LES MIETTES DE LA SCIENCE

PAR

GASTON BONNEFONT

OUVRAGE ILLUSTRÉ

DE DEUX CENTS DESSINS ET FIGURES

CHARAVAY, MANTOUX, MARTIN
LIBRAIRIE D'ÉDUCATION DE LA JEUNESSE
7, RUE DES CANETTES, 7
PARIS

CHAPITRE XIII

LE CALCUL MENTAL ET LE CALCUL MÉCANIQUE
JACQUES INAUDI. — L'ARITHMOMÈTRE THOMAS

Au moment de commencer ses préparatifs de départ, mon oncle Pamphile m'a dit :

« Mon garçon, tu as l'air fatigué.

— Vous trouvez?

— Oui, tes traits sont tirés et ton teint est pâlot.

— Je vous assure que je me sens très bien portant.

— Tant mieux, n'empêche que je t'engage fort à prendre demain le train avec moi et à venir passer quelques jours aux Roseaux. La campagne et le repos, voilà de quoi te ragaillardir pour plusieurs mois. Aucune affaire urgente ne te retient à Paris, n'est-ce pas?

— Non, mon oncle, aucune.

— Eh bien, accompagne-moi. »

La proposition m'était fort agréable et je ne me suis point fait tirer l'oreille pour l'accepter. Quelques jours de vacances, c'est toujours bon à prendre, même lorsqu'on n'est plus collégien.

« C'est entendu, mon oncle, je vous accompagne.

— A la bonne heure ! Et, tu sais, je te ménage des surprises. Les Roseaux, depuis tu y es venu, ont subi d'importantes améliorations.

— Ah ! vraiment ?

— Oui, tu verras. D'abord, je me livre, depuis quelque temps, à l'élevage des... Mais, au fait, si je te dis maintenant quels changements tu trouveras, tu n'auras plus de surprise. Ainsi, je me tais. »

Et, sans rien ajouter, mon oncle s'est mis à ranger dans sa malle, avec tous les soins possibles, son linge et ses vêtements.

J'avais, avant de quitter Paris, quelques menues dispositions à prendre au dehors. Je priai mon oncle de m'excuser pendant une heure ou deux, et je sortis.

Comme je traversais les boulevards, une immense affiche multicolore me frappa. Elle annonçait, pour le soir, une représentation d'Inaudi, le calculateur dont tous les journaux de Paris parlaient depuis quelque temps.

« Tiens, pensai-je, si je conduisais mon oncle assister à cette représentation ? »

De retour chez moi, je communiquai mon projet à mon cher parent.

« Parfait, me dit-il. Allons voir Inaudi. Ce sera une excellente façon de clore la série des distractions que tu m'as procurées. »

. . . .

Nous avons vu le jeune prodige et il nous a émerveillés.

Jacques Inaudi a vingt-cinq ans; il est né dans le Piémont. Tout enfant, il courait les chemins, à la suite d'un frère aîné, montreur de singes, qui le faisait mendier. Jamais il n'est allé à l'école, jamais il n'a reçu d'un maître la moindre leçon d'arithmétique. Il a développé lui-même, sans aucun secours, ses extraordinaires aptitudes au calcul, et, servi par une mémoire étonnante, il est parvenu à résoudre de tête et presque instantanément des opérations laborieuses et des problèmes difficiles. Aucune des questions qui lui ont été posées devant nous ne l'a embarrassé et plusieurs étaient pourtant épineuses. Voici, retrouvées dans un carnet où j'avais pris des notes pendant la séance, quelques-unes de ces questions.

1° On a demandé à Inaudi de soustraire l'un de l'autre deux nombres de dix-neuf chiffres chacun, qu'on lui a seulement lus tandis qu'il tournait le dos au tableau noir sur lequel ils étaient écrits. Le calculateur a d'abord répété les deux nombres de mémoire, puis il a immédiatement donné le résultat de leur soustraction.

2° Pour multiplier 869 par 427, Inaudi a mis six secondes ; c'est, dit-il, le temps que lui prend la multiplication de deux nombres quelconques de trois chiffres l'un par l'autre.

La façon dont il procède pour effectuer ces calculs de tête est contraire à notre habitude classique de commencer par la droite ; mais elle est assurément très naturelle et relativement très simple. Il compte :

$$\begin{array}{rcrcr} 800 & \times & 400 & = & 320.000 \\ 800 & \times & 27 & = & 21.600 \\ 60 & \times & 400 & = & 24.000 \\ 60 & \times & 27 & = & 1.620 \\ 9 & \times & 400 & = & 3.600 \\ 9 & \times & 27 & = & 243 \\ \hline & & \text{Total.} & & 371.063 \end{array}$$

L'opération est donc décomposée, comme on voit, en une série de multiplications dans lesquelles le multiplicateur n'a qu'un chiffre, et chaque produit partiel est ajouté à la somme des autres produits partiels déjà obtenus.

3° Pour multiplier un nombre de cinq chiffres par un autre nombre de cinq chiffres, Inaudi demande de soixante à soixante-dix secondes. Il a mis juste soixante-cinq secondes pour effectuer le produit de 88.875 par 70.846, nombres qui lui étaient proposés ; et voici comment il a opéré :

$$\begin{array}{rcrcr} 80.000 & \times & 50.000 & = & 4.000.000.000 \\ 80.000 & \times & 20.000 & = & 1.600.000.000 \\ 8.000 & \times & 50.000 & = & 400.000.000 \\ 8.000 & \times & 20.000 & = & 160.000.000 \\ 900 & \times & 50.000 & = & 45.000.000 \\ 900 & \times & 20.000 & = & 18.000.000 \\ \hline & & \text{Total.} & & 6.223.000.000 \end{array}$$

Ce nombre 6.223.000.000 représente le produit de 88.900 par 70.000. En retranchant 70.000 × 25, soit 1.750.000, ce qui donne pour reste 6.221.250.000, on a le produit de 70.000 par 88.875, ou de 88.875 par 70.000.

