MÉMOIRE

SUR LA

MACHINE A CALCULER

DITE

ARITHMOMÈTRE

DE M. THOMAS, DE COLMAR,

PAR M. LEMOYNE,

INGÉNIEUR EN CHEF DU DÉPARTEMENT DES VOSGES,

MEMBRE TITULAIRE.

---

§ I^er^.

CONCEPTION ET DESCRIPTION GÉNÉRALE.

La machine arithmétique de M. Thomas consiste, fondamentalement, en un certain nombre de cylindres placés parallèlement les uns aux autres et qui sont commandés par un même arbre de couche, de sorte qu'à chaque tour qu'une manivelle fait exécuter à cet arbre, chaque cylindre fait aussi une révolution.

Les cylindres sont munis de rainures saillantes sur une partie de leur circonférence, et à chaque cylindre correspond un pignon enfilé dans un axe le long duquel il peut glisser. Ces cannelures du cylindre sont au nombre de neuf et s'échelonnent sur sa longueur, de sorte que dans telle position le pignon reçoit l'action d'une seule cannelure, mais dans d'autres positions il y a deux ou trois et jusqu'à neuf cannelures qui agissent. Enfin, dans une dernière position zéro, le pignon correspond à une partie entièrement lisse et reste stationnaire sans obéir au mouvement de rotation.

Les cylindres cannelés de M. Thomas constituent donc l'invention ingénieuse d'un engrenage dont le nombre des dents varie à volonté, selon la position que l'on donne au pignon en le poussant le long de son axe, correspondant à une rainure numérotée de zéro à neuf. Il est presque inutile d'ajouter que les axes des pignons sont des lignes parallèles entre elles et aux cylindres.

Cela posé, il n'y a plus qu'à imaginer, à l'extrémité de l'axe du pignon mobile, un second pignon fixe qui fasse tourner un cadran numéroté de zéro à neuf, et dont un des chiffres apparaît dans une lucarne. Supposons, pour fixer les idées, que le nombre des cylindres, des pignons mobiles et des cadrans soit de six : il est clair que, si après avoir fait glisser les pignons suivant leurs axes de façon à représenter un nombre N de six chiffres, on donne un tour de manivelle, chaque pignon mobile marchera d'un nombre de crans marqué par sa position, et chaque cadran aussi tournera du même nombre de crans.

Donc, si les cadrans ont tous été mis primitivement à zéro, le nombre N se trouvera, par ce tour de manivelle, instantanément écrit dans les lucarnes. Donc, si les cadrans marquaient primitivement un autre nombre A, ils marcheront de façon à marquer le nombre $A + N$, sauf toutefois l'influence des retenues, dans le cas où cette addition en comporterait.

Si c'est le nombre N qui était lui-même écrit primitivement; le tour de manivelle donnera 2 N. Autrement dit, si les cadrans sont à zéro, le premier tour fera lire N, le second tour fera lire 2 N, le troisième tour 3 N, ainsi de suite.

On peut également obtenir la somme de plusieurs nombres $A + B + C\ldots$, en écrivant d'abord le nombre A avec les boutons qui glissent dans les rainures pour placer chaque pignon à la place voulue, et donnant un tour de manivelle; en écrivant ensuite le nombre B, et donnant un autre tour de manivelle; puis le nombre C, en donnant un troisième tour de manivelle..., ainsi de suite.

Telle est l'ingénieuse conception primordiale. Mais les retenues rendent les résultats fautifs. On n'a point le total véritable, mais celui qu'on obtiendrait en faisant une addition où l'on omettrait d'ajouter la retenue d'une colonne aux chiffres de la colonne suivante. M. Thomas, pour compléter l'addition, avait donc à inventer un nouveau mécanisme qui accusât les retenues. Il avait aussi une troisième invention à faire pour que la machine à additionner devînt une machine à multiplier. Puis enfin une quatrième pour que la machine pût encore servir à faire les soustractions et les divisions ; mais nous verrons que cette dernière conception s'est présentée assez naturellement.

Parlons donc du mécanisme des retenues.

Les compteurs formés de cadrans successifs sont assez connus : chaque tour fait marcher d'un cran le premier cadran; au bout de dix tours il revient à zéro, mais en même temps il fait avancer d'un cran le second cadran qui indique les dizaines; celui-ci agit de même sur le cadran suivant chargé de marquer les centaines. C'est un mécanisme fort simple. Il y a cependant une difficulté pratique, lorsque plusieurs cadrans successifs sont venus à marquer 9, pour indiquer 99 ou 999 ou 9999. Si l'on ajoute une unité, le premier cadran passe au zéro, en même temps il fait marcher le second qui passe aussi à zéro, et fait marcher le troisième, ainsi de suite. Or cette marche simultanée de tous les cadrans par une force appliquée à la denture du prémier d'entre eux occasionne de grands frottements (le frottement croît avec le nombre des cadrans suivant la somme des termes d'une progression géométrique), et les dents peuvent se fausser plutôt que de faire marcher les engrenages. Le docteur Roth a inventé un compteur et une machine additionneuse où, par un mécanisme ingénieux, qu'il serait assez difficile de faire comprendre en quelques mots, cet inconvénient est complétement évité : les retenues se reportent successivement de chaque chiffre 9 au suivant avec une rapidité presque instantanée et sans aucun effort supplémentaire.

