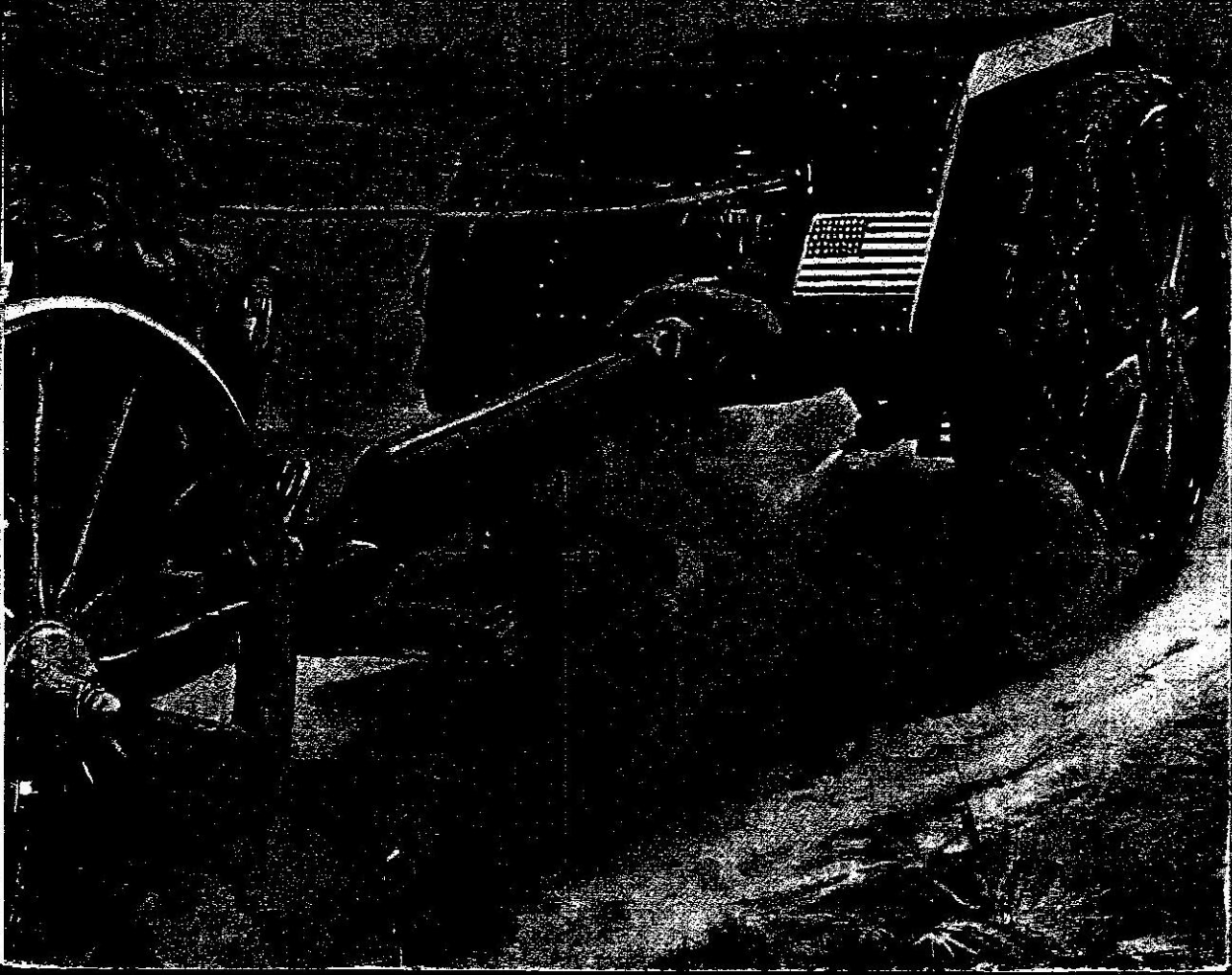


N° 34. Sept. 1917.

17^e Numéro spécial : 1^{er} 75

LA
SCIENCE
ET LA VIE



La puissance des explosifs.	Hudson Maxim.. . . .	195
Les vapeurs volcaniques au service de l'industrie moderne	Ugo Funaloli	205
La télégraphie pneumatique	Lucien Fournier	215
Le travail industriel simplifié grâce au cinématographe et au chronomètre	Frédéric Balestat.. . . .	231
L'alimentation des automobiles en essence	Pierre Meilleraie	241
Les ressources de la France en houille blanche.	Etienne Mauras.	245
Le contrôle efficace de la résistance des planchers	<small>Ingenieur civil des Mines.</small>	
Comment la " Christian Science " doit être comprise et appliquée.	Clément Ragot.. . . .	255
Le problème de l'atterrissage des aéroplanes	Dr Philipon.. . . .	261
Des batailles gigantesques sont engagées sur le front occidental	Jean Fontanges	265
Tout d'abord victorieux, les Russes et les Roumains sont contraints de se replier		277
Les préparatifs américains se poursuivent fiévreusement		283
Les principaux épisodes de la guerre navale		287
Les champs de bataille de l'air		289
Le zinc, métal de guerre	Frédéric de Lestrac	293
Le Rhin et le Danube, les deux grandes voies fluviales de l'Europe.		295
L'utilisation des poussières et des menus fragments de charbon.	Charles Lordier.	307
La réfection des gros canons usés par le tir	Charles Raynouard	319
Les fusils altiscopiques.	<small>Ing. des Arts et Manufactures.</small>	
Les machines à calculer et leur utilisation pratique	Jacques Hubermann	329
Un nouveau progrès en chirurgie : la radiostéréoscopie	<small>Anc. chef d'escadron d'artillerie.</small>	
La nouvelle fabrication des chaînes pour la marine.	Robert Vernier.. . . .	343
Les à-côtés de la Science (Inventions, découvertes et curiosités).. . . .	Jacques Boyer.. . . .	345
Chronologie des faits de guerre sur tous les fronts	Dr Mellebot.. . . .	357
	Georges Barenton.. . . .	361
	V. Rubor.	369
		379

HORS TEXTE : Grande carte en couleurs de l'Est de la France et de l'Alsace.

LES MACHINES A CALCULER ET LEUR UTILISATION PRATIQUE

Par Jacques BOYER

LE commerçant comme l'ingénieur, l'industriel aussi bien que le savant ou le financier, ont souvent à effectuer de longs et pénibles calculs. Aussi, dès l'origine de la civilisation, l'humanité chercha, sinon à s'affranchir de cette obligation, du moins à la rendre moins pesante, et, au cours des siècles, d'ingénieux inventeurs trouvèrent les moyens de simplifier les opérations. En particulier, ils créèrent des machines dont les merveilleux organes effectuèrent automatiquement à leur place additions et soustractions, multiplications ou divisions, dont les leviers et les roues surent jongler sans effort avec les chiffres de plusieurs millions.

