre agent. Chacune de nos agences générales dispose d'un service de réparations avec des mécaniciens spécialistes de la machine Curta qui vous la remettront rapidement en état. Chaque machine est pourvue d'un bon de garantie d'un an, couvrant toutes les défectuosités qui pourraient se produire pendant ce temps au cours d'une utilisation normale. Cette garantie ne comprend cependant pas les dommages causés par la violence.

La Curta n'a besoin d'aucun soin spécial en dehors des quelques conseils que nous venons de vous donner. **N'essayez jamais de la huiler vous-même**, vous pourriez l'endommager.

Le présent mode d'emploi est valable tant pour la Curta modèle I — 8×6×11 chiffres, que pour la Curta modèle II — 11×8×15 chiffres. Ces deux modèles ne se distinguent pratiquement que par leur capacité, nous nous sommes bornés à représenter seulement la Curta modèle I dans les illustrations et descriptions. Les exemples de calcul dans la seconde et la troisième partie de ce manuel peuvent être effectués aussi bien avec le modèle I qu'avec le modèle II.

Et maintenant, cher lecteur, il ne vous reste plus qu'à lire attentivement les pages qui suivent et faire tous les exemples de calcul qui y sont donnés. Nous nous sommes efforcés de vous faciliter cette lecture par une présentation aussi agréable que possible. Une série d'illustrations et quelques exemples de calcul pratique la complètent.

Fig. 1. Vue de la machine Curta

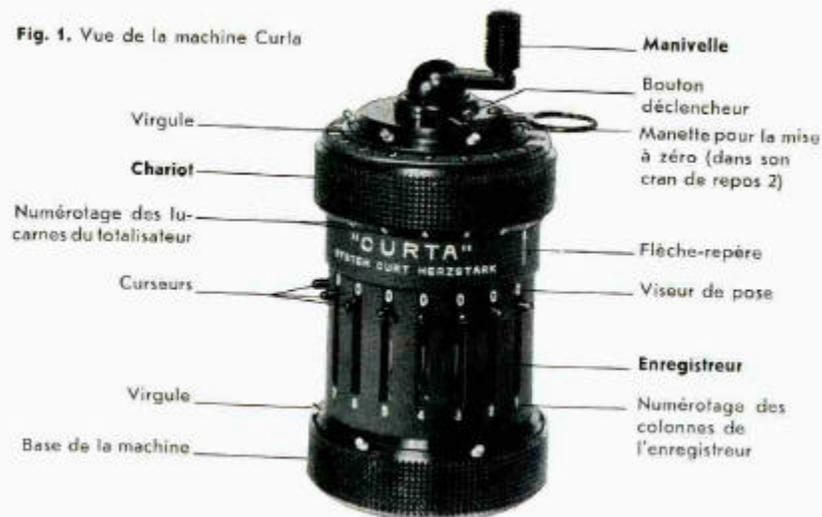


TABLE DES MATIERES

	pages		pages
Introduction		Soustraction	13
I. Description et manieient de la Curta		Soustraction avec résultat négatif	14
Aperçu général	1	Multiplication	16
L'enregistreur	2	Multiplication avec facteur constant	18
La manivelle	2	Multiplication simplifiée	19
Le totalisateur et le compteur de tours	5	Division (méthode additive)	23
Le déplacement du chariot	5	Division (méthode soustractive)	28
La mise à zéro	7	III. Quelques applications pratiques	
L'inverseur	8	Contrôle de factures	31
II. Les quatre opérations		Pourcentages	32
Addition	10	Cubage (sans notation intermédiaire)	35
		Règle de trois	36
		Calcul des racines carrées	38

I. Description et manieient de la Curta

Aperçu général

En examinant l'extérieur de la machine, nous remarquons tout d'abord ses trois éléments principaux (voir fig. 1 et 2):

1. Le corps cylindrique contenant l'enregistreur à 8 colonnes.
2. La manivelle de commande.
3. Le chariot construit en rond, qui comprend le totalisateur (groupe de 11 chiffres sur segment foncé) et le compteur de tours (groupe de 6 chiffres sur segment clair). (Voir fig. 2.)

Le nombre posé dans l'enregistreur sera porté autant de fois dans le totalisateur qu'on aura effectué de tours de manivelle. Le nombre de ces rotations est enregistré

dans le compteur. Ainsi un nombre x de tours de manivelle, effectués la multiplication par x.

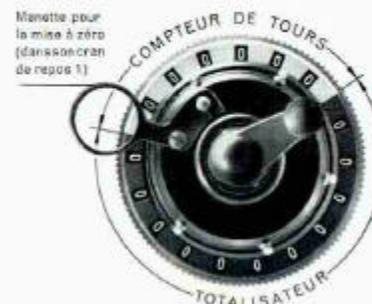


Fig. 2. La machine vue d'en haut

Dans les chapitres suivants seront décrits ces éléments, de même que tous les dispositifs y afférents, qui font de la Curta une machine à calculer universelle.

L'enregistreur

La pose des chiffres se fait au moyen de huit curseurs qui sortent des coulisses du corps cylindrique.

Pour poser un nombre dans l'enregistreur, par exemple 13977, on prend la machine dans la main gauche (voir fig. 3) et avec l'index de la main droite (voir fig. 4) on tire les curseurs 1 à 5 jusqu'à ce que les chiffres voulus, soit 1, 3, 9, 7, 7, apparaissent dans les lucarnes du viseur de pose (voir fig. 1). On saisira de préférence les curseurs de telle façon qu'ils reposent entre l'ongle et la phalange.

2

doit toujours être terminé. Aucune manipulation de la machine ne doit se faire si la manivelle ne se trouve pas dans son cran d'arrêt.

La manivelle peut être tirée dans le sens de son axe, mais **uniquement** lorsqu'elle se



Fig. 5. La manivelle tirée en position de soustraction.

4

Pour la **mise à zéro de l'enregistreur** les curseurs sont poussés tout en haut des glissières.

Les coulisses sont numérotées de 1 à 8 en commençant par la droite : 1 indique la colonne des unités, 2 la colonne des dizaines, 3 celle des centaines et ainsi de suite (voir fig. 1).

Au-dessous des coulisses, dans une rainure de la **base de la machine**, se trouvent **3 boutons blancs mobiles** pour les **virgules**.

La manivelle

Le transfert dans le totalisateur d'un nombre posé se fait toujours par un **tour complet de manivelle** dans le sens des aiguilles d'une montre. A la fin de chaque tour la manivelle bute contre un cran d'arrêt bien sensible. **Un tour de manivelle commencé**

trouve dans son cran d'arrêt. Un tour de la manivelle effectué dans sa position inférieure additionne le nombre posé à celui indiqué au totalisateur (**rotation positive**). Un tour de manivelle, dans la position supérieure (également dans le sens des aiguilles d'une montre) effectue la soustraction du nombre posé (**rotation négative**). Une manchette blanche est alors visible à la racine de la manivelle (fig. 5).