Revenons à la machine de M. Thomas. On voit que les cadrans ne peuvent pas engrener directement les uns avec les autres, puisqu'ils sont déjà engrenés et commandés par un mécanisme de roues dentées. Ces deux mouvements se contrarieraient quelquefois, il y aurait arrêt, sinon rupture de quelques dents; ainsi le mécanisme des compteurs à cadran où les retenues se reportent tout naturellement d'un cadran à l'autre, et un perfectionnement dans le genre de celui du docteur Roth, ne sont pas applicables ici.

Il faut, a dû se dire M. Thomas, que l'addition des retenues fasse une seconde opération à part; elle ne peut pas avoir lieu sans quelques mouvements qui se contrarient (ou fassent double emploi, partant erreur) en même temps que l'addition principale dont j'ai résolu le problème. Lorsqu'un cadran passera de neuf à zéro, au lieu de le faire engrener sur le cadran suivant, je vais simplement le faire agir sur un déclic, puis quand l'addition principale sera finie, je ferai successivement partir tous les déclics qui auront été armés, afin que chacun d'eux fasse marcher le cadran suivant et complète l'opération de droite à gauche. — Mais après avoir fait tourner la manivelle, il faudrait donc presser sur certains boutons pour faire partir les déclics. Cette double opération était à éviter. Il faut, pour que la machine fût pratique, que la manivelle fît tout dans sa rotation.

M. Thomas a résolu ingénieusement cette nouvelle difficulté en disant : concentrons les cannelures de mes cylindres sur une demi-circonférence, la première demi-révolution de la manivelle effectuera complétement l'addition principale. Alors la manivelle, pendant la seconde demi-révolution (qui s'opèrera à vide, pour ce qui concerne l'engrenage des cannelures avec les pignons), pourra être mon moteur pour faire agir les déclics qui auront été armés. Voilà la conception en principe; quant aux organes mécaniques à l'aide desquels elle a été réalisée, on nous dispensera de les décrire, parce que la description de tels détails, inutile pour ceux qui ont sous les yeux l'appareil exécuté, ou du moins un dessin avec légende explicative, est fastidieuse et à peine intelligible sans l'un ou l'autre de ces auxiliaires.

Les premières locomotives ont excité une surprise qu'on a exprimée en les appelant des chevaux de fer, des *machines vivantes*. La machine à calcul doit exciter une surprise d'une autre sorte, mais non moins grande, car c'est un appareil qu'on pourrait appeler *machine intelligente*.

Notre intention n'était pas de décrire un mécanisme compliqué de détails qui ont exigé d'admirables et ingénieuses combinaisons de la part de l'auteur. — Il a mis trente années à perfectionner son œuvre, dont il nous suffisait que nous fissions comprendre la possibilité, en donnant une idée générale de la conception.

Mais revenons : car nous nous sommes arrêté à une machine qui sait seulement faire les *additions*. Le nombre A étant écrit dans les lucarnes, si l'on indique le nombre N à l'aide des boutons, nous avons dit qu'un tour de manivelle faisait paraître dans les lucarnes le nombre A + N ; mais on conçoit que si l'on tourne la manivelle en sens contraire, les cadrans auront une marche rétrograde, et qu'on obtiendra A — N pour résultat ; voilà donc la soustraction opérée.

Toutefois, M. Thomas a vu des inconvénients pratiques à permettre à la manivelle de tourner dans les deux sens. Il ne lui laisse donc que la rotation de droite à gauche ; mais, en portant un indicateur d'une position indiquée *addition* à une autre indiquée *soustraction*, il change la direction de la rotation des cadrans. Ce mécanisme de commutation de mouvement est connu ; mais il a été ici appliqué habilement et aussi simplement que possible.

Jusqu'à neuf la *multiplication* d'un nombre N s'opère facilement ; car neuf tours de manivelle sont si promptement exécutés que le meilleur calculateur ne peut aller plus vite que la machine.

Mais il s'agit d'arriver aux *grandes multiplications*, par exemple, aux produits d'un nombre de six chiffres par un autre nombre également de six chiffres. C'est là le grand problème, et ce qui doit rendre la machine réellement utile. Eh bien ! nous allons être surpris : il n'y avait de difficile à faire que la machine à addition. — Pour résoudre le problème de la multiplication, il a suffi à M. Thomas de remarquer que toute grande multiplication se réduit à l'addition de produits partiels. Or, puisque la machine multiplie facilement jusqu'à 9, elle sait former les produits partiels ; il ne s'agit que de les additionner. Ce sera facile si l'on établit les cadrans sur une platine mobile, de sorte qu'on puisse reculer d'un rang à droite le premier produit partiel avant de tourner la manivelle pour obtenir le second ; celui-ci, naturellement ajouté au premier, sera aussi reculé d'un rang à droite, avant qu'on obtienne et ajoute le troisième produit partiel; ainsi de suite.

La multiplication trouvée, la *division* en suit comme conséquence : car, après avoir écrit le dividende A dans les lucarnes et le diviseur D avec les boutons, le mouvement inverse retranche D au lieu de l'ajouter à A. Or, observons que, par la position de la platine, les chiffres du nombre D se peuvent retrancher de telle ou telle partie du nombre A. Donc, si nous faisons correspondre D aux plus fortes unités de A, nous épuiserons le nombre D de la partie à gauche du nombre A, autant de fois qu'il pourra y être contenu : donc, en comptant les tours de manivelle (nécessairement compris entre 1 et 9), nous aurons le *premier chiffre* du quotient. Les lucarnes présenteront le résidu de cette division partielle. On pourra donc continuer en opérant de même, afin qu'une seconde division partielle, ou soustraction multiple, donne le *second chiffre* du quotient, Ainsi de suite.