Les plus simples de ces appareils sont les *abaques*, inventés dès la plus haute antiquité chez les Grecs et les Romains ; ils se composaient simplement d'une table divisée en plusieurs colonnes parallèles, dont la première indiquait les unités et les suivantes les dizaines, les centaines, les mille, etc. Grâce à des cailloux mis sur ces colonnes, les calculs s'effectuaient aisément. Puis, petit à petit, les abaques se perfectionnèrent ; on remplaça les pierres par des boutons qui glissaient dans une rainure ou sur des tiges. Ce furent les *bouliers* connus en Chine depuis un temps immémorial sous le nom de « souan-pan » et dont les Célestes se servent encore. Les Russes les emploient aussi fréquemment et les appellent « stchoty ».

On rencontre aujourd'hui dans nos écoles primaires des *bouliers-compteurs* qui ressemblent beaucoup aux précédents et permettent aux enfants d'apprendre aisément les principes élémentaires de la numération.

Mais avec les bouliers, on doit effectuer

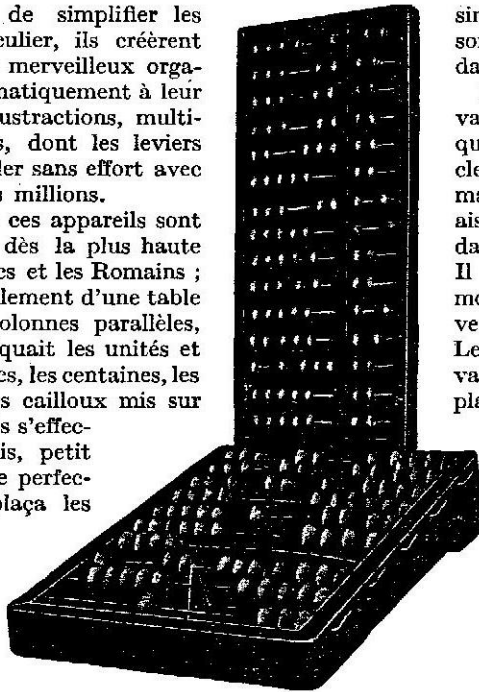
manuellement les opérations arithmétiques sans le secours d'engrenages ou de ressorts, sans le moindre mécanisme. Il fallut tout le génie de Pascal pour entrevoir la possibilité de les exécuter par le moyen de mouvements mécaniques (1642). Le génial savant avait alors dix-neuf ans, et il inventa cette machine dans le but de simplifier les comptes de son père, comme surintendant de Normandie.

Etant donné le peu d'avancement de la mécanique pratique au XVII^e siècle, la réalisation de cette machine était chose peu aisée et entraîna Pascal dans d'énormes dépenses. Il en fabriqua plusieurs modèles avant d'en trouver un qui fonctionnât bien. Les photos de la page suivante représentent l'exemplaire du Conservatoire des

Arts et Métiers. A l'intérieur du couvercle se lit l'inscription ci-après : « *Esto probati instrumenti symbolum hoc. Blasius Pascal arvernus inventor. 20 may 1652.* » dont voici la traduction : « Que cette signature soit le signe d'un instrument éprouvé. Blaise Pascal, auvergnat inventeur, 20 mai 1652. »

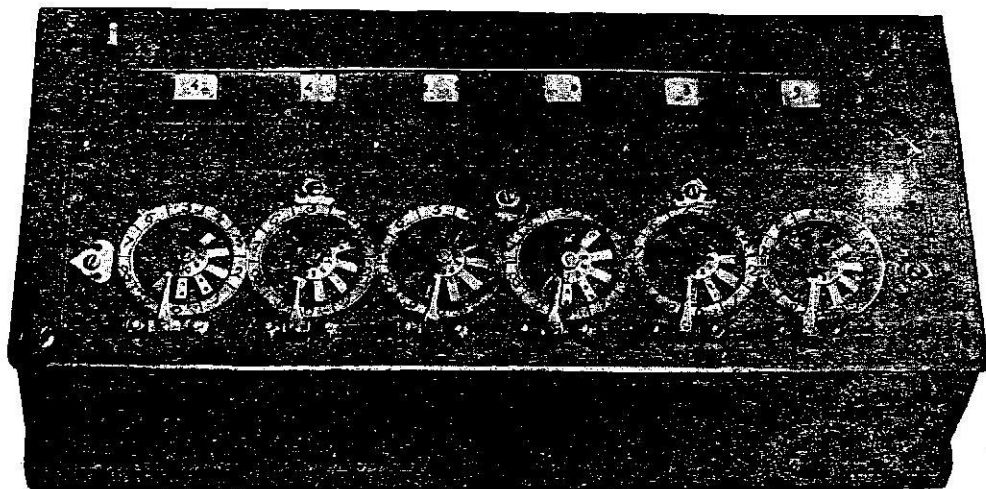
Comme on le voit par nos gravures, la machine du célèbre penseur ressemble à

un coffret dont le dessus est percé de lucarnes où apparaissent les chiffres de l'opération. Le long de cette série d'ouvertures se trouvent placées des roues, grâce auxquelles on peut inscrire les chiffres des divers nombres à totaliser. En outre, ainsi que nous allons



BOULIERS RUSSES ET CHINOIS

Le « boulier », connu en Chine depuis un temps immémorial, se compose d'un cadre traversé par dix tringles, sur lesquelles dix boules glissent librement. Les combinaisons de ces boules permettent d'exécuter les quatre opérations arithmétiques.



MACHINE ARITHMÉTIQUE INVENTÉE AU XVII^e SIÈCLE PAR PASCAL

Cette machine ressemble à un coffret dont le dessus est percé de lucarnes où apparaissent les chiffres de l'opération. Le long de cette série d'ouvertures se trouvent placées des roues, grâce auxquelles on peut inscrire les chiffres des nombres à totaliser. Un dispositif spécial permet également les soustractions.

le voir tout à l'heure, un dispositif spécial permet aussi d'effectuer les soustractions.

Successivement perfectionnée et simplifiée par Samuel Morland, Poleni, Lépine, Hillerin de Boistissandeau et autres, la conception primitive de Pascal fut surtout rendue pratique par le D^r Roth. Mais avant d'aller plus loin, et afin de faciliter l'intelligence de la suite, constatons que toute machine arithmétique comprend quatre organes essentiels correspondant aux quatre règles du calcul : le *générateur*, le *reproducteur*, le *renverseur* et l'*effaceur*. Dans le totaliseur de Pascal, comme dans l'appareil de Roth, le *générateur*, évidemment des plus rudimentaires, est constitué par un crayon ou une simple tige métallique que l'on tient à la main.