Ainsi les deux positions se distinguent facilement, ce qui exclut toute possibilité de les confondre. Un verrouillage de sûreté empêche le déplacement vertical de la manivelle au cours d'une rotation, déplacement qui conduirait à des résultats erronés. Toutefois, si en calculant rapidement, l'on fait une rotation de trop, il faut tout d'abord l'achever, et ensuite l'annuler par un tour de manivelle dans la position opposée.

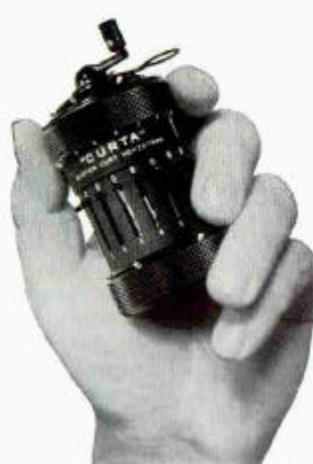


Fig. 3. ... on prend la machine dans la main gauche



Fig. 4. ... on manœuvre les curseurs...

3

Le totalisateur et le compteur

Dans le **totalisateur**, d'une **capacité de 11 chiffres**, se forment les totaux, produits ou différences. Les 11 lucarnes correspondent aux unités, dizaines, centaines, etc. Elles sont numérotées de 1 à 11 sur le bord inférieur du chariot (voir fig. 1).

Le **compteur**, d'une **capacité de 6 chiffres**, indique le nombre de rotations effectuées. Il a son importance par exemple, dans l'addition pour marquer combien de nombres ont été additionnés, mais surtout dans la multiplication pour le contrôle du multiplicateur.

Cinq boutons blancs mobiles, disposés dans une rainure, servent à marquer les **virgules** dans le totalisateur ou dans le compteur (voir fig. 1 et 2).

Aussi bien le totalisateur que le compteur

sont pourvus d'un dispositif appelé « **report continu des dizaines** ». Au cours des chapitres suivants on se rendra compte de l'importance de ce précieux dispositif.

Sa présence dans une machine à calculer universelle peut se contrôler de la manière suivante : Si l'on pose 1 dans la colonne des unités de l'enregistreur et si l'on fait une rotation négative, le totalisateur et le compteur indiqueront tous les 9. En faisant ensuite une rotation positive, le chiffre 1 enregistré sera transplanté de lucarne en lucarne, de sorte que partout apparaîtront de nouveau des zéros.

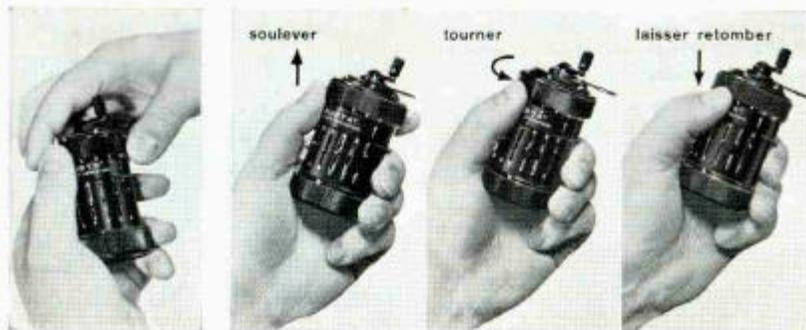
Déplacement du chariot

La manivelle étant dans son cran de repos, le chariot peut être soulevé, puis déplacé cran par cran autour de l'axe de la machine.

5

dans un angle d'environ 100°. Une flèche repère gravée sur la partie antérieure de la machine indique la position du chariot par rapport aux colonnes. Si la flèche pointe

sur 1, le nombre posé est transféré tel quel dans le totalisateur; si elle est sur 2, il est transféré dix fois; sur 3, cent fois, et ainsi de suite. Les rotations sont enregistrées dans



6a ... avec les deux mains

6b ... il est préférable de n'utiliser qu'une main

Fig. 6. Le déplacement du chariot

6

le chariot et on fait pivoter la manette d'un mouvement régulier — dans un sens ou dans l'autre — autour de l'axe de la ma-



Fig. 7. L'étui protecteur ouvert

8

chine. Un tour complet efface le compteur et le totalisateur, mais on peut aussi effectuer la mise à zéro de l'un d'eux seulement, car la manette possède deux positions à cran d'arrêt qui se trouvent aux limites de passage du segment clair au segment foncé (comparer fig. 1 et 2).

Après la mise à zéro la manette doit reposer dans l'un de ces crans sinon, on ne pourrait faire redescendre le chariot, ni tourner la manivelle. Ceci constitue une **protection supplémentaire contre de fausses manœuvres.**

L'inverseur

Pour la plupart des opérations le compteur devra indiquer le nombre des rotations positives, et les rotations négatives y seront portées en déduction.

Dans certains cas cependant, les rotations négatives devront être enregistrées positive-

ment, par exemple lors d'une soustraction si l'on doit faire le décompte des nombres soustraits. Pour ce faire on abaissera l'**inverseur** qui se trouve au dos de la machine (fig. 8). A ce moment-là les deux mécanismes agiront en sens inverse, c'est-à-dire que les rotations négatives seront comptées positivement dans le compteur, tandis que les rotations positives seront portées en déduction.

Les deux flèches pointant l'une vers l'autre expriment que dans cette position l'inverseur provoque le mouvement contraire des deux mécanismes. Par contre la position supérieure de l'inverseur est indiquée par 2 flèches dirigées dans le même sens. Sur les machines de fabrication très récente les deux positions possibles de l'inverseur sont indiquées par deux flèches verticales séparées par un point.

Par mesure de sécurité contre de fausses manœuvres la manivelle et le chariot sont bloqués mutuellement. On ne peut actionner la manivelle si le chariot ne repose pas dans un de ses crans, à son tour le chariot ne peut être soulevé si le manivelle n'est pas dans sa position d'arrêt. **Toute tentative de soulever le chariot pendant un tour de manivelle est inutile et doit être évitée.**

La mise à zéro

La mise à zéro du totalisateur et du compteur se fait au moyen de la manette terminée par une bague. La manette, qui est solidement fixée pendant les calculs, est rabattue lorsque la machine est logée dans son étui protecteur (fig. 7). Pour pouvoir la rabattre, on appuie sur un petit bouton déclencheur (fig. 1 et 7).

Pour procéder à la mise à zéro, on soulève



Fig. 8. La Curta vue de dos

9

II. Les quatre opérations

Avant d'entreprendre un calcul on s'assurera si la machine est prête, c'est-à-dire si :

- la manivelle est dans son cran d'arrêt ;
- le totalisateur et le compteur sont à zéro ;
- toutes les colonnes de l'enregistreur sont à zéro ;
- le chariot est dans sa position de départ, soit la flèche-repère sur le chiffre 1.