Ainsi la machine effectue les QUATRE OPÉRATIONS élémentaires. Bien plus, on peut la considérer comme une ardoise à écrire les nombres sur lesquels on veut opérer, en même temps que les rouages facilitent toutes les opérations partielles à exécuter. Alors la machine servira à exécuter les *extractions* *de racines* du deuxième ou même du troisième degré, et divers autres calculs de formules.

Résumons sommairement cette longue description. L'appareil comprend : 1° le système des cylindres cannelés et de leurs pignons pour effectuer les additions principales sans tenir compte des retenues ; 2° le mécanisme des retenues : quand un cadran passe du chiffre neuf à zéro, un déclic arme un mécanisme qui n'est mis en action par la manivelle que quand l'addition principale est effectuée ; 3° le système des cadrans portés sur une platine mobile pour pouvoir effectuer les multiplications ; 4° un système de transmutation de mouvement pour que la manivelle tournant toujours dans le même sens, effectue, selon la position du commutateur, des *additions et multiplications*, ou bien des *soustractions et divisions*.

Quelques mots très-brefs actuellement sur des dispositions accessoires.

Il fallait que la platine des cadrans, rendue libre après chaque tour de manivelle qui a ajouté ou retranché, fût maintenue fixe pendant l'opération. M. Thomas a habilement imaginé ce mécanisme accessoire, fort simple.

Les pignons, dans certaines positions, engrènent avec les cannelures des cylindres et doivent marcher ; dans d'autres positions ils n'engrènent pas et doivent alors rester en repos, malgré le mouvement des parties voisines : il faut surtout éviter qu'ils ne fassent volant, après avoir reçu un mouvement rapide, et ne donnent un chiffre de plus qu'on ne veut. Le frottement paraît le plus simple moyen d'obtenir l'inertie des pignons, mais il gêne le jeu de la manivelle. M. Thomas a encore réussi à trouver un ingénieux mécanisme accessoire qui, sans le secours d'aucun frottement, fixe la position de chaque pignon dès qu'il cesse d'être engrené.

Enfin, un mécanisme accessoire fort essentiel, et d'ailleurs remarquable comme tous les précédents par sa simplicité et sa solidité, est celui qui remet instantanément tous les cadrans à zéro, quand une opération est achevée, afin d'en pouvoir commencer une nouvelle. — Nous avons vu que les cadrans engrenaient tantôt avec tels pignons, tantôt avec tels autres. En soulevant la platine, pour la faire passer d'une de ces positions à l'autre, les cadrans sont libres et l'on peut les faire marcher avec le doigt. M. Thomas a de plus disposé une crémaillère qui peut alors être tirée, et vient s'engrener avec des roues dentées placées sous les cadrans; ceux-ci prennent donc un mouvement de rotation; mais dès qu'ils sont amenés à zéro, la crémaillère n'agit plus, tout simplement parce que la roue dentée manque d'une dent. De cette sorte le cadran cesse de tourner dès que son zéro paraît dans la lucarne, tandis que si c'est un autre chiffre, il tourne à droite ou à gauche, selon qu'on fait avancer ou reculer la crémaillère (1).

La machine est suffisamment décrite; nous ne devrions continuer que si nous avions à raconter le travail intellectuel de l'inventeur : nous dirions alors de quels organes il avait primitivement fait usage et qu'il a successivement supprimés, ou modifiés, ou perfectionnés.

Ce que les mécanismes anciens offraient de plus remarquable, c'était un bouton qui indiquait les tours de manivelle : alors pour la multiplication l'appareil arrivait à un arrêt quand le produit partiel était obtenu. Pour la division, le bouton donnait le chiffre du quotient, en dispensant de compter les tours de manivelle. La pratique a prouvé à M. Thomas que cet ingénieux appendice n'était pas du tout indispensable, et que le comptage des tours de manivelle par l'opérateur ne lui donnait aucune peine de plus et n'était pas une source d'erreur. Nous sommes entièrement de cet avis.

Disons d'ailleurs, pour terminer, que tout l'appareil est renfermé dans une boîte qui le préserve des accidents extérieurs, et dont il suffit de soulever le couvercle pour pouvoir opérer sans autre préparation.

(1) Il est facile de concevoir une autre manière de remettre tout à zéro, et consistant à écrire dans les coulisses le même nombre qui est écrit dans les lucarnes, puis à effectuer la soustraction par un tour de manivelle.

Examinons actuellement *l'arithmomètre* sous un autre point de vue. Voyons si, plus heureux que tous les nombreux appareils imaginés depuis la célèbre et bien informe machine de Pascal, il est autre chose qu'un joujou ingénieux à conserver dans un muséum scientifique.

§ 2. UTILITÉ PRATIQUE DE L'ARITHMOMÈTRE.

L'arithmomètre n'abrége pas les petites opérations; mais qu'importe. Il aurait ce mérite qu'on ne devrait pas l'utiliser : car il faut bien que l'homme reste calculateur. Avec une habitude exagérée d'employer la machine, dès qu'elle ne serait plus sous la main, on se trouverait incapable d'arriver facilement à un résultat numérique.

L'arithmomètre *abrége considérablement les grandes opérations*, et c'est tout ce qu'on doit lui demander. Un calculateur d'une rare habileté irait, pendant quelques instants, peut-être à peu près aussi vite que la machine, pour les multiplications de 5 à 6 chiffres; mais bientôt il serait fatigué, tandis que l'opérateur à la machine peut continuer. Ce qui mérite d'être remarqué, c'est la difficulté qu'éprouvent les hommes de réflexion à s'interrompre pour effectuer mécaniquement les calculs qui entrent dans la série de leurs raisonnements.