Il faut maintenant multiplier 88.875 par 846

$$\begin{array}{rcrcr} 80.000 & \times & 800 & = & 64.000.000 \\ 80.000 & \times & 46 & = & 3.680.000 \\ 8.000 & \times & 800 & = & 6.400.000 \\ 8.000 & \times & 46 & = & 368.000 \\ \hline & & \text{Total.} & & 74.448.000 \end{array}$$

et ensuite 875 par 846 (ce qu'Inaudi fait en multipliant 900 par 846 et en retranchant du produit obtenu 25 fois 846)

900 × 800 =	720.000		800 × 25 =	20.000
900 × 40 =	36.000		40 × 25 =	1.000
900 × 6 =	5.400		6 × 25 =	150
Total.	761.400		Total.	21.150

761.400 — 21.150 = 740.250.

Il ne reste plus maintenant, pour avoir le résultat final, qu'à additionner les trois produits partiels successivement obtenus :

$$\begin{array}{r} 6.221.250.000 \\ 74.448.000 \\ 740.250 \\ \hline 6.296.438.250 \end{array}$$

Cette série d'opérations partielles est assurément longue et laborieuse à effectuer; elle le serait du moins pour le commun des mortels, mais Inaudi a une mémoire des chiffres qui supprime pour lui toutes les difficultés d'un calcul compliqué.

4° Prié d'extraire la racine carrée de 14.641, le jeune Piémontais a immédiatement donné le résultat 121; et il a expliqué ainsi la façon dont il l'a obtenu :

« Je cherche, a-t-il dit, un nombre qui multiplié par lui-même donne à peu près 14.641, et je vois que 100 répond à cette condition, puisque 100 × 100 donne 10.000.

« C'est donc le nombre 100 que je prends pour premier résultat approché. Et je poursuis : 100 est trop faible, si j'essayais 120. Le carré de 120 est le carré de 12 suivi de deux zéros, soit 14.400. Le nombre 120 est donc trop faible encore, mais de fort peu de chose. Et, en essayant 121, je reconnais que c'est la racine cherchée. »

5° *Problème.* — Trouver un nombre de deux chiffres tel que la différence entre quatre fois le premier chiffre et trois fois le deuxième chiffre soit égale à 7, et que, renversé, le nombre diminue de 18.

Inaudi a réfléchi deux minutes, puis il a déclaré que le problème était impossible. C'était parfaitement vrai, comme il est facile de s'en convaincre en écrivant les deux équations qui représentent les données de la question, et en essayant de les résoudre.

Soient x le chiffre des dizaines de ce nombre et y le chiffre de ses unités. La première condition donne l'équation

$$4\,x - 3\,y = 7, \tag{1}$$

et la seconde

$$(10\,x + y) = (10\,y + x) + 18,$$

qui, simplifiée, devient

$$x - y = 2.$$

De cette dernière équation, nous tirons

$$x = y + 2,$$

et, en remplaçant dans l'équation (1) x par cette valeur, nous obtenons

$$4\,(y + 2) - 3\,y = 7,$$

d'où nous déduisons

$$y = 7 - 8 = -1.$$

La valeur de 7 étant négative, le problème est bien impossible.

6° *Problème*. — Un nombre a quatre chiffres dont la somme est 25. La somme des chiffres des centaines et des mille est égale au chiffre des dizaines, et la somme des chiffres des dizaines et des mille est égale au chiffre des unités. De plus, si l'on renverse le nombre, il augmente de 8.082. Quel est ce nombre ?

Au bout de trois minutes de recherches, Inaudi a donné le résultat 1789 ; et voici comment il a développé son raisonnement :

« Puisque le nombre demandé augmente de 8.082, si on le renverse, le chiffre des mille doit être 1 et celui des unités 9. Je retranche 9 de 25, et il me reste 16 pour la somme des trois autres chiffres. Mais puisque le chiffre des mille et celui des centaines donnent une somme égale au chiffre des dizaines, ce chiffre est égal à la moitié de 16, c'est-à-dire 8. Il est dès lors évident que le chiffre des centaines est 7. »

Beaucoup d'autres questions ont été posées au jeune calculateur et à toutes il a victorieusement et rapidement répondu. Pour terminer la séance, il a demandé à plusieurs personnes la date de leur naissance, et, presque aussitôt, il leur a dit quel jour de la semaine tombait cette date et combien elles avaient vécu de jours, d'heures, de minutes et de secondes.