Addition

Exemple I (Addition de nombres entiers)

$$3017 + 289 + 49722800 = ?$$

10

Exemple III

$$72655829 + 43759681119 + 5431789854 = ?$$

- Apprêter la machine.
- Poser 72655829 dans les colonnes 1 à 8.
- Une rotation positive.
- Poser les 8 derniers chiffres du 2ème facteur dans les colonnes 1 à 8, soit 59681119.
- Une rotation positive.
- Déplacer le chariot dans le 4ème cran.
- Poser les trois premiers chiffres du 2ème facteur, soit 437, dans les colonnes 6 à 8.

12

- Apprêter la machine. Inverseur en haut.
- Poser 3017 dans les colonnes 1 à 4 de l'enregistreur.
- Une rotation positive pour le transfert de 3017 dans le totalisateur.
- Poser 289 dans les colonnes 1 à 3. Le 4ème curseur mis à zéro.
- Une rotation positive.
- Poser 49722800 dans les colonnes 1 à 8.
- Une rotation positive.

Le **totalisateur** indique le total : **49726106**, le **compteur** marque **3**, soit le nombre de sommes additionnées.

- Une rotation positive.
- Replacer le chariot dans le 1er cran.
- Poser les 8 derniers chiffres du 3ème facteur dans les colonnes 1 à 8, soit 31789854.
- Une rotation positive.
- Placer le chariot dans le 4ème cran.
- Poser les deux premiers chiffres du 3ème facteur dans les colonnes 6 et 7, soit 54.
- Une rotation positive.

Dans le **totalisateur** se trouve la somme : **49264126802**, dans le **compteur** 002003. Le chiffre **3** représente les nombres additionnés et 2 ceux de plus de 8 chiffres.

Exemple II

(Addition de nombres avec décimales)

$$1254,05 + 171,4 + 19,075 + 214 = ?$$

- Apprêter la machine. Inverseur en haut.
- On remarquera que les fractions comportent jusqu'à 3 décimales. On placera donc au totalisateur une virgule avant le chiffre 3 du numérotage et une avant la troisième colonne de l'enregistreur.
- Poser 1254,05 dans les colonnes 2 à 7 de l'enregistreur.
- Une rotation positive.
- Poser 171,4 dans l'enregistreur (pousser les deux premiers curseurs à 0).
- Une rotation positive.

7. Poser 19,075.

8. Une rotation positive.

9. Poser 214 (les trois premiers curseurs à 0).

10. Une rotation positive.

Le **totalisateur** marque la somme :

1658,525, le **compteur** combien de nombres ont été additionnés, soit **4**.

Dans certains cas on posera les nombres plus à gauche dans l'enregistreur, on placera alors la virgule en conséquence. Nous ferons plus loin usage de cette possibilité. L'exemple suivant indiquera comment procéder si le nombre à enregistrer dépasse la capacité de l'enregistreur.

11

Soustraction

Exemple IV (Soustraction avec résultat positif, décompte des facteurs soustraits)

$$2467,75 - 48 - 834,32 - 1207,5 = ?$$

- Apprêter la machine. Inverseur **en bas**. (Si l'on ne s'intéresse pas à l'addition des nombres à soustraire, il n'est pas nécessaire de tenir compte de la position de l'inverseur, ni, par conséquent, du point 5.)
- Placer les virgules dans l'enregistreur et dans le totalisateur avant le chiffre 2 du numérotage, ce qui nous donnera deux décimales.
- Poser 2467,75 dans l'enregistreur.
- Une rotation positive.

5. Faire la mise à zéro du compteur en faisant revenir la manette dans sa position antérieure, sinon il faudrait remettre la virgule du totalisateur à sa place correcte.

6. Poser dans l'enregistreur le premier nombre à soustraire, soit 48.

7. Une rotation négative, c'est-à-dire, avec la manivelle dans sa position supérieure.

8. Poser 834,32.

9. Une rotation négative.

10. Poser 1207,5.

11. Une rotation négative.

L'opération est terminée. Le **totalisateur** indique **377,93**, soit la différence ; le **compteur** **3**, soit les nombres soustraits.

13

Soustraction avec résultat négatif

Dans les soustractions à résultat négatif, ce n'est pas le résultat même que l'on obtient, mais son complément.

On entend par complément d'un nombre quelconque, la différence entre ce nombre et l'unité suivie d'autant de zéros que le compteur peut contenir de chiffres, c'est-à-dire dans notre cas, le complément de 100 000 000 000.

Exemple V

$$34 - 81 = -47.$$

L'opération terminée, le totalisateur n'indiquera pas 00 000 000 047, mais **99 999 999 953**, soit le complément de 47.

Si l'opération conduit à un résultat négatif, toute une rangée de 9 apparaîtra dans les

compteurs. On constatera immédiatement de la sorte qu'on vient d'obtenir un résultat négatif.

Exemple VI

$$643781 - 1274481 = 1$$

1. Apprêter la machine.
2. Poser 643781 dans l'enregistreur.
3. Une rotation positive.
4. Poser 1274481.
5. Une rotation négative.

Dans le **totalisateur** apparaît **99 999 369 300**. Le complément de ce nombre nous donnera les chiffres du résultat effectif, soit 00 000 630 700. Le résultat est donc: **-630 700**.

Multiplication

La multiplication s'effectue au moyen de l'addition répétée en déplaçant le chariot d'un cran pour chacun des chiffres du multiplicateur. La flèche-repère nous aidera dans cette opération.

Exemple VII

$$8549,2 \times 0,03204 = 1$$

1. Apprêter la machine. Inverseur en haut.
2. Poser le multiplicande 8549,2 dans les colonnes 1 à 5 de l'enregistreur.
3. Placer une virgule à l'enregistreur avant le premier chiffre, une au compteur avant le 5ème chiffre, et une au totalisateur avant le 6ème, le produit devant

avoir 6 décimales, c'est-à-dire autant que les deux facteurs réunis.

4. On multiplie d'abord par le dernier chiffre du multiplicateur, donc quatre rotations positives; le compteur indiquera 4.
5. Le 2ème chiffre du multiplicateur étant 0, on déplacera le chariot de deux crans la flèche-repère pointera sur 3. Deux rotations positives. Le compteur marquera 204.
6. Déplacer le chariot d'un cran — flèche-repère sur 4. Trois tours de manivelle feront apparaître le chiffre 3 dans le compteur.

La multiplication est terminée. Par mesure de précaution on vérifiera l'enregistreur qui indique le multiplicande 8549,2

On peut également obtenir ce résultat mécaniquement. A cet effet, on reportera dans l'enregistreur le nombre indiqué au totalisateur, c'est-à-dire 99 999 369 300, sans toutefois tenir compte de trois premiers 9 que l'enregistreur ne peut plus contenir. On fait ensuite deux rotations négatives; après la

première apparaissent des 0 dans le totalisateur, après la seconde on obtient le résultat négatif, soit:

$$(998)00630700.$$

Il ne sera pas tenu compte des trois premiers chiffres entre parenthèses.

et le compteur qui marque le multiplicateur 0,03204; dans le totalisateur on trouvera le **produit** exact, soit **273,916368**. La virgule est bien à sa place avant le 6ème chiffre.