Calculer devient alors, même pour l'homme qui en a l'habitude, une tension d'esprit qui nuit aux idées, et réciproquement la préoccupation des idées qu'il veut suivre donne de la maladresse, même au calculateur exercé. — Si dans ces circonstances on prend la machine, il semble que ce soit un salutaire repos pour l'esprit.

Il y a sans doute quelques individualités phénoménales qui calculent encore mieux, et plus rapidement, que l'arithmomètre ne peut faire. Mais on ne doit pas raisonner sur de rares exceptions. D'ailleurs on sait que cette prééminence de la faculté calculatrice ne se manifeste que chez l'individu mononomane du calcul et devenu dès lors inapte à toute autre occupation.

Au surplus, l'utilité de l'abréviation des calculs arithmétiques n'est plus une thèse à soutenir.

Après les plus sérieuses réflexions et une longue pratique de l'instrument continuée pendant plus d'une année; après l'avoir mis entre les mains de quelques employés de mon bureau, je n'hésite pas à déclarer que je crois l'arithmomètre un instrument pratique réellement abréviateur et dès lors fort utile.

Mais il faut répondre à cette question : les moyens connus d'abréger les calculs arithmétiques, abaque, règle à calcul, tables de logarithmes, ne dispensent-ils pas de l'arithmomètre?

L'abaque de M. Lalanne est, comme on sait, une règle à calcul superficielle, et la règle à calcul est la construction linéaire d'une table de logarithmes.

L'abaque figure, d'une manière étonnamment simple, certains rapports de grandeur, par exemple les racines d'un degré quelconque qui se trouvent réunies sur des lignes droites. Mais la lecture des valeurs numériques à l'aide d'une multitude de lignes parallèles qui papillotent aux yeux est, dans la pratique, un inconvénient tel, que l'abaque risque de rester à peu près une curiosité scientifique.

La *règle à calcul* est fort commode dans certains cas. Elle est bonne surtout en cela qu'elle peut effectuer, du même mouvement, une multiplication et une division; qu'on peut faire des produits successifs, et ne lire que le résultat final; que les produits de différents nombres par un même facteur, ou les quotients de plusieurs dividendes par un même diviseur s'obtiennent simultanément, sans faire varier la position de l'instrument. Mais cette règle ne donne que des approximations, 3 chiffres en général; dans certains cas on évalue le quatrième, mais, par compensation, dans d'autres cas le troisième présente de l'incertitude.

Les *tables de logarithmes* déjà étendues n'opèrent qu'avec des facteurs de cinq chiffres, et ne donnent exactement que les cinq premiers chiffres à gauche d'un produit ou d'un quotient. L'arithmomètre fait mieux : car le petit modèle effectue les multiplications avec des facteurs de 6 chiffres, et donne exactement les 12 chiffres du produit. Pour les divisions, le diviseur peut avoir six chiffres; quant au dividende, on peut le regarder comme illimité, et le quotient aussi peut être prolongé indéfiniment, tant qu'on n'arrive pas à un reste zéro.

Les logarithmes ne peuvent donc entrer en concurrence avec l'arithmomètre que quand on n'a besoin que des cinq chiffres les plus élevés du résultat : je conviens que c'est le cas le plus fréquent.

Cependant si l'on doit obtenir la différence de deux surfaces ou de deux solides (1), ce ne sont point les gros chiffres qu'il faut : ils peuvent être ici précisément inutiles, parce qu'ils sont les mêmes si les deux corps à retrancher diffèrent peu. Ce qu'il faut, ce sont au contraire les petits chiffres des deux produits à retrancher. L'arithmomètre les donne, car il donne le produit complet, exact; mais les logarithmes ne les donnent point. Donc les logarithmes ne peuvent pas toujours suppléer l'arithmomètre, ou, pour mieux dire, suffire à tous les besoins du calculateur.

Les logarithmes donnent une approximation, dans un certain rapport fixe avec le résultat; si avec telle table c'est le 10,000^{me} par exemple, l'erreur sera < 1 pour un résultat compris entre 1,000 et 10,000; elle sera <10 pour un résultat compris entre 10,000 et 100,000; elle sera <100 pour un résultat compris entre 100,000 et 1,000,000, ainsi de suite.... Mais ce n'est point toujours cela que l'on veut. Dans les calculs de finances, par exemple, l'obligation est d'arriver exactement aux *centimes*. La dépense a beau s'élever à 10,000, à 100,000 fr., on veut avoir le centime, et de même la

(1) Par exemple un polygone contenu dans un autre, ou bien une enveloppe d'inégale épaisseur; car si l'épaisseur est égale, on évite la soustraction en prenant cette épaisseur comme facteur à l'aide d'une superficie moyenne.

dépense se réduirait à quelques francs ou même quelques décimes, qu'on n'exigerait point pour cela que le calculateur descendît du centime au millime. L'arithmomètre répond à ce genre d'exigence, tandis que les logarithmes n'y satisfont point.