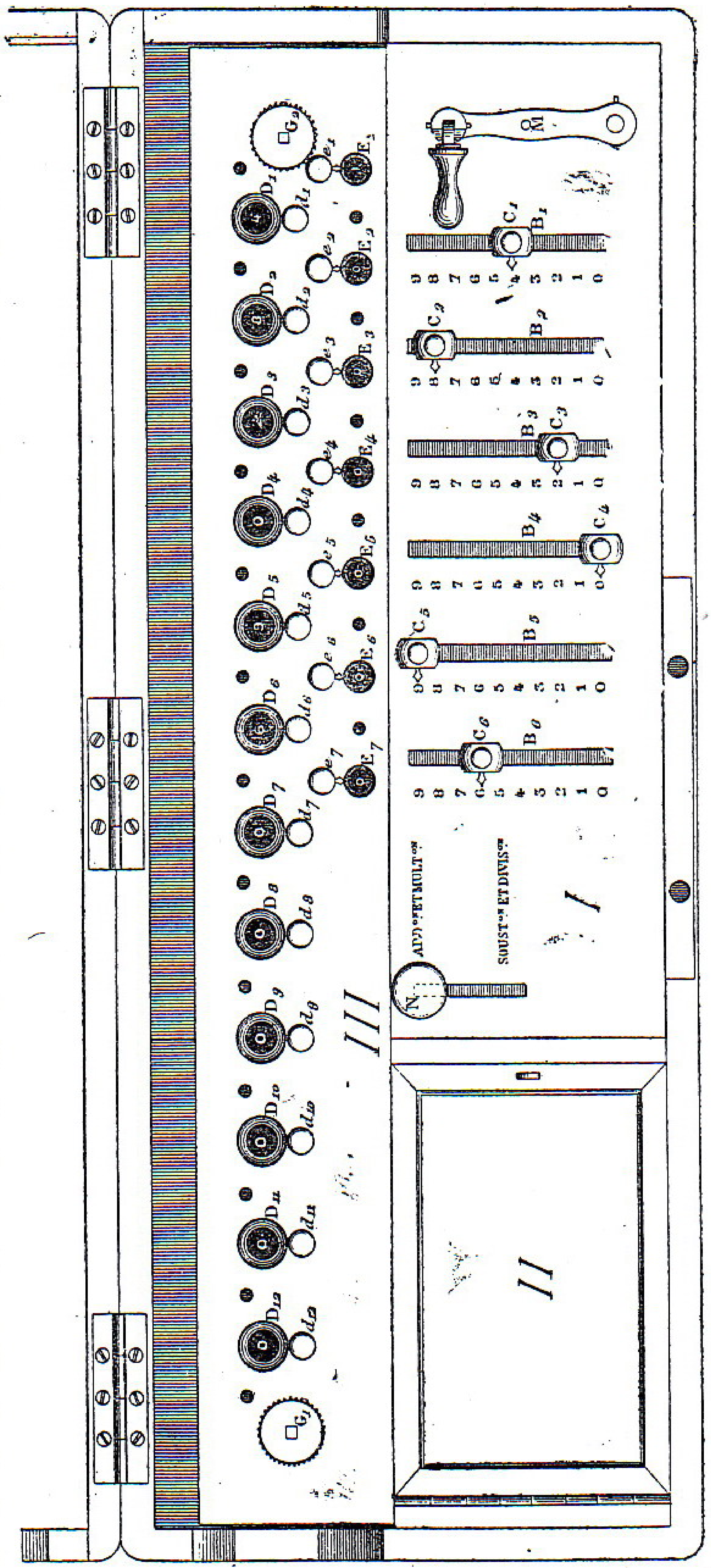
Tout cela est très curieux et l'on reste confondu en présence d'un don aussi développé que celui d'Inaudi. Malheureusement, il n'y a, au point de vue pratique, aucun profit à tirer du phénomène, attendu que ce phénomène ne saurait être généralisé, et que, même en ayant recours à un long entraînement, l'homme le plus intelligent n'arrivera sans doute pas à rivaliser avec le calculateur piémontais.

De tout temps, on a cherché des procédés de calcul mental d'une application à la fois rapide et facile, et l'on n'est, en somme, arrivé dans cet ordre d'idées qu'à de très médiocres résultats. On parvient, moyennant de l'exercice, à multiplier de tête et assez vite un nombre de deux chiffres par un nombre de deux chiffres; mais on ne va guère au delà.

Il serait, du reste, bien inutile de perdre un temps considérable à s'habituer à effectuer mentalement de longues opérations. Ceux-là même qui, par la nature de leurs occupations professionnelles, sont appelés à manier des chiffres du matin au soir, n'auraient rien à y gagner. Il existe, en effet, à leur usage, des machines à calculer d'un maniement très simple, qui fonctionneront toujours plus vite que leur tête et qui ne commettront jamais d'erreur.

Les machines à calcul se divisent en deux séries : la première série comprend les instruments qui abrègent ou facilitent les calculs, mais qui exigent une certaine application de l'esprit et l'emploi de l'intelligence humaine; la seconde série comprend les instruments qui, opérant sans l'emploi de l'intelligence, sont de véritables automates.

Il existe un grand nombre de machines à calculer, mais il en existe très peu d'excellentes. La règle à calcul, dont les ingénieurs se servent fréquemment, est portative, ne s'abîme pas et se manie commodément; mais elle ne donne, dans la plupart des cas, que des résultats approchés, sans compter que son emploi exige des connaissances mathématiques étendues. Les machines de Pascal, de Petit, de Lalanne, de Roth, etc., n'ont plus aujourd'hui qu'un intérêt historique. Il n'est, en réalité, qu'une seule machine vraiment satisfaisante : c'est l'arithmomètre Thomas, dont on fait usage dans les administrations et dans les bureaux où l'on se livre quotidiennement à des calculs compliqués, — bureau des longitudes, bureaux de statistique, caisse des dépôts et consignations, compagnies de chemins de fer, compagnies d'assurances, etc.



Platine supérieure de l'arithmomètre.

L'arithmomètre a été inventé en 1820 par M. Thomas, alors directeur de la Compagnie d'assurances *le Soleil*, et perfectionné par son fils, M. Thomas de Bojano. Cette œuvre remarquable est aujourd'hui arrivée au dernier degré de perfection ; elle est devenue une machine au moyen de laquelle les personnes les moins familiarisées avec les chiffres peuvent faire toutes les opérations de l'arithmétique. Avec cet instrument, une demi-heure suffit pour accomplir, sans aucune fatigue et avec une exactitude mécanique, le travail d'une longue journée.

L'arithmomètre est entièrement renfermé dans une boîte oblongue de 70 centimètres de longueur, 18 centimètres de largeur et 70 centimètres de hauteur. A la partie supérieure se trouve une tablette de cuivre percée horizontalement de dix ou douze petits trous ronds D_1, D_2, D_3,... D_{12}, dans chacun desquels tournent, sous la pression du doigt, les dix chiffres depuis 0 jusqu'à 9. C'est le produit. — Pour multiplier un nombre, une échelle contenant également les dix chiffres primitifs est placée à la droite de la machine et en son milieu monte et descend un bouton de cuivre dans une rainure perpendiculaire. C'est le multiplicande. — Pour faire l'opération on arrête successivement le bouton de cuivre du multiplicande à chacun des chiffres dont il se compose, et, chaque fois, on tourne une petite manivelle M, le multiplicateur placé à la base de la machine. Tant que cette manivelle tourne, les chiffres changent au produit ; chaque fois qu'elle s'arrête, un produit partiel est trouvé et la dernière relation présente le produit total au sommet de l'appareil. En un mot, chaque tour de manivelle reproduit la somme du multiplicande. Ajoutons que les retenues et les reports s'opèrent d'eux-mêmes avec une rapidité telle que des millions sont multipliés en quelques secondes.