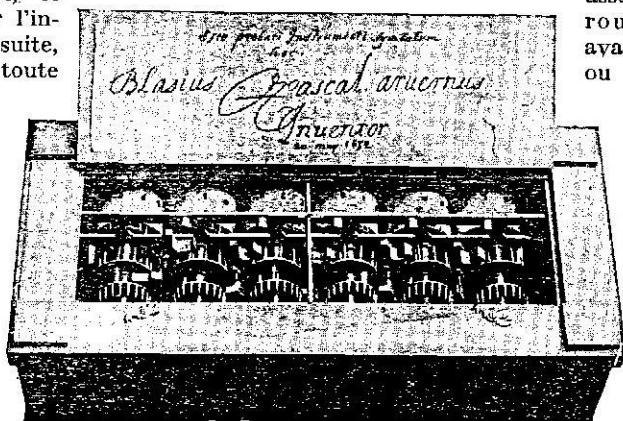
Le *reproducteur* se compose de roues ou de cylindres à 10 ou 20 dents ou cannelures et montés sur des axes parallèles. La pre-

mière roue à droite représente les unités, la seconde les dizaines, la troisième les centaines, etc. Chacune d'elles porte une ou deux fois les chiffres de 0 à 9 et se trouve placée derrière une tablette garnie d'une fenêtre à travers laquelle on n'aperçoit qu'un seul chiffre. Grâce à un mécanisme

assez compliqué, une roue quelconque avance d'une division ou d'une dent lorsqu'on fait progresser la roue à sa droite de 10 divisions à partir de 0. On rencontre des dispositions pareilles dans les compteurs à eau, à gaz, dans ceux que l'on voit, par exemple, sur le bord des billards et qui servent aux joueurs pour marquer leurs

carambolages, dans les *taximètres*, *taxamètres* ou *taxamètres* que portent les voitures et les automobiles de Paris, ou d'ailleurs, et qui indiquent au voyageur le prix à payer.

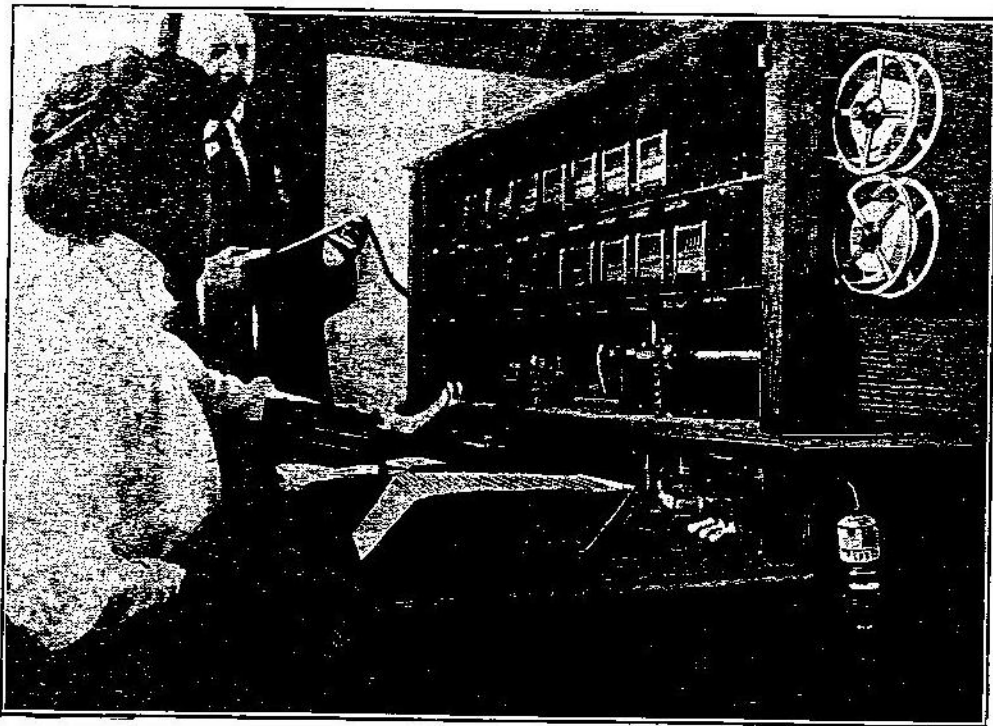
Passons maintenant au troisième organe des machines arithmétiques, le *renverseur*.



VUE DU MÉCANISME INTÉRIEUR DE LA MACHINE À CALCULER DE BLAISE PASCAL

qui transforme l'addition en soustraction et la multiplication en division. Dans l'appareil de Pascal, chacun des cylindres chiffrés, qu'un engrenage à angle droit relie à la roue correspondante apparente sur la face supérieure de la boîte, porte deux graduations en sens opposés sur deux cercles parallèles, de manière que la somme des chiffres des deux graduations soit toujours égale à 9. Ainsi l'adjonction de 5 unités d'un ordre quel-

ques. Il réalisa une machine qui figurait à l'Exposition de Londres (1851) et que modifièrent par la suite divers inventeurs américains : Felt et Tarraut, Burroughs et autres. Au fur et à mesure de l'enregistrement ces appareils inscrivent les nombres et fournissent également au bas de la colonne le total tout imprimé. D'ailleurs, comme la combinaison d'additionneurs imprimant à touches avec les enclenchements, se prête aux besoins



MACHINE A COMPTER HOLLERITH EMPLOYÉE PAR LE « CENSUS » AMÉRICAIN

Elle se compose d'un plateau fixe et d'un plateau mobile. Le plateau fixe porte autant de trous qu'il y a de compartiments dans la carte. Sous le plateau et correspondant à l'axe de chacun de ses orifices, se trouve un tube vertical à moitié rempli de mercure; des circuits électriques mettent tous ces tubes en relation avec un nombre égal de compteurs distribués sur un tableau, devant l'opératrice.

conque sur l'une des échelles numérotées donne une soustraction de 5 unités sur l'autre. Enfin, le quatrième organe, nommé *effaceur*, ramène tous les chiffres à zéro. Il joue un rôle identique à celui de la gomme ou du grattoir sur le cahier de calcul de l'écolier.