Mais si l'arithmomètre l'emporte dans plusieurs circonstances, et ne peut pas être suppléé par les logarithmes, avouons aussi que l'arithmomètre ne fera pas complétement abandonner les tables de logarithmes. Avec celles-ci on peut calculer un terme algébrique d'un seul coup, par l'addition, faite à la fois, des logarithmes de chaque facteur du numérateur et des compléments des logarithmes de chaque facteur du dénominateur. En un instant on a le résultat, et toujours avec la même *approximation connue d'avance*. Avec l'arithmomètre, il faudrait exécuter successivement chacune des multiplications et divisions. Mais aussi, les logarithmes impatientent alors qu'on est obligé de fréquemment revenir aux nombres, parce qu'il y a dans une formule des termes à additionner; alors l'arithmomètre triomphera sur son rival.

Les astronomes surtout emploient beaucoup les logarithmes; mais cependant les intégrales approximatives, et en général presque toutes les approximations, sont données par des séries dont les termes, faciles à calculer et à additionner avec l'arithmomètre, se prêtent peu au calcul logarithmique. Remarquez que les logarithmes, tant des nombres que des lignes trigonométriques, ne se calculent point par eux-mêmes, de sorte que c'est à un arithmomètre qu'on devrait avoir recours, pour abréger notablement les calculs, si l'on devait construire ou vérifier des tables de logarithmes ou de lignes trigonométriques. Les calculs de terrassements, et en général les métrés, seraient exécutés, le plus rapidement et le plus sûrement possible, avec l'arithmomètre que manierait un agent, tandis qu'un autre individu dicterait les dimensions, les facteurs à multiplier.

Pour les calculs d'intérêts, besogne ordinaire des financiers, on a des tables spéciales certainement préférables à l'arithmomètre ou à tout autre procédé abréviatif. Mais on exécute d'autres calculs commerciaux : par exemple pour établir les comptes d'une entreprise majeure, ou pour dresser un inventaire. Dans ces cas-là, dans bien d'autres, le grand commerce a besoin d'exécuter de nombreuses multiplications et avec de grands nombres. L'arithmomètre lui serait alors un instrument avantageux.

M. Thomas construit ordinairement l'arithmomètre pour faire les multiplications de six chiffres par six chiffres : ainsi, pour un compte d'argent où il faut deux décimales afin de représenter les centimes, on va jusqu'à 10,000 francs, ou plutôt jusqu'à 9,999 francs 99 centimes inclus. Il est rare que les deux facteurs dépassent l'un et l'autre cette limite ; si l'un d'eux seulement est supérieur, il est facile de décomposer l'opération en deux parties. Dans le cas où les deux facteurs auraient l'un et l'autre plus de six chiffres, la décomposition donnerait lieu à un retard plus sensible : car il y aurait quatre produits partiels à obtenir avec la machine, à enregistrer sur le papier et à additionner. Ainsi donc, dans un bureau où l'on aurait fréquemment à faire de ces grandes multiplications, il serait bon d'avoir un arithmomètre de huit chiffres. Ce sont les plus étendus qui seront probablement demandés à M. Thomas. Il résulte d'ailleurs de la description que nous avons donnée, que l'appareil de six chiffres et celui de huit, ou même plus, ne diffèrent que par la longueur; l'un contenant de plus que l'autre deux cylindres cannelés et leurs deux pignons, enfin quatre cadrans de plus sur la platine mobile.

La construction de ces appareils est fort solide. On apprend en peu d'instants à les manier. Ils sont sujets à bien peu de dérangements. Cependant, étant formés de ressorts et de pièces mobiles qui frottent et s'usent à la longue, ils ne peuvent pas rester indéfiniment en bon état. Nous avons observé un peu d'usure dans un appareil dont nous nous étions fréquemment servi pendant neuf mois. Nous avons encore observé que le mouvement de trépidation faisait quelquefois desserrer une des vis, mais tout cela était facile à rétablir (1).

La solidité et la sûreté du mécanisme atteignent, dans les derniers modèles, tout ce qu'on peut raisonnablement exiger. Aussi n'y a-t-il aucun inconvénient à tourner la manivelle avec la plus grande rapidité, afin d'accélérer les opérations.

Nous ne croyons pas que, même pour de plus grandes avaries, il soit absolument nécessaire de renvoyer un instrument à M. Thomas pour faire la réparation dans ses ateliers. Un horloger ou même plutôt un simple armurier intelligent, et d'ailleurs dirigé par celui qui, se servant de l'instrument, a pris la peine d'en étudier le mécanisme, doit suffire pour le réparer au besoin. Il ne sera d'ailleurs presque jamais nécessaire de démonter et remonter complétement toutes les pièces; ce serait le seul cas où la marche de l'appareil pourrait être dérangée, parce qu'on n'aurait pas remis les cylindres cannelés dans la position où les retenues se font successivement, sans être troublées, soit les unes par les autres, soit par l'addition principale. Ceci ne serait même pas une difficulté trop grande pour un ouvrier intelligent. Tout ouvrier ne sait-il pas qu'il doit observer les points de repère d'un mécanisme avant de le démonter? En définitive, la difficulté de la réparation d'un arithmomètre n'est pas comparable à celle de la réparation d'une montre ou d'une lampe carcel.

(1) Il serait, je crois, avantageux de remplacer une partie des vis d'assemblage par des goupilles. Disons encore que peut-être, avec plus de soin pour entretenir la machine graissée, on aurait pu éviter l'usure en question, et que, d'ailleurs, dans un nouveau modèle que M. Thomas nous a communiqué, depuis la rédaction de ce mémoire, il a su remplacer par des plans inclinés solides les ressorts les plus susceptibles de dérangements.

§ 3. CONSIDÉRATIONS HISTORIQUES SUR LES PROCÉDÉS D'ABRÉVIATION DES CALCULS.