La machine se charge, avec la même promptitude, de faire la preuve des opérations terminées ; il suffit, pour cela, de tourner la clé à la division, et l'opération se fait en sens inverse. Il va sans dire que de ce même côté on peut diviser tous les nombres ; de même, avec non moins de facilité et d'exactitude, on peut obtenir la racine carrée d'un nombre quelconque.

Dans la figure, la boîte est ouverte et laisse apercevoir la platine supérieure de la machine ; le couvercle est coupé.

La platine marquée I est une platine fixe en laiton, qui recouvre les rouages des organes de la machine dits organes de la reproduction et organes de reports des retenues.

La partie marquée II est une glace dépolie recouvrant une petite boîte ménagée dans un espace laissé libre par le mécanisme et sur laquelle on peut écrire les résultats obtenus ou les formules des opérations à effectuer.

La partie marquée III est une platine mobile en laiton, qui recouvre les compteurs de la machine. Cette platine peut se soulever en tournant autour d'un axe longitudinal situé sous sa face inférieure près du bord extérieur ; elle peut alors être déplacée vers la droite en glissant le long de cet axe.

M est la manivelle motrice ; sa poignée se rabat latéralement, afin de permettre la fermeture de la boîte quand on ne se sert pas de la machine. Cette manivelle porte sous sa face inférieure un petit tenon formant plan incliné, qui vient rencontrer un tenon semblable lorsqu'elle est dans la position à partir de laquelle se comptent les tours. Elle est montée sur son axe avec un certain jeu, de façon à pouvoir se soulever légèrement pour franchir l'obstacle que forme la rencontre des deux plans inclinés ; la résistance que l'on sent à ce moment donne le moyen de compter facilement le nombre de tours effectués et permet de la ramener sans hésitation à sa position de repos.

B_1, B_2, B_3, B_6... sont des rainures graduées qui servent à inscrire les chiffres des nombres sur lesquels on opère. C_1, C_2, C_3... C_6 sont des boutons mobiles à index coulissant dans ces rainures et que l'on amène en regard des chiffres à marquer.

D_1, D_2, D_3... D_{12} sont de grandes lucarnes, dites lucarnes des produits, dans lesquelles on lit les sommes et les produits et où l'on inscrit les dividendes, E_1, E_2, E_3... E_6, E_7 sont de petites lucarnes, dites lucarnes des quotients, dans lesquelles s'inscrit le nombre de tours faits par la manivelle motrice et où se lisent par suite les multiplicateurs, les quotients et les racines. Près de chacune de ces lucarnes, grandes ou petites, est percé un petit trou qui peut recevoir une cheville en ivoire destinée à marquer la place des virgules quand on opère sur des nombres décimaux.

d_1, d_2, d_3... d_{12} sont des boutons permettant de faire tourner à la main les cadrans dont les chiffres apparaissent dans les grandes lucarnes ; e_1, e_2, e_3... e_7 sont de petits boutons permettant de faire tourner de même les cadrans dont les chiffres apparaissent dans les petites lucarnes.

N est un bouton d'embrayage, mobile dans une rainure et qui sert à disposer la machine pour les opérations additives et soustractives, suivant qu'on le pousse à l'une ou l'autre des extrémités de la rainure en regard de l'inscription correspondante.

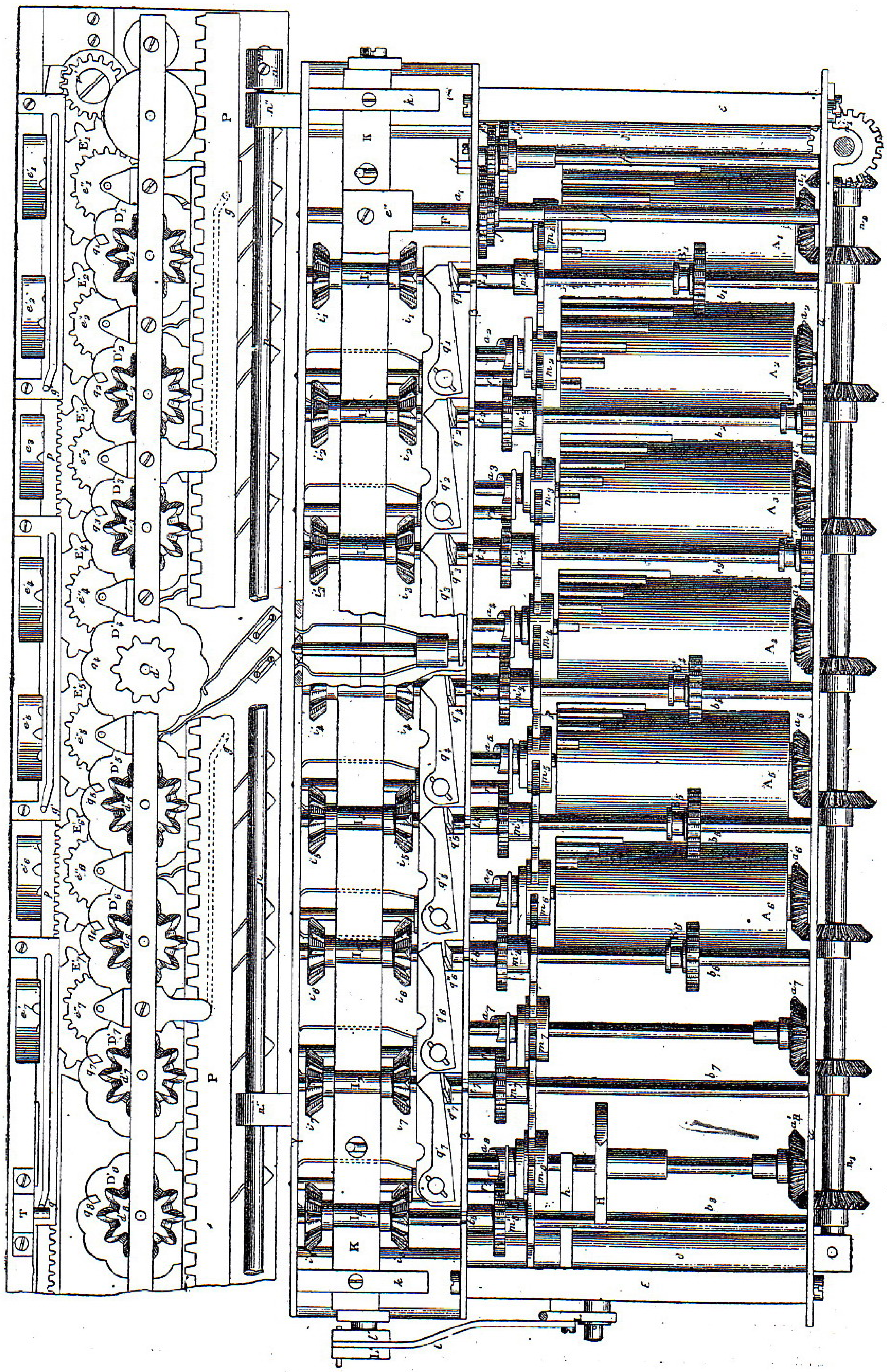
G_1 est un bouton moleté, placé à la gauche de la platine, mobile et dit effaceur des produits; il sert à ramener au zéro tous les cadrans des grandes lucarnes, quand on fait tourner à la main en sens inverse du mouvement des aiguilles d'une montre. G_2 est un bouton moleté semblable, placé à la droite de la platine mobile et dit effaceur des quotients; il sert à ramener au zéro tous les cadrans des petites lucarnes, quand on le fait également tourner à la main, mais dans le sens du mouvement des aiguilles d'une montre.