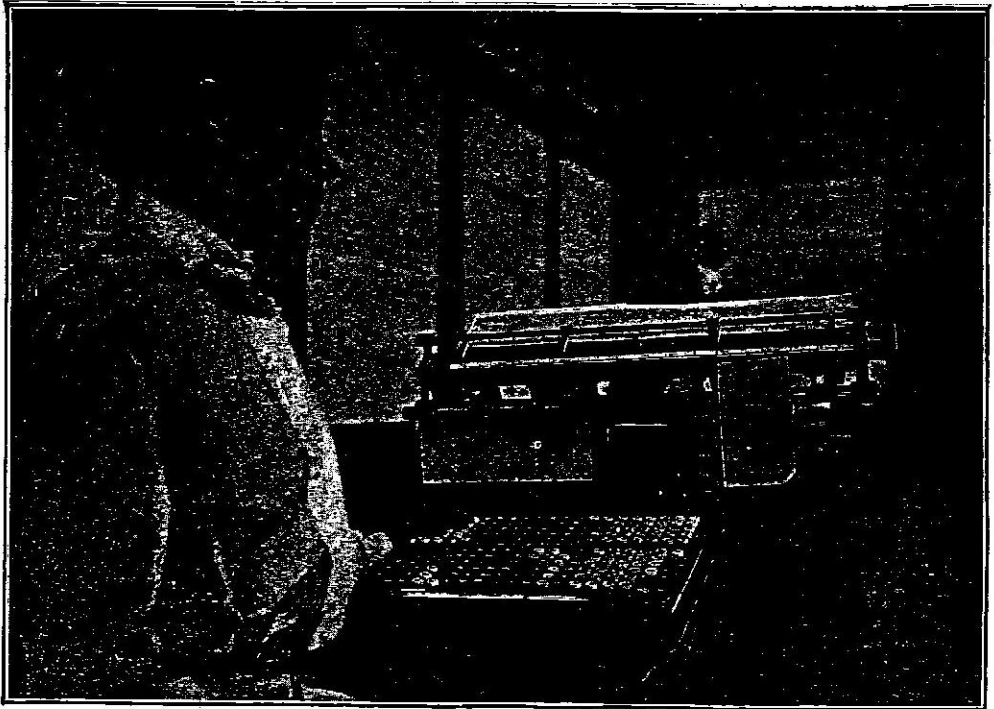
La machine de Pascal et toutes ses dérivées possèdent les trois derniers organes, mais le générateur leur manque. Avec elles, on inscrit les nombres, chiffres par chiffres, au moyen de rotations convenables des roues. Aussi, dès 1851, Schilt eut-il l'idée de simplifier cette manœuvre par l'emploi de tou-

de la comptabilité commerciale, elle donna naissance à ces *caisses enregistreuses*, dont l'usage se généralise de plus en plus dans les magasins. La plupart de ces machines se construisent dans les ateliers des frères Patterson, à Dayton (Ohio), ateliers qui occupaient 4.000 ouvriers avant la guerre.

Signalons encore une autre caisse enregistreuse, la *Controle Fram*, très répandue en France dans le commerce de l'alimentation. Elle enregistre depuis 1 centime jusqu'à 999 fr. 99, et totalise jusqu'à 99.999 fr. 99. Les chiffres s'alignent sous les

doigts de l'opérateur, et on peut les corriger avant l'enregistrement sans recourir à un organe spécial. Quand l'employé, après avoir inscrit la somme, tourne la manivelle, le chiffre s'imprime sur une bande de papier avec certaines indications propres à faciliter le contrôle (nature des marchandises, numéro du vendeur, etc.) et à établir, chaque jour, le relevé exact des opérations effectuées. Par exemple, les recettes s'imprimant

ment s'effectue également avec des enregistreurs et autres appareils à simplifier le dépouillement. Jusqu'à ces dernières années, ces opérations n'offraient rien de bien particulier, sinon leur extrême lenteur. Une fois les bulletins arrivés au service compétent, une armée d'employés s'en emparait, passait des mois, voire des années, à lire, à classer et à pointer ces monceaux de papier : travail pénible qui exigeait un temps énorme,



NOUVELLE MACHINE A PERFORER DU SYSTÈME POWERS

En principe, c'est une machine à écrire de 240 touches. La dactylographe, après avoir enregistré les indications, appuie sur une barre qui met en marche un moteur électrique et, immédiatement, les trous se trouvent perforés.

ment à gauche, dans une colonne de débit ; dans celle de droite se lisent les ventes à crédit, les dépenses, les rendus, etc. En outre, l'acheteur reçoit un ticket portant un numéro d'ordre, la date, la somme et la nature de ses achats, tandis qu'un talon contenant des indications absolument identiques à celles du ticket reste pour la caisse. Enfin, un timbre ou une sonnerie retentit chaque fois que la caisse fonctionne et avertit le patron que son employé vient d'enregistrer soit une recette, soit une dépense, une vente à crédit ou un rendu.

Dans les divers pays du monde, le recense-

et, par suite, une forte dépense. Et cependant, l'Américain Hollerith avait imaginé, depuis longtemps déjà, une ingénieuse machine destinée à simplifier les monotones travaux des statisticiens du Census de Washington. Notre pays suivit, mais beaucoup plus tard, l'exemple des Etats-Unis.

A l'imitation du système Jacquart, Hollerith eut l'idée de traduire dans un langage conventionnel toutes les données statistiques, puis de les reporter sur une fiche en perforant les cases correspondantes. Une fois ces bulletins ainsi préparés, la machine s'en empare. Celle-ci se compose d'un pla-

posés sur le devant de chaque machine. Les totaux de la tablette chiffrée s'impriment alors sur le papier. Pour remettre au zéro le classicompteur, il suffit de tourner la manivelle placée en arrière de la manette. D'autre part, un ingénieux dispositif permet de vérifier le travail exécuté. Pour cela, en même temps que le compteur s'avance d'un cran, une aiguille correspondant à chaque inscription, perce une feuille de papier. Après un dépouillement, on met le papier troué sur un châssis et il passe devant une réglette divisée qui porte des inscriptions concordant aux renseignements des fiches. On lit une ligne de trous comme des signaux Morse et la traduction doit être conforme au bulletin. Ces vérifications subissent elles-mêmes un second contrôle par épreuves, afin de réduire au minimum les chances d'erreurs. Grâce aux classicompteurs, les opératrices du recensement

ARITHMOMÈTRE
DE THOMAS,
DE COLMAR
(1820)



Un certain nombre d'établissements financiers emploient cet instrument, qui se compose d'une plaque métallique horizontale fixe sur laquelle on peut inscrire le multiplicande ou le diviseur, grâce à des boutons poussés dans des rainures.

parviennent à dépouiller par heure environ 1.500 bulletins renfermant une moyenne de 9.000 indications. Comme on le voit, ce classement mécanique est très rapide, et, partant, extrêmement économique.