On peut, bien entendu, commencer la multiplication par n'importe quel chiffre du multiplicateur en tenant compte toutefois de la place qu'il occupe dans le facteur. Si, l'opération terminée, l'enregistreur et le comp-

teur indiquent les facteurs exacts, le totalisateur donne également le produit juste.

Cela est important lorsqu'il s'agit de faire plusieurs multiplications avec multiplicande constant et que seul le multiplicateur varie.

La mise à zéro n'est alors pas nécessaire. On laissera constamment le multiplicande dans l'enregistreur et pour chaque opération on modifiera simplement le multiplicateur par des rotations.

Multiplication avec facteur constant

Exemple VIII

En adjonction à l'exemple VII: $8549,2 \times 0,03204$, on calculera avec le **même multiplicande**:

$$8549,2 \times 0,00304 = ?$$

La machine restera telle qu'elle était après l'opération de l'exemple VII. On ne fait donc **pas la mise à zéro**.

1. Placer le chariot dans le 4ème cran (flèche-repère sur 4).
2. Trois rotations négatives feront disparaître le 3 dans le compteur qui

indique maintenant 0,00204, alors que nous voulons y avoir 0,00304.

3. Déplacer le chariot dans le 3ème cran.
4. Une rotation positive.

Le compteur indique le multiplicateur voulu 0,00304 et le totalisateur le **nouveau produit: 25,989568**.

Si l'on constate que le compteur n'indique pas le résultat exact, soit parce que l'on n'a pas fait exactement les tours de manivelle, ou que l'on se soit trompé en relevant le multiplicateur, on peut faire la correction en procédant de la même manière.

Cependant si le multiplicande correct ne se trouve pas dans l'enregistreur, on devra refaire l'opération.

Exemple X

$$784,45 \times 927,9 = ?$$

1. Apprêter la machine. Inverseur en haut.
2. Poser 784,45 dans l'enregistreur.
3. Placer une virgule à l'enregistreur avant le deuxième chiffre, une au compteur avant le premier et une au totalisateur avant le troisième.
4. Le chariot est dans sa position de départ (flèche-repère sur 1). Une rotation négative en comptant «9». Le compteur marque 999999. Le dernier 9 est correct.
5. Placer le chariot dans le 2ème cran. Le deuxième 9 du compteur devra être corrigé en un 7, on fera deux rotations

négatives en comptant «8», «7». Le compteur marque maintenant 999979.

6. Placer le chariot dans le 3ème cran pour corriger le 3ème chiffre du compteur. On fera tout d'abord une «rotation rectificative» suivie de deux rotations positives. On comptera «0», «1», «2». Le compteur marque 000279.
7. Placer le chariot dans le 4ème cran afin d'introduire le chiffre 9 dans le compteur. Une rotation négative fera apparaître 999279 au compteur.
8. Il s'agit maintenant de faire disparaître les deux premiers neufs de ce nombre. Par conséquent, on placera le chariot dans le 5ème cran et on fera une «rotation rectificative», donc positive. Grâce au dispositif du report des dizaines, les

Multiplication simplifiée

Exemple IX

$$13974 \times 9 = ?$$

Il n'est pas nécessaire de faire ici 9 rotations, deux suffiront, car au lieu de multiplier 13974 par 9, on calculera $13974 \times (10 - 1)$ ou $-13974 + (13974 \times 10)$.

1. Apprêter la machine. Inverseur en haut.
2. Poser 13974 dans l'enregistreur.
3. Une rotation négative. Le compteur marquera 999999, le complément de 1.
4. Placer le chariot dans le 2ème cran (flèche-repère sur 2). Une rotation positive correspondant à la multiplication par 10.

Par ces deux rotations l'opération est terminée. Grâce au report des dizaines, cette deuxième rotation (la positive) a corrigé non seulement les dizaines dans le compteur, mais également tous les chiffres suivants qui sont maintenant remplacés par des zéros. Nous l'appellerons en conséquence «**rotation rectificative**». Le compteur marque 9, le multiplicateur donné, et le **totalisateur 125766**, soit le produit de 13974×9 .

On aurait pu également inverser l'opération, c'est-à-dire multiplier d'abord par 10, puis par -1 . L'exemple suivant démontrera cependant que la première méthode est la plus avantageuse. Point n'est besoin de réflexion, la composition du multiplicateur se faisant pour ainsi dire d'elle-même.

deux premiers chiffres du compteur seront corrigés en même temps. Il marque maintenant le multiplicateur correct: 00927,9.

Le **totalisateur** marque le produit: **727891,155**.

L'opération a été effectuée en **huit** rotations, alors qu'il en eut fallu **27** par la méthode non abrégée. Il s'ensuit donc une économie de temps appréciable.

En utilisant la méthode simplifiée, on commencera la multiplication toujours par la droite; on peut alors développer le multiplicateur sans réfléchir même, en comptant simplement comme indiqué ci-dessus.

Pour compter on observera la règle suivante:

- a) Si l'opération doit commencer par des

tours de manivelle négatifs ou si ceux-ci doivent succéder à des rotations positives, on comptera «9», «8», «7», «6», et ainsi de suite.

- b) Par contre, si l'on doit faire des tours de manivelle négatifs précédés d'un tour négatif également, on comptera «8», «7», «6», etc.
- c) Si l'on commence l'opération par des rotations positives, ou si l'on a développé le chiffre précédent, au moyen de rotations positives, on comptera «1», «2», «3», «4», et ainsi de suite.
- d) Si l'on doit faire des tours de manivelle positifs, alors que le chiffre précédent a été développé par des rotations négatives, on doit toujours commencer par «une rotation rectificative» et l'on comptera «0», «1», «2», etc.

e) Le dernier chiffre du multiplicateur ayant été développé par des rotations négatives, il faut toujours, faire une « rotation rectificative » à la place suivante. **Le sixième chiffre ne peut par conséquent, jamais être développé par des tours de manivelle négatifs.**

Ce procédé sera démontré encore dans l'exemple suivant, toutefois sans commentaires.

Exemple XI

$$58821 \times 21878 = 1$$

1. Apprêter la machine. Inverseur en haut.
2. Poser 58821 dans l'enregistreur.

3. Placer le chariot dans sa position de départ. Deux rotations négatives en comptant « 9 », « 8 ».
4. Placer le chariot dans le 2ème cran. Deux rotations négatives en comptant « 8 », « 7 ».
5. Placer le chariot dans le 3ème cran. Une rotation négative en comptant « 8 ».
6. Placer le chariot dans le 4ème cran. Deux rotations positives. On compte « 0 », « 1 ».
7. Placer le chariot dans le 5ème cran. Deux rotations positives en comptant « 1 », « 2 ».

Dans le **totalisateur** se trouve le produit:
1 286 885 838.

Division. Méthode additive

(Reconstitution du dividende ou division par la multiplication.)