Entrer dans le détail du mécanisme intérieur de l'arithmomètre nous obligerait à des développements d'une longueur excessive; mais nous pouvons, du moins, nous rendre compte d'une façon générale de la manière de se servir de l'appareil.

Nous avons vu que la machine se composait de trois parties principales : une première partie formée d'une platine extérieure en cuivre, portant des rainures graduées qui correspondent aux unités de divers rangs des nombres à inscrire sur la machine, et dans lesquelles, à l'aide de boutons à index que l'on déplace à la main, on inscrit les chiffres successifs dont sont formés les nombres sur lesquels on doit opérer; une deuxième partie formée de rouages intérieurs constituant l'organe fondamental et la partie caractéristique de la machine; une troisième partie portée par une platine mobile, munie d'un grand compteur destiné à enregistrer les nombres successifs reproduits par la machine et d'un petit compteur chargé de noter le nombre des tours de la manivelle.

Les chiffres de ces compteurs, comme il a été dit, apparaissent dans deux séries différentes de lucarnes. Le nombre des grandes lucarnes est double du nombre des rainures graduées, afin que l'on puisse enregistrer tous les chiffres des produits. Par un mouvement de glissement latéral, la platine qui porte ces lucarnes peut être amenée par crans successifs vers la gauche ou vers la droite, ce qui correspond au déplacement de la virgule dans les opérations usuelles et équivaut par suite à une multiplication ou à une division par 10, 100, 1000, etc., du nombre inscrit dans les lucarnes.

Le grand compteur est disposé de façon à totaliser automatiquement les nombres successifs que la machine lui donne à enregistrer, et un débrayage mû par un levier permet d'en changer la marche, de



Mécanisme intérieur de l'arithmomètre.

telle sorte que les nombres successifs enregistrés se retranchent alors des nombres déjà inscrits dans les lucarnes, au lieu de s'y ajouter. La première position du levier d'embrayage sert pour l'addition et la multiplication ; la seconde est employée pour la soustraction, la division et l'extraction des racines.

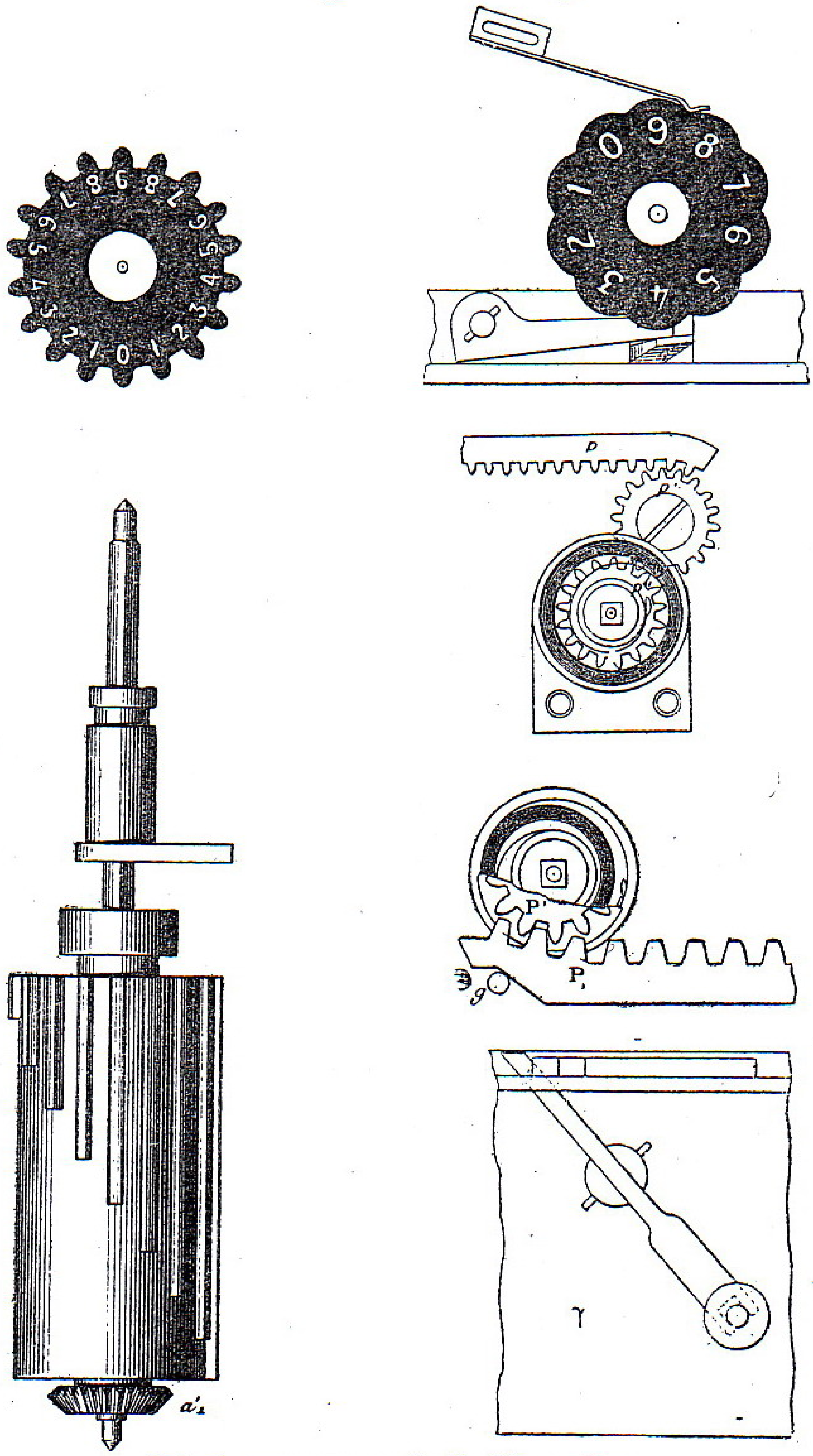
Un organe essentiel de l'arithmomètre est celui qui a pour fonction de reproduire les nombres inscrits sur la machine autant de fois que la manivelle motrice effectue de tours. Cet organe est formé de cylindres parallèles en nombre égal à celui des ordres de chiffres à reproduire, et qui, mis chacun en communication par des pignons d'angle avec un arbre de couche commandé par la manivelle motrice, effectuent tous un tour entier sur eux-mêmes lorsque la manivelle fait elle-même un tour.