Le système de M. James Powers, mécanicien expert du Census des Etats-Unis, diffère notablement de ceux d'Hollerith et de March. D'abord, la perforation ne s'exécute plus à la main, mais au moyen de l'électricité. La nouvelle machine à perforer ressemble, *grosso modo*, à une machine à écrire de 240 touches. L'opérateur, au lieu d'exécuter un trou à chaque fois, peut presser autant de touches qu'il est nécessaire. Une fois toutes les indications enregistrées au moyen de ces dernières, il appuie sur une barre, analogue à la traverse d'espacement des lignes dans une

machine à écrire, et qui met en marche un moteur électrique. Immédiatement les trous se trouvent perforés sans le moindre effort de la part de l'opérateur. Aussi, tandis que l'ancien appareil du Census américain pouvait seulement perforer 900 bulletins par jour, la nouvelle machine en transperce exactement 4.000 dans le même temps.

Une fois les bulletins perforés, ils passent dans les nouvelles machines à additionner. Comme dans le système Hollerith, le travail est fait par une presse dont le plateau inférieur fixe porte autant de godets qu'il y a de trous possibles dans la carte perforée. Une goutte de mercure git au fond de ces récipients, qui communique chacun avec une petite pile.

D'autre part, dans le plateau supérieur sont implantées un nombre égal d'aiguilles montées sur un petit ressort à boudin. Quand on introduit la carte dans la presse et qu'on abaisse le plateau supérieur, partout où il n'y a pas de trou percé, l'aiguille correspondante du plateau supérieur est arrêtée, mais lorsqu'elle se trouve au niveau d'un orifice, elle y pénètre, vient baigner dans la goutte de mercure et ils'établit un courant

qui actionne l'aiguille d'un cadran compteur portant les diverses indications statistiques. Un système de numérotage et d'impression automatique est en relation avec chaque cadran, et quand un employé désire lire les chiffres qui y sont portés, il lui suffit de presser sur un bouton pour qu'ils se trouvent imprimés sur un ticket où il peut alors les voir et juger de leur exactitude.

Les cadrans se replacent automatiquement, tandis que dans les anciennes machines employées pour le précédent recensement américain, l'employé lisait les indications du cadran, les enregistrait à la main et remplaçait l'aiguille de même, d'où chance d'erreurs et pertes de temps. Enfin, le travail journalier des anciennes machines se chiffrait par 18.000 cartes, tandis qu'avec

les appareils perfectionnés dus à M. Powers, on peut en dépouiller quotidiennement 28.000 environ. (Photos pages 348 et 349).

Mais revenons à la conception de Pascal, qui revêtit, comme nous l'avancions plus haut, une forme mécanique beaucoup plus satisfaisante dans la *machine Roth* (1847). Cet additionneur, de dimensions restreintes, repose sur le même principe, mais son mécanisme réduit l'effort à dépenser. La chiffraison s'inscrit le long d'un cercle décrit sur un disque, qu'une pointe introduite entre les dents fixées à sa

tranche permet de faire tourner directement. La graduation de sens contraire relative à la soustraction est marquée en rouge sur un cercle concentrique au premier et chacun des chiffres vient apparaître à une lucarne distincte. En outre, les appareils de retenue, au lieu de fonctionner simultanément, marchent isolément à un très court intervalle, en sorte que la force à dépen-

ser est bien moins intense. Enfin, la mise au zéro s'opère facilement. On tire un bouton, immédiatement le chiffre 9 apparaît à toutes les fenêtres de la graduation additive. Il suffit alors d'ajouter une unité ou, en d'autres termes, de faire avancer avec une pointe la première roue de droite d'une dent pour remplacer les 9 par des zéros.

Mais la gloire d'avoir construit la première machine capable d'exécuter rapidement les quatre opérations fondamentales de l'arithmétique revient à Thomas, de Colmar, directeur de la compagnie d'assurance « Le Soleil », car l'appareil inventé par Leibnitz et qu'on conserve à la Bibliothèque Royale de Hanovre n'est guère qu'une curiosité scientifique, une pièce de musée.

Réalisé en 1820, l'*arithmomètre Thomas* fut successivement perfectionné par le fils de l'inventeur, Thomas de Bojano et son constructeur, Payen. Depuis trois quarts de siècle, un grand nombre d'établissements

financiers emploient cet instrument, qui se compose d'une plaque métallique horizontale fixe, sur laquelle on peut inscrire le multiplicande et le diviseur, grâce à des boutons poussés dans des rainures et d'une platine mobile sur laquelle une manivelle permet de faire apparaître le produit ou le dividende et le multiplicateur ou le quotient. Soit, par exemple, à multiplier par 25 le nombre figurant sur la lame fixe : l'opérateur donne 5 tours de manivelle, fait avancer d'un cran la plaque mobile, puis tourne

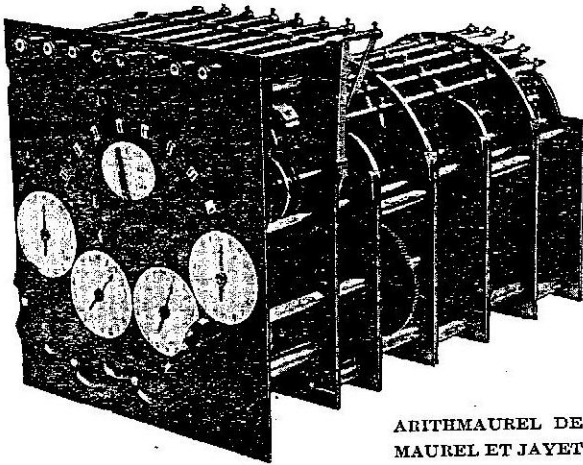
encore deux fois la manivelle, et il n'a plus qu'à lire le produit dans les lucarnes. En ramenant en arrière un petit levier, la manivelle continuant toujours à tourner dans le même sens, la machine fonctionne pour la soustraction ou la division.

Rien qu'en France, l'*arithmomètre Thomas* s'emploie actuellement dans nombre d'établissements financiers, commerciaux ou autres.

De leur côté,

Maurel et Jayet, reprenant l'idée de Thomas, inventèrent l'*arithmaurel*, qui fonctionnait avec une prodigieuse rapidité. Sur cette machine, le multiplicande s'inscrit à l'aide de languettes plus ou moins tirées et le multiplicateur, au moyen d'aiguilles, mobiles sur des cadrans numérotés. Aussitôt ces manœuvres faites, le produit apparaît tout formé aux fenêtres.

L'illustre savant russe Tchebychef résolut un problème plus complexe. Il se proposa d'obtenir une machine à mouvements continus, uniformes au lieu de la marche saccadée et discontinue de l'*arithmomètre Thomas*. Effectivement, pendant un tour de manivelle, chaque pignon de celui-ci tourne inégalement, s'arrête pendant que d'autres se mettent en marche. Avec l'appareil *Tchebychef*, quand on veut faire une multiplication, on inscrit le multiplicande et le multiplicateur à l'aide de boutons, puis on tourne la manivelle jusqu'à ce qu'elles s'arrête.