Le procédé le plus simple pour trouver le quotient d'une division est le suivant : On pose le diviseur dans l'enregistreur et, en le multipliant, on reconstituera le dividende dans le totalisateur. On pose la question suivante : par quel nombre (quotient) le diviseur doit-il être multiplié pour obtenir le dividende ?

Le quotient apparaît dans le compteur. Il sera exact lorsque le totalisateur marquera le dividende donné, ou, une approximation, si la division a un reste. Ce procédé sera illustré par un exemple.

Exemple XII

729 : 32,4 = 1 (le quotient devra avoir le plus chiffres possible).

1. Apprêter la machine. Inverseur en haut.
2. Poser le diviseur dans l'enregistreur : 32,4.
3. Placer le chariot dans le 6ème cran.
4. On fera des rotations positives jusqu'à ce qu'apparaisse dans le totalisateur un nombre approchant le plus possible de 729. Après deux rotations nous obtenons 648. Il faudra maintenant corriger ces chiffres pas à pas. (Une troisième rotation nous donnerait 972.)
5. Déplacer le chariot dans le 5ème cran.
6. Deux rotations positives font apparaître 7128 dans le totalisateur.

7. Déplacer le chariot dans le 4ème cran.
8. Cinq rotations positives donnant dans le totalisateur 729, le dividende. Le compteur marque 225000.
9. On place ensuite les virgules : Une dans le totalisateur avant la lucarne 5 (le dividende se lit donc comme suit : 729,00000), une dans l'enregistreur avant la première colonne, le diviseur ayant une décimale. Etant donné qu'au fond nous avons fait une multiplication, le nombre indiqué au totalisateur doit avoir autant de décimales que l'enregistreur et le compteur ensemble, ou le nombre de décimales du totalisateur moins celles de l'enregistreur — le nombre de décimales du compteur. Dans le cas présent, on mettra une virgule avant la quatrième lucarne du compteur. Le **quotient sera donc 22,5.**

Exemple XIII

0,4847 : 0,0085998 = 1 (le quotient sera de 6 chiffres).

1. Apprêter la machine. Inverseur en haut.
2. Poser 85998 dans les colonnes 1 à 5 de l'enregistreur.
3. Placer le chariot dans le 6ème cran pour obtenir 6 chiffres au quotient.
4. Donner des tours de manivelle positifs jusqu'à ce que les premiers chiffres apparaissant dans le totalisateur atteignent la meilleure approximation de 4847. Après cinq rotations nous obtenons 42999.
5. Déplacer le chariot dans le 5ème cran.
6. Six tours de manivelle positifs font apparaître 4815888 dans le totalisateur.

7. Déplacer le chariot dans le 4ème cran.
8. Après trois rotations positives nous obtenons 48416874.
9. Déplacer le chariot dans le 3ème cran.
10. Six rotations positives ; le totalisateur marque 484684728.
11. Déplacer le chariot dans le 2ème cran.
12. Une rotation positive. Nous avons maintenant 4846933278.
13. Déplacer le chariot dans le 1er cran.
14. Après sept rotations positives le totalisateur marquera 48469934766. Il suffit d'un coup d'œil pour constater qu'il nous manque environ 65000 unités. Une huitième rotation nous donne 48470020764, soit 20764 unités de trop. Cependant, cette valeur se rapproche davantage de celle que nous voulons atteindre.

15. Le dividende étant 0,4847, on placera dans le totalisateur une virgule avant le 11ème chiffre. Dans l'enregistreur on mettra une virgule avant la 7ème colonne et dans le compteur une avant le 4ème chiffre.

On peut maintenant relever le **quotient du compteur, soit : 56,3618.**

Avec un peu de routine on parvient à reconstituer très rapidement le dividende dans le totalisateur, sans réfléchir même et sans avoir besoin de compter les tours de manivelle. Il suffit de déplacer le chariot cran par cran jusqu'à ce qu'apparaissent les chiffres donnant la meilleure approximation.

S'il arrive qu'on ait fait un tour de manivelle de trop, une rotation négative l'annulera aussitôt.

Mais étant donné le dispositif du report des dizaines, on peut aussi faire la correction en utilisant le cran suivant, toujours par des rotations négatives, jusqu'à ce qu'on obtienne une valeur n'excédant plus celle recherchée. Cette deuxième méthode s'avère plus rapide que la première si l'excédent est minime.

Lorsque le diviseur a plus de cinq chiffres, il arrive qu'on ne puisse pas obtenir dans le compteur un quotient de 6 chiffres, ainsi que le démontrera l'exemple suivant :

Exemple XIV

$1475 : 64783560 = 1$ (le quotient aura autant de chiffres que possible).

1. Apprêter la machine. Inverseur en haut.

26

Méthode soustractive

Dans certains calculs combinés, si l'on désire diviser un résultat déjà marqué au totalisateur, il n'est pas indiqué de mettre celui-ci à zéro. On soustraira alors le diviseur du dividende, jusqu'à ce que le totalisateur marque 0. Le nombre de rotations négatives donne alors le quotient. Pour que ce dernier soit lisible directement dans le compteur on abaissera l'inverseur.

Il faudra évidemment que le dividende soit marqué suffisamment à gauche dans le totalisateur pour obtenir le nombre de chiffres requis au quotient.

Exemple XV

$[8,858 + 9,33 + 7,506 + 9] : 393,632 = 1$
(Quotient de 4 chiffres)

28

2. Introduire 6478356 dans les colonnes 1 à 7 de l'enregistreur. On abandonnera le zéro à la fin du nombre, afin de construire le quotient avec le plus de chiffres possible. On tiendra compte de ce zéro en plaçant la virgule.

3. Placer le chariot dans le 4ème cran. Il est impossible d'aller plus en avant, le totalisateur n'indiquerait alors plus les premiers chiffres du dividende.

4. Deux rotations positives. Le totalisateur marque 12956712000.

5. Déplacer le chariot dans le 3ème cran.

6. Deux rotations positives. Le totalisateur indique 14252383200.

7. Déplacer le chariot dans le 2ème cran.

8. Sept rotations positives feront apparaître 14705868120 dans le totalisateur.

Nous faisons tout d'abord l'addition en introduisant les facteurs le plus à gauche possible dans l'enregistreur et on veillera à ce qu'ils soient transférés jusqu'à l'extrême gauche du totalisateur en laissant cependant libre la lucarne 11 pour les dizaines.

1. Apprêter la machine. Inverseur en haut pour le décompte des sommes enregistrées.

2. Placer le chariot dans le 4ème cran. On obtiendra ainsi quatre chiffres au quotient.

3. Poser 8,858 dans les colonnes 7 à 4 de l'enregistreur. Les unités seront marquées à la dixième lucarne du totalisateur et les dizaines à la onzième. Une rotation positive.