Pour que le grand compteur ajoute les nombres qui lui sont transmis à ceux qu'il a déjà enregistrés, il faut qu'il jouisse de la propriété de transporter d'un cadran quelconque sur le suivant les unités d'ordre supérieur, lorsque l'on donne à enregistrer au premier de ces cadrans un nombre d'unités dont le total est égal ou supérieur à 10. C'est le rôle d'une partie de l'appareil appelée mécanisme du report des retenues. Ce mécanisme a été très difficile à réaliser dans des conditions de fonctionnement simple et assuré. Il agit pendant la deuxième partie du tour du cylindre, partie au cours de laquelle les roues dentées se trouvent en regard de la portion lisse de la surface de ce cylindre et ne reçoivent par suite aucun mouvement.

La mise en marche du mécanisme des retenues est provoquée, pour chaque rangée de chiffres, par l'action d'une came placée sous chacun des cadrans mobiles des grandes lucarnes. Lorsque l'intervalle compris entre 9 et 0 passe sous la lucarne, cette came vient rencontrer un levier, qui, par un renvoi de mouvement convenable, met en prise une roue dentée, montée sur l'axe qui commande le cadran suivant, avec une grande dent spéciale qui est elle-même montée sur un canon mobile, sur l'axe du cylindre cannelé conjugué ; cette dent est placée, d'ailleurs, dans la position angulaire qui correspond aux 10/20 de la circonférence de ce cylindre.

La dent est ensuite ramenée à sa place primitive par suite de la forme hélicoïdale de l'extrémité du canon qui la porte, — cette partie hélicoïdale venant dans la suite du mouvement du cylindre, rencontrer un petit buttoir fixe, en forme de plan incliné, qui la repousse.

Le mécanisme est enfin disposé sur des cylindres successifs de telle



Principaux organes de l'arithmomètre.

sorte que les retenues à porter s'inscrivent successivement et non simultanément de droite à gauche, à chaque vingtième de tour que font les cylindres cannelés. On obtient ce résultat par le montage même des cylindres, dont chacun est, dans son mouvement de rotation, en retard d'un vingtième de tour sur le précédent. Grâce à cette disposition, si tous les cadrans sont placés sur le chiffre 9, et que l'on vienne à ajouter au nombre ainsi formé une seule unité, en marquant dans la rainure de droite le nombre 1 et donnant un seul tour de manivelle, on voit successivement apparaître des zéros dans les lucarnes, en allant de droite à gauche.

Cette opération, qui constitue une des épreuves les plus sévères auxquelles puisse être soumise la machine, s'effectue sans qu'il soit nécessaire de développer le moindre effort. Il en eût été autrement, si l'on avait voulu faire marquer toutes les retenues simultanément; c'est là l'écueil qu'avait rencontré Pascal dans la construction de sa machine arithmétique.

Il est maintenant facile de comprendre la marche de la machine dans chaque cas particulier.

Pour l'addition, on écrit le premier nombre dans les rainures, on fait un tour de manivelle, et le nombre se reproduit sur le compteur.

On déplace les boutons des rainures pour écrire le second nombre à additionner; on fait un nouveau tour de manivelle, et ce second nombre se reproduit sur le compteur, en s'ajoutant automatiquement à celui qui y figurait déjà, de sorte que l'on obtient le total des deux nombres inscrits.

On écrit un troisième nombre, on fait encore un tour de manivelle, et l'on a le total des trois.

En même temps, le petit compteur inscrit le nombre de tours de manivelle, c'est-à-dire le nombre même des additions successives effectuées; il rend par conséquent impossible l'omission accidentelle d'un des nombres sur lesquels on opère.

Veut-on la preuve de l'addition ainsi faite, on pousse le levier d'embrayage à la position *soustraction*; on laisse figurer sur la platine le dernier nombre inscrit, et l'on fait un tour de manivelle; on retrouve sur le compteur le total de tous les nombres, moins le dernier

On écrit l'avant-dernier nombre, on fait un tour de manivelle, et l'on retrouve le total de tous les nombres, moins les deux derniers.