Pour apprécier tout à fait le mérite de M. Thomas, il faut comparer les résultats qu'il a obtenus aux tentatives du même genre faites avant lui.

La simplification des calculs arithmétiques a toujours paru si importante, même aux mathématiciens les plus éminents, que bon nombre d'entre eux ont consacré de longues études à s'occuper de ce problème. Nous citerons Néper, Pascal, Leibnitz et Babbage.

Les instruments à calcul peuvent être divisés en plusieurs classes : 1° les instruments qui exigent une certaine application de l'esprit et l'emploi de l'intelligence; 2° les *machines automates* qui suppléent entièrement à l'intelligence ; 3° les tables où se trouvent des calculs tout faits, ou du moins préparés.

M. *Ollivier*, à la suite d'un rapport sur les machines de Roth, donne une notice *chronologique* de ces inventions. Depuis 1624, que *Gunther* a inventé la règle à calcul, jusqu'à l'année 1840, il a compté vingt inventions se rapportant à la première classe, et dix-sept à la seconde. Voici comment on peut résumer ce travail, suivant un ordre *méthodique*.

1re CLASSE. — 1er GENRE. — *Procédés d'évaluation des produits partiels des multiplications*. — Néper, l'inventeur des logarithmes, est aussi inventeur des bâtons numérotés qui portent son nom, et à l'aide desquels on obtient les produits d'un nombre quelconque par l'un des neuf premiers chiffres. Ces produits partiels transforment toute grande multiplication en une addition. Toutefois, c'est une opération assez longue d'assortir les bâtons convenables à une opération et de remettre ceux qui ont servi chacun dans sa case. Cet embarras suffit pour que cette invention de Néper ne soit qu'un objet de curiosité.

Un fort grand nombre de personnes ont présenté des inventions qui partent du même principe, modifié par des dispositions pour en rendre l'usage plus commode; mais on n'est arrivé, dans cette voie, à rien de réellement satisfaisant.

2e GENRE. — *Règles logarithmiques.* — Ces inventions commencent à Gunther, qui transporte les logarithmes sur une échelle linéaire. Beaucoup d'essais ont le même principe : dans quelques-uns, l'échelle est tracée sur des circonférences, au lieu d'être sur des coulisses en ligne droite; ou bien les échelles logarithmiques occupent une étendue superficielle, comme dans l'abaque Lalanne. Nous nous bornerons à dire que les règles à calcul sont reconnues fort utiles toutes les fois qu'on n'a besoin que d'approximations peu rigoureuses.

3e GENRE. — Comprend des appareils à calcul fondés sur les principes de la balance, ou sur ceux des figures semblables, des appareils de planimétrie pour la mesure des aires tracées graphiquement. Tous ces nombreux procédés, la plupart ingénieux, sont assez peu efficaces dans la pratique, qui n'en a décidément adopté aucun.

2e CLASSE, MACHINES AUTOMATES. — 1er GENRE. — *Appareils additionneurs.* — La fameuse machine à calcul de Blaise Pascal, qui consuma une partie de l'existence de ce grand géomètre, n'était qu'un additionneur imparfait, lourd, volumineux et jouant fort mal.

Un grand nombre d'inventeurs se sont, depuis lui, exercés sur le même problème, d'une utilité restreinte : l'horloger Lépine entre autres. Mais presque toutes ces machines échouent quand il s'agit d'ajouter une unité à un nombre de plusieurs 9999; ou bien les rouages font volant et marquent plus qu'on ne veut. Enfin M. le docteur Roth, en 1843, produisit un additionneur très-exact et facile à manier, qui résolut le problème complétement.

2e GENRE. — *Appareils destinés à exécuter les quatre règles.* — Leibnitz présenta le dessin d'une machine de ce genre, mais il ne put réussir à l'exécuter, après avoir dépensé environ 100,000 fr. à des essais. Lord Mahon, comte de

Stanhope, inventa en 1776 deux machines à calcul, l'une pour l'addition et la soustraction, l'autre pour la multiplication et la division ; mais on ne connaît pas leur mécanisme. Donnent-elles toujours des résultats exacts ?

Un grand nombre d'autres inventeurs entrent en liste, mais n'arrivent qu'à des machines imparfaites, ou qu'on doit juger telles, puisque l'oubli en a fait justice.

Enfin en 1822, M. *Thomas, de Colmar,* présente une machine à calculer à la Société d'encouragement. Depuis ce temps il a réussi à l'améliorer successivement, de sorte qu'en 1851, il présenta de nouveau à la Société d'encouragement un appareil tout à fait satisfaisant.

Dans l'intervalle, une nouvelle machine construite sur le même principe a été présentée par MM. Maurel et Jayet (1).

3e GENRE. — *Appareils pour exécuter d'autres opérations que les quatre règles de l'arithmétique.* — En 1821, M. Babbage fut chargé par le gouvernement anglais de construire une machine qui pût calculer les tables mathématiques et astronomiques. Cette machine donne les différents termes d'une série qui procède par différences. Elle n'est point encore achevée et a déjà coûté 17,000 livres sterling.

Plus tard, M. Schentz, de Stockholm, annonça qu'il avait inventé une machine pour la formation des séries ; elle n'est point exécutée, et l'auteur n'a point fait connaître son mécanisme.

Au surplus, il n'est point certain que ces appareils, supposé qu'ils fonctionnent irréprochablement pour calculer des séries et sommer des différences, seraient aptes à faire une simple multiplication ou division.