4. Afin d'éviter une erreur, on placera

9. Déplacer le chariot dans le 1er cran.

10. Après sept rotations positives le totalisateur marque 14751216612, la meilleure approximation.

11. Le dividende, dans le totalisateur, a sept décimales; le diviseur, dans l'enregis-

trateur, n'en a pas. Nous devrions donc avoir sept décimales au compteur. Toutefois, puisque nous avons abandonné un zéro au diviseur, le **quotient** aura huit décimales. Il sera par conséquent :

0,00002277.

27

immédiatement les virgules, une avant la colonne 6 de l'enregistreur et une juste au-dessus dans le totalisateur entre les chiffres 9 et 10 du numérotage.

5. Poser 9,33 dans les colonnes 7 à 5. Une rotation positive.

6. Poser 7,506 dans les colonnes 7 à 4. Une rotation positive.

7. Poser 9 dans la 7ème colonne. Une rotation positive.

Le **totalisateur** marque la **somme : 34,694000000**. Et maintenant, nous divisons.

8. Faire la **mise à zéro du compteur** seulement. Inverseur **en bas**.

9. Introduire le diviseur 393632 dans l'enregistreur le plus à gauche possible de

telle manière que la partie du dividende se trouvant au-dessus du diviseur soit toujours supérieure à celui-ci; en conséquence, le 3 dans la 7ème colonne, le 9 dans la 6ème, etc.

10. Les virgules seront placées de la façon suivante : au totalisateur avant la lucarne 9, à l'enregistreur avant la 4ème colonne et, par conséquent, au compteur avant la lucarne 5.

11. Tirer la manivelle et la tourner autant de fois que possible en veillant à ce que le totalisateur n'aille pas au-dessous de zéro. Après huit tours de manivelle les deux premiers chiffres du dividende seront transformés en 03. Une neuvième rotation nous donnerait 99267120000, soit déjà une valeur négative.

29

12. Placer le chariot dans le 3^{ème} cran.
13. Huit rotations négatives font disparaître les deux chiffres suivants.
14. Déplacer le chariot dans le 2^{ème} cran.
15. Une seule rotation négative est possible.
16. Déplacer le chariot dans le 1^{er} cran.
17. Trois rotations font apparaître 3211840 dans le totalisateur. Au-dessous, dans l'enregistreur se trouve 3936320. Il n'est donc plus possible de soustraire encore. Les chiffres 3211840 du totalisateur forment le reste de la division. On essaiera cependant de faire encore une rotation négative. Le totalisateur mar-

quera 99999275520, soit le complément de 724480, ce qui est plus proche de zéro que 3211840 trouvé précédemment.

Le **compteur** marque le quotient : **0,08814**.

Cette dernière méthode ne sera utilisée que si le dividende se trouve déjà dans le totalisateur. Il n'est en effet pas recommandé d'enregistrer le dividende pour le transférer ensuite dans le totalisateur. De plus, on doit alors annuler le compteur, ce que l'on omet facilement. La méthode additive supprime donc les trois opérations suivantes : enregistrer, transférer, faire la mise à zéro du compteur.

III. Quelques applications pratiques

Contrôle de factures

Facture :

Livraisons :

34,5 m. à 24,30 = 838,35
 217,0 m. à 19,80 = 4296,60
 19,5 m. à 7,60 = 148,20

Fr. 5283,15

Marchandises rendues :

9,5 m. à 10,40 = 98,80
 27,0 m. à 20,10 = 542,70

» 641,50

Soide dû **Fr. 4641,65**

Nous calculerons d'abord chaque produit séparément, sans faire la mise à zéro du

totalisateur, de sorte qu'il indiquera le montant total dû.

Dans l'enregistreur nous poserons les métrages et dans le compteur nous développerons le prix de chaque marchandise.

1. Calculer $34,5 \times 24,30$.
2. Faire la mise à zéro du compteur seulement, pas du totalisateur.
3. Calculer $217,0 \times 19,80$.
4. Faire la mise à zéro du compteur seulement.
5. Calculer $19,5 \times 7,60$.
6. Faire la mise à zéro du compteur seulement. Le totalisateur nous donne le total de l'addition : Fr. 5283,15.

De la même manière nous faisons le calcul des sommes à déduire (**multiplication négative**), soit :

7. Inverseur **en bas**.
8. Calculer $9,5 \times 10,40$ avec la **manivelle tirée** dans sa position soustractive.
9. Faire la mise à zéro du compteur.
10. Calculer $27,0 \times 20,10$ avec la **manivelle tirée**. Le totalisateur indique le **reste dû** : **Fr. 4641,65**.

Tous les problèmes analogues seront faits de la manière que nous venons de montrer :

$$(a_1 \times b_1 + a_2 \times b_2 + a_3 \times b_3 + \dots) - (c_1 \times d_1 + c_2 \times d_2 + \dots)$$

Pourcentages

Exemple I

Ajouter 4,5% à Fr. 378,65 :

$$\begin{array}{r} \text{Fr. } 378,65 \\ + 4,5\% \quad 17,04 \\ \hline \text{Fr. } 395,69 \end{array}$$

1. Calculer 4,5% c'est-à-dire multiplier 378,65 par 0,045. Le **totalisateur** marque le **pourcentage** 17,03925, soit en arrondissant : **17,04**.
2. Calculer 104,5% c'est-à-dire multiplier $378,65 \times 1,045$, en complétant le multiplicateur. A cet effet, placer le chariot dans le 4^{ème} cran. Une rotation positive.

Le **totalisateur** indique le **résultat final** 395,68925, soit en arrondissant **395,69**.

Exemple II, Calcul de rabais

Déduire de Fr. 7288,— un rabais de 11%.

$$\begin{array}{r} \text{Fr. } 7288,— \\ - 11\% \quad 801,68 \\ \hline \text{Fr. } 6486,32 \end{array}$$

1. Calculer $7288 \times 0,11$. Dans le totalisateur se trouve le **rabais** : **801,68**.
 2. Calculer 89%. Nous faisons la multiplication $7288 \times 0,89$ en corrigeant le multiplicateur.
- Le totalisateur nous donne le compte net : **Fr. 6486,32**.

Exemple III, Méthode abrégée

(Multiplication simultanée de deux nombres différents par un facteur constant.)

Déduire de Fr. 7683,— un escompte de 3%.

$$\begin{array}{r} \text{Montant brut} \text{ Fr. } 7683,— \\ - 3\% \quad 230,49 \\ \hline \text{Montant net} \text{ Fr. } 7452,51 \end{array}$$

On pose 3 le plus à gauche possible de l'enregistreur et 97 tout à droite. En multipliant ces chiffres par le montant brut on obtiendra l'escompte et le montant net en même temps dans le totalisateur.

1. La machine étant apprêtée, on posera 3 dans la colonne 7, et 97 dans les colonnes 1 et 2 de l'enregistreur.
2. Afin de marquer la séparation des deux produits, on placera deux virgules accolées l'une à l'autre entre les lucarnes 6 et 7 du totalisateur. A leur gauche, deux

lucarnes plus loin, on placera un virgule pour l'escompte et une avant la lucarne 2 pour le montant net.