En continuant ainsi, on finit par retrouver zéro partout sur le compteur, quand on a retranché successivement du total tous les nombres sur lesquels porte l'opération.

On voit que, dans une addition très longue, si l'on a eu soin de noter, sur la petite tablette de verre dépoli que porte la platine de la machine, les totaux successifs obtenus, par exemple, au bout de chaque dizaine d'additions, on devra retrouver ces mêmes nombres successivement, quand on aura fait tourner dix fois, vingt fois, la manivelle dans l'opération inverse de la preuve. On délimitera ainsi les intervalles dans lesquels il pourrait s'être glissé des fautes résultant d'omissions ou d'erreurs d'écriture (les seules à craindre, car la machine est elle-même infaillible).

Ce qui vient d'être dit de la preuve de l'addition indique comment l'appareil effectue les soustractions.

Toutefois, ce n'est pas dans le cas d'additions et de soustractions que l'arithmomètre présente le plus d'avantages. Pour les grandes additions, il va à peine aussi vite qu'un calculateur habile, tout en conservant cependant sur le calcul fait de tête l'important avantage d'éviter la fatigue mentale.

Mais, pour les multiplications, sa supériorité devient considérable à tous les points de vue.

Pour multiplier un nombre, comportant jusqu'à huit et même dix chiffres, suivant le modèle de machine employé, par un nombre d'un seul chiffre, il suffit d'écrire le multiplicande sur la platine à l'aide des boutons mobiles, puis de tourner rapidement la manivelle, en comptant mentalement le nombre des tours.

Lorsqu'on a fait un nombre de tours égal à celui des unités contenues dans le chiffre multiplicateur, le produit exact se trouve inscrit dans les lucarnes du grand compteur. En même temps, dans les lucarnes du petit compteur, on trouve enregistré le nombre de tours qu'a faits la manivelle, et l'on est ainsi prévenu dans le cas où l'on aurait fait exécuter à cette manivelle un nombre de tours trop grand ou trop petit.

Pour multiplier le même nombre par un nombre composé de plusieurs chiffres, on pourrait évidemment tourner la manivelle autant de fois qu'il y a d'unités dans le multiplicateur ; mais l'opération deviendrait fort longue et rapidement impraticable dans la plupart des cas. En mettant, au contraire, à profit la faculté de déplacement de la platine du compteur, on peut considérablement abréger l'opération, en suivant la marche même des calculs faits à la plume.

Veut-on, par exemple, multiplier un nombre par 325 ? Après avoir inscrit le multiplicande sur la platine, on tourne cinq fois la manivelle. Puis, à l'aide de la main gauche, placée sur le bouton de la platine du compteur, on fait avancer cette platine d'un cran vers la droite, en la soulevant légèrement et la laissant tomber dans la première des encoches préparées à cet effet : on assure ainsi la multiplication par 10 des nombres que la machine enregistrera ultérieurement ; de la main droite, qui n'a pas bougé, on tourne la manivelle deux fois, et l'on a déjà le produit par 25 ; de la main gauche, on fait avancer d'un nouveau cran la platine du compteur, ce qui multiplie par 100 les produits qui vont être écrits ; on tourne enfin trois fois la manivelle et l'on a ainsi le produit par 325 ; en même temps, ce nombre 325 se trouve inscrit dans les lucarnes du petit compteur.

La division se fait, comme dans le calcul ordinaire, par une marche inverse de celle suivie pour la multiplication.

Le bouton d'embrayage étant poussé à la position convenable, le dividende est écrit à l'aide des cadrans du grand compteur et sur la gauche de la platine ; on écrit le diviseur à l'aide des boutons des rainures, et l'on amène le dividende en regard du diviseur en déplaçant la platine du compteur, de façon que le premier chiffre du dividende soit directement au-dessus du premier chiffre du diviseur. On tourne alors la manivelle.

A chaque tour, on voit le dividende se fondre pour ainsi dire, chacun des tours de la manivelle ayant pour effet de retrancher une fois le diviseur du nombre formé par les chiffres du dividende écrits au-dessus de lui.

On arrête le mouvement de la manivelle quand le nombre qui reste au-dessus du diviseur ne le contient plus ; le nombre de tours, enregistrés par le petit compteur, donne alors le premier chiffre du quotient.

On déplace la platine d'un rang vers la gauche pour prendre un nouveau dividende supérieur au diviseur, et l'on tourne de nouveau la manivelle pour obtenir, de la même façon, le second chiffre du quotient.

En continuant ainsi jusqu'à la droite du dividende, on obtient le quotient complet à une unité près, et le reste se trouve inscrit dans les lucarnes du grand compteur.