(1) Le rapport du jury central de l'exposition de 1849 s'exprime ainsi : « MM. Maurel et Jayet ont présenté, sous le nom d'*Arithmaurel*, une » machine à calculer, dans laquelle on retrouve le principal organe de » l'arithmomètre de M. Thomas, à savoir, des cylindres cannelés et des » arbres parallèles sur lesquels glissent des pignons destinés à représenter » les nombres. »

3e CLASSE, TABLES.— 1er GENRE.— *Tables de logarithmes*.— Tout le monde les connaît. Le baron écossais Néper appréciait bien l'invention qui a immortalisé son nom, lorsqu'il intitulait son ouvrage : *mirifici logarithmorum canonis descriptio*. L'invention de M. Thomas, de Colmar, mérite tout autant le titre de *mirifique*, ou merveilleuse en français de notre époque. Il a fallu autant d'efforts de génie et de persévérance pour concevoir et perfectionner dans ses nombreux détails le mécanisme de l'arithmomètre, que de génie pour concevoir les propriétés des deux progressions par différences et par puissances qui forment les logarithmes, et de persévérance pour calculer la première table de logarithmes publiée par Néper.

2e GENRE. — *Tables de calculs spéciaux*, dits barêmes, ou comptes faits. — Rien à en dire.

En résumé, on apprécie d'autant plus le mérite de M. *Thomas* que l'on voit combien d'esprits éminents ont tenté, sans succès, de résoudre avant lui le problème qu'il a glorieusement résolu.

§ 4. PROPAGATION DE L'ARITHMOMÈTRE, ENCOURAGEMENTS A L'INVENTEUR.

Ma conclusion est : qu'on ne peut manquer d'adopter les deux moyens que nous avons d'abréger les calculs : on continuera à se servir des *logarithmes*, mais on se servira aussi de *l'arithmomètre* qui, dans beaucoup de circonstances, est plus avantageux.

La seule chose qui doive entraver l'usage de l'arithmomètre, c'est son prix élevé, 300 fr. C'est 30 fois plus que ne coûte une table de logarithmes ; cette proportion considérable est cependant dépassée de beaucoup, si l'on évalue l'utilité pratique des deux choses. Pour cela il faut faire abstraction du prix. J'ai à ma disposition des tables de logarithmes et un arithmomètre : c'est tout au plus si trois ou quatre fois par an je me sers des tables, tandis que c'est trois ou quatre fois par semaine que j'emploie l'arithmomètre, bien que cependant je n'y aie recours que pour les opérations un peu longues; que j'emploie souvent la règle à calcul, et que plus souvent encore je calcule à la plume. Le rapport d'utilité serait, d'après cette expérience personnelle, d'environ 1 à 50.

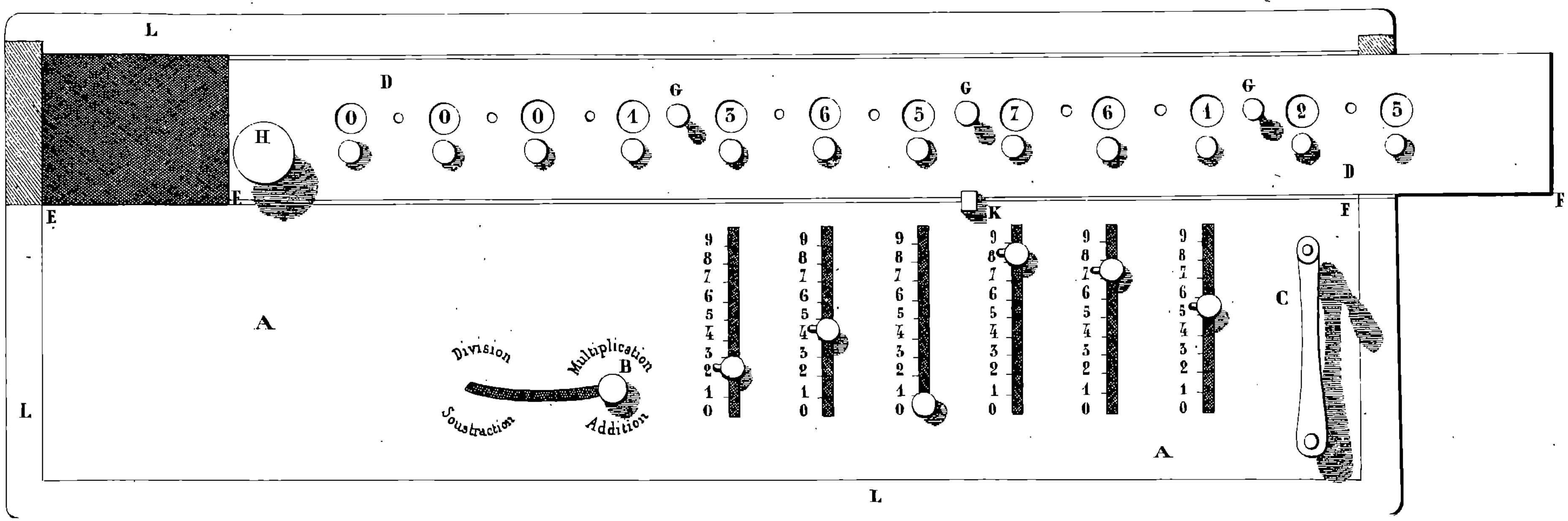
Voici un autre mode de comparaison. Il y a mille ignorants pour qui la machine à calcul vaut mieux que les logarithmes destinés aux savants. On ne peut donc pas douter, même en réduisant beaucoup, que la popularité de l'arithmomètre serait dix fois celle des tables. Or, il y a bien actuellement en France 100,000 exemplaires de tables de logarithmes : il pourrait donc y avoir à ce compte un million d'arithmomètres. Ce nombre, si colossal qu'il soit, n'a rien d'extraordinaire, lorsque l'on examine l'étonnante propagation des montres et horloges : c'est à peu près 10 millions qui sont actuellement en service en France, et si l'on remonte à quelques siècles, une horloge était un appareil cher et rare qu'on ne voyait que dans les palais des souverains.