3. Multiplier par 7683.

Dans le **totalisateur**, à la gauche des deux points, on trouvera l'**escompte**: **Fr. 230,49** et le montant net: **Fr. 7452,51** à la droite.
En conservant les mêmes chiffres à l'en-

registreur, on peut calculer rapidement le rabais et le montant net de différentes sommes en modifiant simplement le multiplicateur.

Si le pourcentage se compose de deux chiffres ou si le montant brut en a plus de quatre, on court le risque que les résultats se confondent. On procède dans ce cas comme indiqué dans l'exemple II.

34

par conséquent faire sauter le chariot d'un cran.

f) Placer le chariot dans le 1er cran. Dans le totalisateur se trouve 9 et le compteur marque 7. Deux tours de manivelle transformeront ce dernier chiffre en un 9.

Le calcul est terminé. Dans l'enregistreur se trouve 327; dans le **compteur**, le **carré**: **106 929** et dans le **totalisateur**, le **cube**, soit: **34 965 783**.

Règle de trois

1ère méthode

Une grosse coûte Fr. 180,—. Quel est le prix de la pièce? Que coûtent 46 pièces?

$$\text{Formule: } \frac{180 \times 46}{144} \left(\frac{a \times b}{c} \right)$$

36

Cubage (sans notation intermédiaire) $327^2 = 1$

1. Calculer 327×327 .

Le totalisateur indique le carré: 106 929, le compteur marque 327.

2. Compléter le compteur à 106 929, et ce, en commençant par la gauche, afin de ne pas modifier, en multipliant, les chiffres du carré qui se trouvent encore dans le totalisateur. De la sorte on n'aura pas besoin de noter le carré ou de se le rappeler par cœur.

a) Placer le chariot dans le 6ème cran. Le premier chiffre du totalisateur étant 1, à la lucarne correspondante du compteur devra apparaître également 1. Par conséquent une rotation positive.

b) Le chiffre suivant dans le totalisateur est 0, à la lucarne correspondante du compteur se trouve également 0, on peut donc faire sauter le chariot d'un cran.

c) Déplacer le chariot dans le cran 4. Au-dessus de la flèche-repère il y a un 6 dans le totalisateur. Faire des tours de manivelle jusqu'à ce qu'apparaisse le 6 à la lucarne correspondante du compteur.

d) Déplacer le chariot dans le 3ème cran. A la lucarne du totalisateur se trouve 9, on doit donc tourner la manivelle jusqu'à ce qu'à la lucarne correspondante du compteur apparaisse également 9.

e) Le chiffre suivant est 2 dans le totalisateur et dans le compteur. On peut

35

2ème méthode (division et multiplication simultanées).

1. Poser le diviseur 144 tout à gauche dans l'enregistreur, soit dans les colonnes 6 à 8, et 46 dans les colonnes 1 et 2.

2. Toute comme précédemment, on calculera $180 : 144$ selon la méthode additive, en commençant la division avec le chariot dans la position 4.

Tout en faisant la division, il se formera simultanément à droite dans le **totalisateur** la multiplication du quotient par 46 (pièces) = Fr. 57,50. Dans le

compteur on trouvera le **prix de la pièce** = Fr. 1,25.

Cette méthode, extrêmement rapide, ne peut cependant être utilisée que si les nombres ne sont pas trop longs, ils risqueraient sinon de se confondre.

3ème méthode

Si, en calculant l'expression $\frac{a \times b}{c}$, la division a un reste, on obtiendra la meilleure approximation en faisant d'abord la multiplication, suivie de la division. On devra alors renoncer à $\frac{a}{b}$ (prix d'une pièce).

Le **totalisateur** indique le prix de 46 pièces: Fr. 57,50.

37

Calcul des racines carrées

1ère méthode (selon Töppler)

La méthode est basée sur le fait suivant : Dans la série suivante, dite progression arithmétique :

$$1 + 3 + 5 + 7 + 9 + 11 + \dots$$

La somme des n premiers termes est égale à n^2 .

p. ex. : $1 + 3 + 5 + 7 = 16 = 4^2$. Le n ième terme est toujours égal à $2n - 1$.

Cette méthode sera démontrée par un simple exemple. Le lecteur que la procédure mathématique n'intéresse pas peut s'abstenir de lire le texte qui suit, il trouvera l'explication mécanique en faisant l'exemple 2.

38

- e) Poser 5 dans la 1ère colonne, une rotation positive.
- f) Poser 7 dans la 1ère colonne, une rotation positive.
- g) Poser 9 dans la 1ère colonne, une rotation positive.
- h) Poser 11 dans la 1ère colonne. C'est-à-dire augmenter de 1 le 6 de la 2ème colonne = 7 et poser 1 dans la 1ère colonne; une rotation positive.
- i) Poser 3 dans la 1ère colonne, une rotation positive.

Le totalisateur marque 1369, le radical, et le **compteur** 7 à la place des unités, soit le **chiffre b**. Il indique donc en tout **37, la racine**.

40

$$\text{Soit: } \sqrt{1369} = x$$

La racine sera de deux chiffres. Appelons le chiffre des dizaines a et celui des unités b. En conséquence :

$$\begin{aligned} \sqrt{1369} &= x = 10a + b, \text{ ou:} \\ \sqrt{1369} &= \sqrt{(10a + b)^2} = \\ &= \sqrt{100a^2 + 20ab + b^2} \end{aligned}$$

1. On doit avoir tout d'abord a à la place des dizaines, de façon à obtenir 10a. Dans ce but, nous construisons, à l'aide de notre série, le carré de 10a, soit $100a^2$, dans le totalisateur, sous la forme d'une approximation de 1369 :

- a) Placer le chariot dans le 2ème cran.
- b) Poser 1 dans la 2ème colonne de l'enregistreur; une rotation positive.

Exemple 2

$$\sqrt{3029,4} = 1 \text{ (avec le plus de chiffres possible)}$$

Le radical sera divisé en groupes de 2 chiffres en partant de la virgule :

30|29,40|00|00. Chaque groupe correspond à un chiffre de la racine. Etant donné la capacité de 11 chiffres du totalisateur, nous pouvons développer ici cinq chiffres de la racine. On ne pourra développer six chiffres que si le premier groupe comporte un chiffre seulement, p. ex. 7|61,24|50|00|00.

En formant les groupes, la virgule de la racine est déjà déterminée. La racine aura trois décimales.

1. Placer le chariot dans le 5ème cran (c'est-à-dire correspondant au nombre de chiffres voulu pour la racine).

- c) Poser dans la même colonne 3; une rotation positive.

- d) Poser 5; une rotation positive.

Le totalisateur marque 900, ce qui est assez proche du radical 1369. Si l'on y ajoutait encore 7, nous obtiendrions 1600, donc trop. Ce qui manque de 900 à 1369 correspond à l'expression $20ab + b^2$. **Le compteur de tours marque 3, le chiffre a.**

2. On doit maintenant déterminer b. La valeur b^2 s'obtiendra en développant notre série dans la colonne 1 de l'enregistreur jusqu'à ce que la valeur de $20ab + b^2$ complète la différence de 900 à 1369.