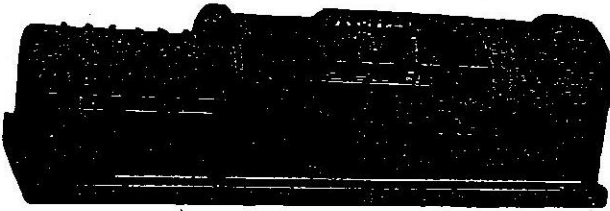


ARITHMAUREL DE
MAUREL ET JAYET

Sur cette machine, le multiplicande s'inscrit à l'aide de languettes plus ou moins tirées et le multiplicateur en se servant d'aiguilles, mobiles sur des cadrans numérotés. Aussitôt ces manœuvres faites, le produit apparaît aux petites fenêtres que l'on voit au-dessus des cadrans.

Les boutons du multiplicateur reviennent alors automatiquement à zéro, et on n'a qu'à lire dans les lucarnes ménagées dans l'appareil les chiffres du produit.

Mais les multiplications et les divisions



APPAREIL DU MATHÉMATICIEN RUSSE TCHEBYCHEF

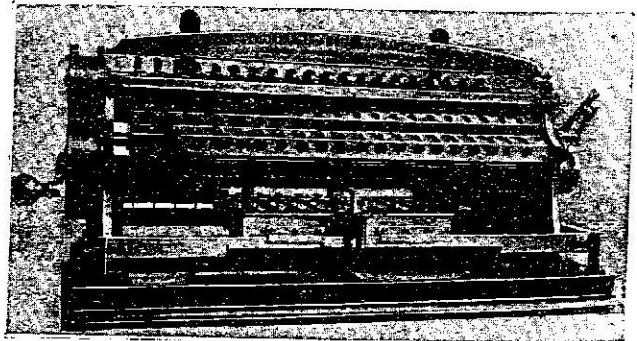
Cette machine à mouvements continus uniformes constituait un progrès sur l'arithmomètre Thomas, à marche extrêmement saccadée et discontinuë.

qu'exécutent les machines précédentes sont des additions ou des soustractions répétées. La machine inventée par Léon Bollée (1889) applique la table de Pythagore. Prenons un exemple. Soit à multiplier 456,78 par 98,7. Dans les machine ci-dessus, il fallait d'abord additionner 7 fois le nombre 456,78, puis, après avoir amené l'index aux unités, recommencer 8 fois l'addition ; enfin, pour les dizaines, répéter 9 fois le même mouvement : au total 24 opérations. Tandis qu'avec la machine Bollée, on exécute le même calcul en trois fois, soit environ une économie moyenne de temps de 80 %. On procède, en effet, par multiplications directes. Ici, le multiplicande s'inscrit, comme dans les arithmomètres, à l'aide de boutons mobiles dans les rainures. Les chiffres du multiplicateur se marquent au moyen d'un manipulateur mobile sur un cadran analogue à celui d'un appareil télégraphique. Reprenons l'exemple ci-dessus. Au moyen des boutons du calculateur, sorte de caisse métallique portant sur sa face supérieure dix rainures avec crans d'arrêt numérotés de 0 à 9 et pouvant glisser le long des règles, on forme le nombre 456,78 en poussant le curseur en face du chiffre 6 des unités ; puis, grâce à la manivelle, on écrit le multiplicateur en l'arrêtant successivement dans les crans 9, 8, 7. Après chaque arrêt, on donne un tour de la manivelle de gauche ; le produit vient s'inscrire sur les cadrans supérieurs

en même temps que 987 apparaît dans les rainures inférieures. On glisse alors un ruban sur lequel on peut lire le résultat divisé en tranches de trois chiffres. On passe très aisément de la multiplication à la division par le jeu d'un simple levier.

La conception théorique de Bollée fut réalisée mécaniquement, de façon différente, par le *Millionnaire de Steiger* (1892), mais nous ne saurions y insister et nous passerons aux machines encore plus savantes, capables de calculer automatiquement les tables d'intérêts ou d'annuités, c'est-à-dire qui donnent les termes successifs des progressions arithmétiques des différents ordres. L'Anglais Ch. Babbage, encouragé par son gouvernement, livra le premier calculateur universel de ce genre fonctionnant de manière pratique. Mais ce n'était là qu'une ébauche pour le profond mathématicien. Il conçut un plan beaucoup plus vaste qu'il ne put achever, d'ailleurs, avant de mourir. Il voulait construire une machine capable de faire toutes les opérations arithmétiques sur n'importe quels nombres, même les plus élevés, et d'en fournir les résultats imprimés avec les signes algébriques de la suite des opérations.

Cet arsenal mathématique de Babbage devait se composer de trois parties différentes : un magasin dans lequel les nombres



MACHINE A CALCULER DE LÉON BOLLÉE (1889)

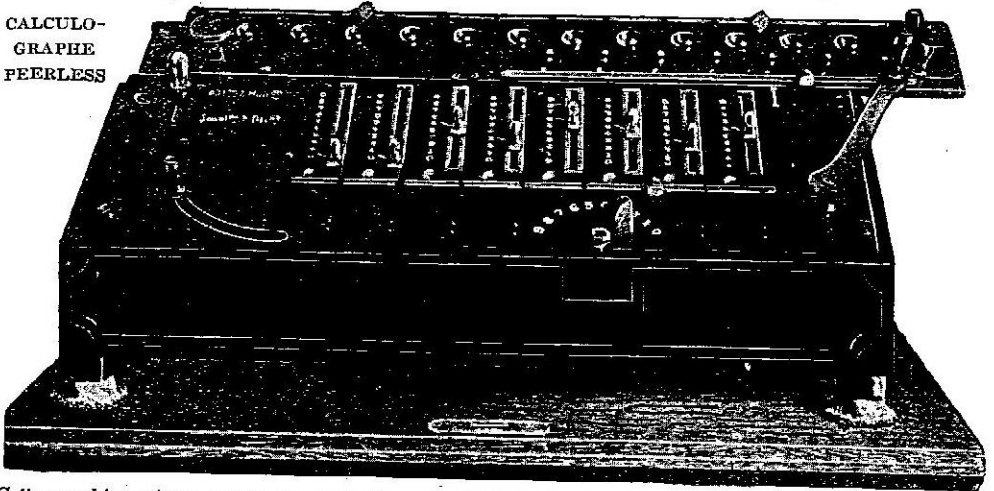
Au lieu d'exécuter des additions et des soustractions répétées, cet ingénieux appareil applique sans erreur possible la table de Pythagore aux calculs mécaniques.