Quittons ces nombres réels pour l'avenir, mais fantastiques pour le présent; disons que si l'arithmomètre pouvait parvenir seulement à se répandre à 10,000 exemplaires, on pourrait le construire pour moins de 100 fr., au lieu de 300 fr. qu'il coûte actuellement. Réciproquement dès qu'on pourrait le livrer au prix de 100 fr., on aurait bientôt des commandes pour en exécuter au moins 10,000.

De la rareté actuelle de l'arithmomètre, ne concluons rien de défavorable à sa propagation future. On trouvera peut-être que ma comparaison de l'arithmomètre aux horloges manque d'exactitude, parce que le besoin d'une machine à montrer l'heure est d'un autre ordre que celui d'une machine à calculer. Je crois que celui qui aurait parlé d'horloges avant leur grande vulgarisation, se serait fait dire que l'on s'en passait fort bien; que c'était un petit besoin; enfin que, comme cette mécanique devait coûter cher, elle ne se répandrait pas. Nos perfectionnements de sociabilité ne tendent-ils pas d'ailleurs, sans pour cela nuire à l'idéal et au poétique de l'existence, à introduire de plus en plus

ARITHMOMÈTRE.

Société d'Emulation des Vosges._ 1853.



Epinal, lith. de Didion

le calcul précis dans les habitudes de la vie de tous. Peut-être qu'avant un siècle chacun tiendra des livres de comptabilité.

Ce qui précède nous conduit naturellement à faire observer que, pour la propagation de cette petite machine, comme pour la propagation de la plupart des autres appareils utiles, la protection du Gouvernement, indépendamment des récompenses honorifiques méritées par les inventeurs, s'exercerait de la manière la plus efficace, non en donnant une pension ou une somme une fois payée, non pas même en achetant à l'inventeur un certain nombre d'appareils aux prix toujours élevés d'une première fabrication; mais, toutes les fois que c'est praticable, en lui allouant une prime pour un certain nombre d'instruments, à la condition qu'il les livre au public à un prix réduit. De cette façon, on obtient le double effet de récompenser l'inventeur et de hâter, dans l'intérêt de la société, la propagation à bon marché d'une chose utile.

EXPLICATION DU DESSIN

D'UN ARITHMOMÈTRE DE SIX CHIFFRES,

vu extérieurement, la boîte ouverte.

PLAN SUR MOITIÉ DE LA GRANDEUR D'EXÉCUTION.

Le nombre des chiffres fait varier seulement la longueur de l'appareil; sa hauteur, à découvert, est de 57 millimètres. Le couvercle rabattu porte la hauteur à 83 millimètres.

A. Platine fixe avec six fentes dans lesquelles glissent les boutons qui marquent les chiffres à soumettre aux opérations. Le nombre marqué est 2,408 75.

B. Bouton blanc indiquant l'opération qu'on veut faire.

C. Manivelle pour donner le mouvement, représentée dans la position de repos. Chaque tour de manivelle ajoute, en plus ou en moins, le nombre écrit avec les boutons de la platine A, au nombre déjà marqué sur la platine D, dont nous allons parler.

D. Platine mobile qui porte les cadrans. On lit le résultat de l'opération dans 12 lucarnes laissant voir un des chiffres de chacun des cadrans. Le nombre 2,408 75 est supposé déjà multiplié par 567, ce qui donne 1,365,761 25 : si l'on doit multiplier par 894,567, le surplus de l'opération reste à faire.

Dans la position initiale de la platine mobile les points E' et F' correspondent à ceux E et F. Elle est représentée avancée de deux rangs vers la droite.

On a obtenu le premier produit partiel en donnant sept tours de manivelle : on a avancé la platine d'un rang, et six tours de manivelle ont donné le deuxième produit partiel qui s'est ajouté au premier. On a avancé la platine d'un second rang, et donné cinq tours de manivelle. — On conçoit comment l'opération se continuait en avançant toujours d'une dizaine avant de faire les produits par 4, 9 et 8, qui dès lors s'additionneront chacun selon la valeur de ses unités avec les produits partiels précédemment obtenus.

Entre les lucarnes il y a des trous pour placer les chevilles amovilles G qui servent de virgules décimales ou de numération.

Au-dessous des lucarnes, des boutons correspondant aux axes des cadrans permettent de changer les chiffres à la main.

H. Bouton qui se tourne pour ramener tous les cadrans à zéro, afin de recommencer une opération.

K. Bec-de-canne qui, dès que la manivelle tourne, rend invariable la position de la platine des cadrans. — Il faut que l'appareil soit dans la position de repos, où il est figuré, pour pouvoir soulever la platine D, et dès lors faire usage soit du bouton H, soit des boutons placés sous les lucarnes.

L. Paroi de la boîte qui renferme tout l'appareil, quand la platine des cadrans est ramenée à la position initiale.