A cet effet, nous posons à l'enregistreur 20a, c'est-à-dire que nous augmentons

le dernier chiffre dans la colonne de l'enregistreur de 1. En développant notre série nous n'ajoutons pas simplement b^2 dans le totalisateur, mais autant de fois 20a que nous ferons de tours de manivelle, soit $20ab$. Nous ajoutons donc la valeur $20ab + b^2$ au nombre indiqué au totalisateur, soit exactement le montant qui manque encore au radical. En conséquence :

- a) Placer le chariot dans le 1er cran.
- b) Augmenter de 1 le chiffre 5 dans la 2ème colonne = 6.
- c) Poser 1 dans la 1ère colonne, une rotation positive.
- d) Poser 3 dans la 1ère colonne, une rotation positive.

39

2. Développer la série arithmétique dans la 5ème colonne (également en relation avec le nombre de chiffres de la racine).

- a) Poser 1 dans la 5ème colonne; une rotation positive.
- b) Poser 3 dans la 5ème colonne; une rotation positive.
- c) Poser 5 dans la 5ème colonne; une rotation positive.
- d) Poser 7 dans la 5ème colonne; une rotation positive.
- e) Poser 9 dans la 5ème colonne; une rotation positive.

Le totalisateur marque 2500,000000; le cinquième chiffre de la racine est développé. Il est facile de voir que si l'on ajoutait encore 11, le radical serait dépassé.

3. Augmenter de 1 le chiffre de la 5ème colonne, donc le porter à 10 en posant 1 dans la 6ème colonne et en poussant le 5ème curseur à 0. Dans l'enregistreur nous avons le double de ce que marque le compteur. Il est recommandé de procéder ici à ce contrôle.
4. Déplacer le chariot dans le 4ème cran.
5. Développer de nouveau notre série arithmétique en posant successivement 1, 3, 5, 7, 9 dans la 4ème colonne avec une rotation positive après chacun d'eux. Le totalisateur marque 3025,000000. Le quatrième chiffre de la racine est développé.
6. Augmenter de 1 le dernier 9 posé. Dans l'enregistreur se trouve donc 110,000. Le compteur marque 55,000.
7. Déplacer le chariot dans le 3ème cran.

41

8. Il est impossible de développer notre série dans la 3ème colonne. Dès 1 on dépasserait le radical. On sautera donc au cran suivant.
9. Déplacer le chariot dans le 2ème cran.
10. Développer notre série dans la 2ème colonne en posant successivement 1, 3, 5 avec une rotation positive après chacun d'eux.
11. Augmenter de 1 le 5 dans la 2ème colonne = 6.
12. Déplacer le chariot dans le 1er cran.
13. Poser successivement 1, 3, 5, 7, 9, 11, 13, 15, 17, dans la première colonne avec une rotation positive après chacun d'eux.
- Pour poser 11, il faut augmenter de 1 le 6 dans la 2ème colonne = 7 et poser

1 dans la 1ère colonne. Puis pour 13, 15, 17, il suffit de poser 3, 5, 7 dans la 1ère colonne.

Le totalisateur indique 3029,291521. En ajoutant encore 9, on obtient 3029,401600, ce qui est la meilleure approximation du radical. Le compteur marque la **racine (en arrondissant à 5 chiffres) : 55,040**.
On vérifiera encore si l'enregistreur indique bien le double moins 1 du compteur.

2ème méthode (selon Herrmann)

Si une approximation de la racine est connue on arrivera plus rapidement au résultat.

De \sqrt{R} on connaît l'approximation 7. Son erreur est f . Nous avons :

$$\begin{aligned} \sqrt{R} &= N + f \text{ et} \\ R &= N^2 + 2Nf + f^2 \text{ ou} \\ R - N^2 &= 2Nf + f^2. \end{aligned}$$

Si l'on divise la dernière équation par $2N$, on obtient :

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

On calculera d'abord N^2 . On enregistrera ensuite $2N$ et on multipliera jusqu'à ce que N^2 dans le totalisateur ait atteint R . Par cette dernière opération on effectuera en somme

la division $\frac{R - N^2}{2N}$ de sorte que le quotient $f + \frac{f^2}{2N}$ sera additionné à la valeur N qui se trouve encore dans le compteur ; soit

$$N + f + \frac{f^2}{2N}$$

qui représente la racine avec une petite

erreur de $\frac{f^2}{2N}$.

Un calcul d'erreur plus précis a montré qu'il suffit que l'approximation ait la moitié des chiffres voulus. Dans la règle, les résultats sont exacts, sauf cependant dans quelques cas d'exception où le dernier chiffre peut varier d'une unité.

Ainsi que le démontre l'exemple suivant, il est toujours possible de calculer **6 chiffres de la racine, quel que soit le radical**, avec une approximation de trois chiffres. La règle à calculer ou la table des carrés donnent ces approximations.

Exemple :

$\sqrt{16,8} = ?$ (on exige 6 chiffres à la racine). Prenons l'approximation 4,10.

1. Calculer $4,10^2$. Afin de pouvoir développer 6 chiffres le radical devra se trouver tout à gauche dans le totalisateur.

a) Placer le chariot dans le 6ème cran.

b) Poser 4,10 le plus à gauche possible dans l'enregistreur, par conséquent dans les colonnes 5 et 4.

c) Calculer $4,10 \times 4,10$, soit 4 tours de manivelle avec le chariot dans le 6ème cran et 1 tour avec le chariot dans le 5ème cran.

2. Sans faire la mise à zéro, on construira le radical en multipliant le double de l'approximation:

a) Doubler le nombre 4,10 posé, c'est-à-dire poser 8,2, dans les colonnes 5 et 4 de l'enregistreur.

b) Tourner la manivelle jusqu'à ce qu'on obtienne le radical dans le totalisateur. L'opération sera terminée lorsqu'on aura trouvé l'approximation inférieure. Dans le cas présent nous obtiendrons dans le totalisateur 16,799 996 000. Le **compteur** indiquera **4,098 78**, la racine.

Cette méthode est recommandée à ceux qui doivent faire fréquemment des calculs de racines carrées.

Si l'on n'a pas une approximation de 3 chiffres, le calculateur exercé en estimera 2 chiffres qui lui permettront de développer 3 chiffres de la racine. Ayant obtenu ainsi une approximation de 3 chiffres, il lui sera facile, par la méthode ci-dessus, d'extraire une racine de 6 chiffres.

Si, après avoir lu attentivement cette petite brochure, vous parvenez à faire sans difficulté les exemples de calcul qui y sont donnés, c'est que vous avez déjà passé par un bon apprentissage. C'est évidemment en forgeant que l'on devient forgeron, aussi avec un peu d'exercice passerez-vous rapidement maître en calcul mécanique.



USINES CONTINA
A MAUREN
DANS LA
PRINCIPAUTE DE LIECHTENSTEIN