à soumettre au calcul se trouvent inscrits sur des colonnes constituées par des piles de rondelles métalliques chiffrées sur leur pourtour ; un moulin où ces nombres sont transportés mécaniquement sur d'autres

colonnes entre lesquelles s'effectuent les opérations voulues, et un ordonnateur qui commande le jeu de la machine en vue des dites opérations et varie par conséquent avec elles. Ce dernier organe se trouve réalisé sous forme de plaques ajourées analogues aux cartons qui, dans le métier Jacquart, règlent l'entrelacement des fils et déterminent la composition des dessins. Grâce aux libéralités de la reine Victoria, le génial mathématicien put faire réaliser les milliers de pièces que comportait sa machine, mais il mourut avant d'en avoir achevé le montage.

De son côté, le *Calculographe Peerless*, basé sur les principes de l'arithmomètre et lancé peu de temps avant la guerre, possède quelques avantages. On peut exécuter avec lui les quatre opérations fondamentales, les problèmes d'intérêt ou de géométrie, les racines carrées et cubiques, etc. mais cet appareil convient plus particulièrement pour les multiplications et les divisions. En outre, il est muni d'une disposition de virgules à coulisses, fort ingénieuse, pour les opérations de nombres décimaux. Son maniement est simple, et en moins d'une heure d'appren-

CALCULO-
GRAPHE
PEERLESS



Cette machine résout toutes les opérations de l'arithmétique (addition, soustraction, extraction des racines carrées, etc.). La manivelle placée à droite sert à entraîner les divers rouages.

Deux Suédois, Georges Scheutz et son fils, Edouard, encouragés par leur souverain et par l'Académie des sciences de Stockholm, construisirent une machine quelque peu semblable à la précédente et qui figura avec honneur à l'Exposition universelle de 1855, puis elle fut achetée par un riche Américain, qui l'offrit à l'Observatoire Dudley, d'Albany (Etats-Unis). Ressemblant à un petit piano, on peut obtenir, au moyen de chaque tour de manivelle, les termes successifs de progressions arithmétiques du premier jusqu'au quatrième ordre. En outre, ce merveilleux instrument ne se contente pas d'être un arithméticien consommé, il stéréotype ses calculs ou, en d'autres termes, il imprime les résultats en creux sur des lames de plomb. On en tire ensuite des clichés en relief avec lesquels on peut éditer des tables de logarithmes et de sinus irréprochables. Un autre Suédois, Vibera, simplifia le mécanisme de la machine de Scheutz, dont il réduisit les proportions sans en amoindrir l'utilité.

tissage, tout le monde peut s'en servir. Contrairement à ce qui a lieu avec les autres machines, la manivelle tourne toujours dans le même sens, c'est-à-dire de gauche à droite, ce qui est une grande supériorité, puisque cela supprime une cause bien connue d'erreurs. Lorsque l'on marque les données d'un problème, elles se trouvent reproduites immédiatement et automatiquement dans les lucarnes de contrôle placées au bas du cadran sur lequel on les avait indiquées, ce qui est une vérification infaillible.

La mise à zéro, aussi bien sur le cadran que sur le chariot, est automatique, de sorte qu'on ne saurait oublier aucun chiffre. Sur le cadran marqueur, les boutons n'ont pas besoin d'être glissés un à un : un dispositif fort ingénieux permet de les descendre tous à la fois en un seul mouvement. Enfin, toute erreur est impossible, grâce à un avertisseur à sonnerie, qui joue un rôle très important, surtout pour les divisions.

La plus récente innovation du calculo-

graphe consiste en un secteur qui offre les importants avantages suivants :

Pour chaque opération, on économise du temps, car au lieu de faire un tour de manivelle entier, comme avec les appareils similaires, le mouvement se réduit à un tiers de tour.

De plus, le secteur est combiné avec un système de blocage dans le but d'éviter toute erreur ; par exemple, lorsqu'avec une machine à calculer, on veut multiplier un nombre par 6, il arrive fréquemment que, dans la vitesse, on donne 7 tours au lieu de 6 ; pour rectifier cette erreur on perd bien du temps. Avec le calculographe, si l'on fait une multiplication par 6, il faut mettre le secteur à ce nombre, puis tourner simplement deux fois la manivelle.

Cependant, indépendamment de ces machines fournissant des résultats exacts, il en existe d'autres, suffisantes pour bien des applications pratiques et qui donnent seulement des nombres approchés. Nous distinguerons parmi elles les *règles à calcul*, si répandues dans les usines américaines, anglaises, allemandes, et malheureusement trop peu connues des ingénieurs

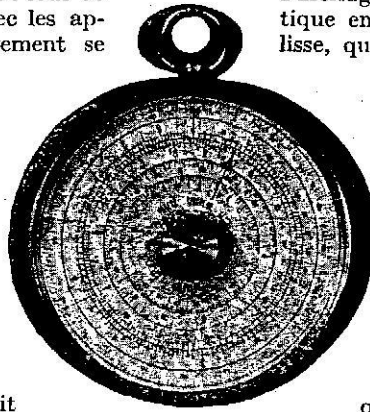
et contremaîtres de France. Cet outil remonte à Neper et n'est, somme toute, que la table de logarithmes mise sur bâtons. Seth

Partridge la rendit encore plus pratique en inventant le modèle à coulisse, qui, perfectionné par les frères Jones, Lenoir et ses successeurs, Tavernier et Gravet, atteint aujourd'hui une remarquable précision. Citons au nombre des types les plus appréciés actuellement : la règle Mannheim à échelles repliées et à curseur, la règle pourvue d'une loupe, construite sur les indications de Lallemand pour la commission du cadastre, et la règle Beghin,

que des dispositions particulières rendent capable d'effectuer, par un unique déplacement de réglette, le produit de trois facteurs ou le quotient d'un nombre par le produit de deux autres.