Et, maintenant, veut-on se rendre compte par un exemple de la

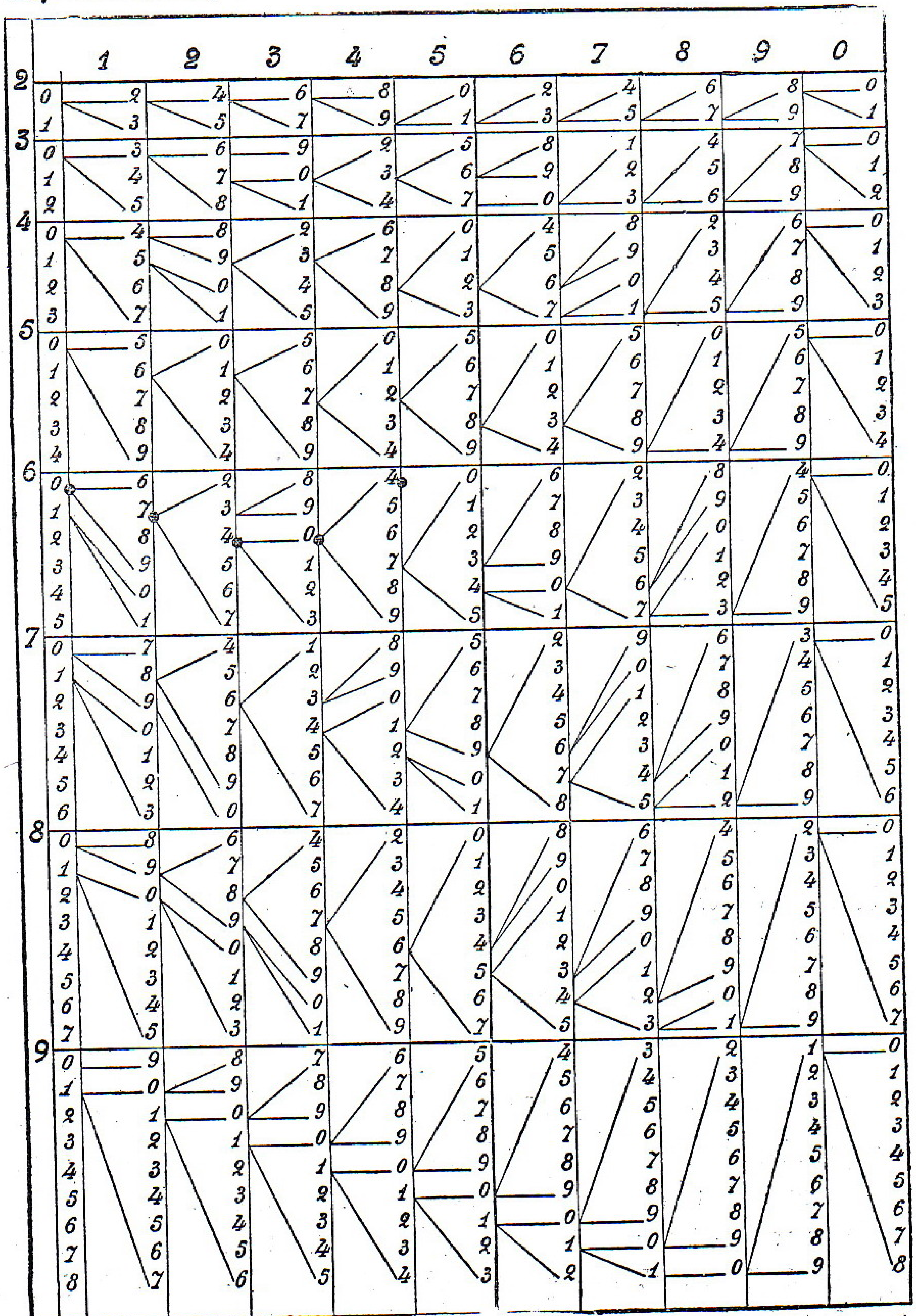


Table de Genaille.

rapidité avec laquelle calcule la machine ? Il suffira de mentionner que le produit du nombre 99.999.999 (formé de huit 9) par lui-même, ce qui est la multiplication la plus longue et la plus laborieuse que l'on puisse demander à la machine de huit chiffres, s'obtient en 24 secondes; avec la machine de dix chiffres, on obtient en 28 secondes le produit de la multiplication d'un nombre composé de dix 9 par lui-même. La table de multiplication imprimée par Didot en l'an VII, par ordre du ministère de la marine aurait été dictée avec l'appareil Thomas beaucoup plus vite qu'on aurait pu l'écrire. Du reste, c'est bien moins dans les cas d'opérations simples et isolées que l'arithmomètre présente de grands avantages, que dans les cas d'opérations complexes comme en exigent la plupart des formules algébriques. Pour ces opérations complexes, la machine n'exige pas l'inscription successive des résultats partiels, qui sont directement transformés les uns dans les autres sans qu'il soit nécessaire d'en prendre note ; en outre, pour les calculs relatifs aux constructions, aux cubages et aux devis estimatifs, elle a sur tout autre procédé une supériorité qui résulte de ce qu'elle effectue d'un seul coup la multiplication et l'addition.

Le seul défaut de l'arithmomètre, c'est qu'il coûte un peu cher. A quiconque aurait besoin de calculer vite et ne voudrait pas dépenser une somme relativement élevée, on peut recommander l'emploi de la *table de Genaille;* cette table simplifie beaucoup les opérations et le prix en est minime.

La table de Genaille contient douze colonnes verticales : deux très étroites à gauche, et, à la suite, dix plus larges, portant en tête les chiffres 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 0. Ces colonnes sont divisées en cases rectangulaires.

Considérons une de ces colonnes, — celle, par exemple, qui porte en tête le nº 6. La première case, en commençant par le haut, renferme les premiers chiffres 2 et 3 des produits 2×6 et $2 \times 6 + 1$; la deuxième case renferme les premiers chiffres 8, 9 et 0 des produits 3×6, $3 \times 6 + 1$ et $3 \times 6 + 2$; la troisième case renferme les premiers chiffres 4, 5, 6 et 7 des produits 4×6, $4 \times 6 + 1$, $4 \times 6 + 2$, $4 \times 6 + 3$; et ainsi de suite.

Supposons maintenant que toutes les colonnes verticales soient découpées et que l'on ait plusieurs échantillons identiques de ces colonnes; et proposons-nous de multiplier un nombre de plusieurs chiffres par un nombre d'un seul chiffre, par exemple 1.234 par 6. Nous prendrons quatre colonnes choisies de telle manière que leurs en-têtes fassent 1,234, nous les placerons de telle sorte que les en-têtes soient sur une même horizontale, et nous y accolerons à gauche les deux petites colonnes. Dans la première, nous chercherons le multiplicateur, ce qui nous indique que le produit se trouve inscrit dans les cases portant le numéro d'ordre 6, et voici comment : le chiffre des unités 4 du produit est le premier chiffre de la 6e case de la colonne intitulée 4 ; le chiffre suivant s'obtient en passant au sommet de l'angle tracé dans cette case et dans la colonne intitulée 3 ; de là, on passe au sommet de l'angle qui contient le chiffre, et ainsi de suite, de sorte que le produit est formé des chiffres à côté desquels on a mis un gros point sur le tableau.

M. Genaille a fait fabriquer des colonnes découpées, mais il semble plus simple de se servir de la table non découpée et de transporter par la pensée les colonnes les unes près des autres. Cette table ne donne que les produits par un seul chiffre, mais elle est d'un usage très commode.