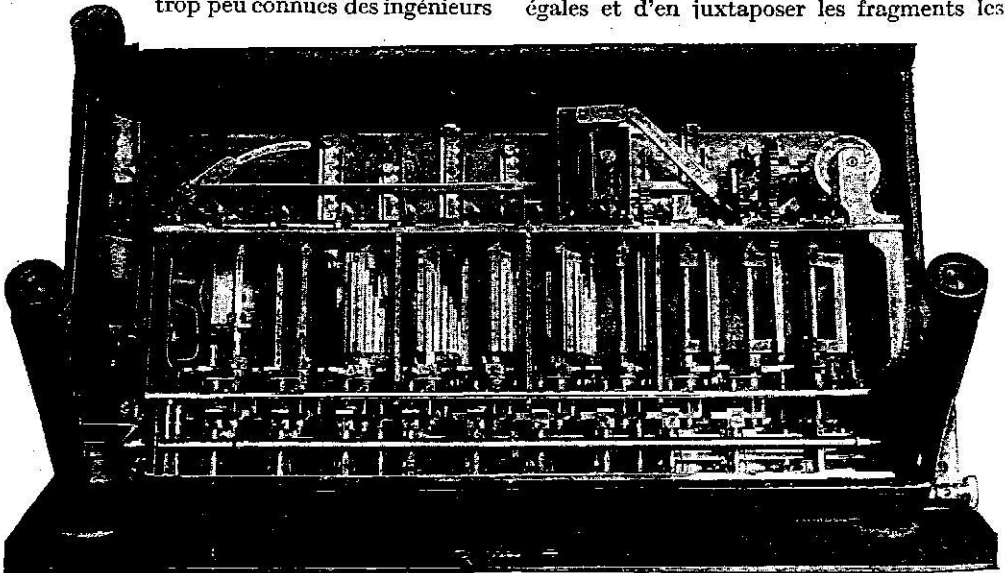
Certaines règles portent des échelles supplémentaires en vue d'applications spéciales.

D'autre part, pour avoir, sous des dimensions commodes, l'équivalent d'une règle de grande longueur, plusieurs inventeurs ont eu l'idée de fractionner la règle et la réglette en un même nombre de parties égales et d'en juxtaposer les fragments les



CERCLE A CALCUL HALDEN

Il se compose d'un disque mobile à l'intérieur d'une couronne. Cercle et couronne portent les graduations.



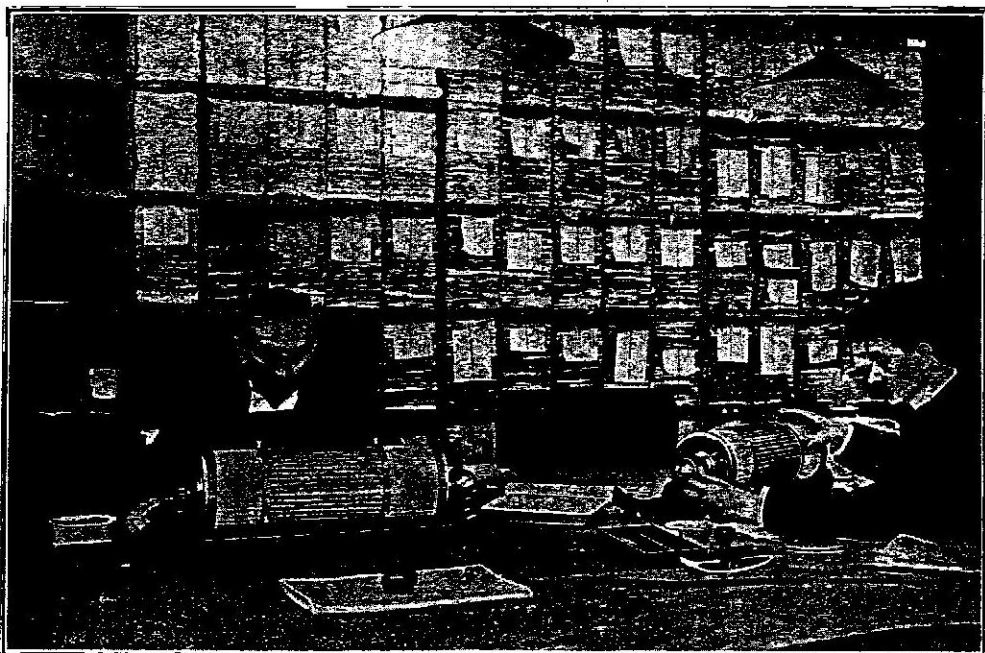
ROUAGES DU CALCULOGRAPHE PEERLESS VUS A L'ENVERS

Suivant sa grandeur, la machine contient de 6 à 10 curseurs réglables à volonté, de 7 à 9 guichets-contrôle et 12 à 20 guichets récepteurs des opérations effectuées.

uns au-dessous des autres, faisant alterner ceux de la règle avec ceux de la règlette. Dans les *grilles à calcul*, les segments sont mis sur un plan ; parfois on les espace régulièrement le long des génératrices d'un cylindre comme dans le *rouleau calculateur de Billeter*. Mais la forme circulaire se prête encore mieux à la juxtaposition de deux échelles glissant l'une contre l'autre. Aussi a-t-on construit de nombreux et curieux *cercles à calcul*.

monture ; la couronne est fixée à cette bague extérieure, et, d'autre part, le disque central ne peut pas prendre de jeu, ne s'appuyant pas sur la couronne qui l'entoure, mais sur des plaques en verre ajustées dans une monture métallique en bronze pur.

Le cercle Halden contient huit échelles ; sur la face recto se trouvent l'échelle des racines carrées, les deux échelles à calcul et une échelle de logarithmes ; sur la face verso



ROULEAUX CALCULATEURS DU SYSTÈME BILLETER

Pour avoir, sous des dimensions commodes, l'équivalent d'une règle de grande longueur, plusieurs inventeurs ont eu l'idée de fractionner la règle et la règlette en un même nombre de parties égales et d'en juxtaposer les fragments. Dans les « grilles à calcul », on met les segments sur un plan ; dans les « rouleaux calculateurs », on les espace le long des génératrices d'un cylindre.

Le cercle Halden ressemble à une montre et peut se mettre dans la poche. Il se compose d'un disque mobile à l'intérieur d'une couronne. Cercle et couronne portent des graduations et leur ensemble constitue un cadran avec des échelles logarithmiques des deux côtés. Deux plaques en verre, montées dans une bague métallique, maintiennent le tout de part et d'autre. Deux lignes radiales sont tracées sur les verres pour former des curseurs. Avec les pouces, on fait tourner les plaques de façon à faire coïncider les lignes radiales avec les chiffres à lire. A cet effet, on place les disques du cadran en serrant les écrous sis au centre entre le pouce et l'index et en tournant la

sont gravées l'échelle des racines cubiques, deux échelles à calcul pour les proportions inverses et une échelle d'angles.

La machine qu'inventa le savant ingénieur L. Torrès, bien que beaucoup plus encombrante et compliquée, se rattache aux instruments précédents puisqu'elle repose sur une combinaison d'échelles logarithmiques inscrites sur des tambours. Nous n'insisterons pas sur les organes mécaniques d'une merveilleuse ingéniosité qui lui permettent de résoudre les équations algébriques. Il nous a fallu, d'ailleurs, passer sous silence d'intéressantes machines, au cours de cette étude forcément écourtée.

JACQUES BOYER.