

II. RAPPORT

A M. LE SOUS-SECRÉTAIRE D'ÉTAT DES TRAVAUX PUBLICS.

STRASBOURG

MACHINE À CALCUL,

PRÉSENTÉE

PAR M. LE DOCTEUR ROTH.

Vous m'avez fait l'honneur de me charger d'examiner une machine à calcul que vous a présentée M. Roth, docteur en médecine; je viens vous rendre compte aujourd'hui de cette machine, après l'avoir soumise à un examen approfondi et à des épreuves longtemps prolongées.

La machine de M. Roth est du genre de celles que l'on peut appeler automatiques; elle n'exige pas d'autre peine de la part du calculateur que celle d'y *inscrire* les nombres donnés, et de *lire* ensuite le résultat de l'addition de ces nombres. On confie, pour ainsi dire, des chiffres isolés à cette machine; elle se charge de les ajouter les uns aux autres, d'opérer convenablement les retenues et de mettre en évidence le total.

La différence que l'on doit établir entre les appareils à calcul automatiques et ceux qui exigent une certaine application de l'esprit, se remarque également dans les machines qui ont une destination purement industrielle. Il suffit de nommer le *métier ordinaire* du tisserand et le *métier à tisser mécanique*, pour faire comprendre immédiatement en quoi consiste cette différence.

Considérée sous un autre point de vue, la machine de M. Roth appartient à la classe de celles que nous appellerons *numériques*, c'est-à-dire qu'elle donne des résultats toujours numériquement exacts jusques et y compris le chiffre des plus basses unités sur lesquelles on a opéré, tandis que les machines *graphiques* ne font connaître les résultats des opérations qu'elles servent à effectuer que jusqu'à un certain degré d'approximation variable avec la nature et la grandeur de l'instrument. Une multiplication ordinaire effectuée avec tous les chiffres des deux facteurs, est une opération *numérique*, la multiplication des mêmes facteurs par le moyen des logarithmes est une opération *graphique*.

Imaginez un appareil peu volumineux, d'une construction simple, d'un prix modéré, d'un usage facile qui permette d'effectuer, sans aucune fatigue de tête pour le calculateur, les additions les plus longues, tel est le but que M. Roth s'est proposé. Ce but il l'a complètement atteint, et le résultat est d'une assez grande importance, même au point de vue pratique, pour mériter d'être signalé et encouragé.

L'addition de longues séries de nombres est, en effet, l'opération de l'arithmétique la plus fastidieuse et la plus sujette à erreur. Elle exige de la part du calculateur des précautions particulières dans la disposition des chiffres et une attention soutenue pendant toute la durée. Elle ne comporte aucune preuve qui puisse être promptement effectuée. Toutes celles que l'on a imaginées reviennent implicitement à recommencer l'opération dans un autre ordre, et, avant que M. Cauchy s'en fût occupé, on ne connaissait pas de preuve qui comportât un degré satisfaisant de probabilité.

Avec la machine de M. Roth, au contraire, il n'est pas nécessaire que les nombres à additionner soient placés dans un ordre régulier; de quelque manière qu'ils se présentent, on les inscrit sur les cadrans de la machine avec la même facilité, à l'aide de la graduation que portent ces cadrans. Cette propriété est avantageuse, surtout lorsque l'addition dont on veut connaître le résultat se rapporte à des nombres disposés en lignes horizontales, et non pas en colonnes verticales; ce qui est, comme on sait, le cas de beaucoup de tableaux relatifs à la statistique, à la comptabilité, etc.

Il suffit d'avoir eu quelquefois des opérations de ce genre à effectuer, pour sentir tout ce qu'il peut y avoir d'utile dans l'emploi d'un *appareil automatique*. Le calculateur le plus habile et le plus intrépide se sent fatigué lorsqu'il a fait des additions pendant deux ou trois heures: et il ne paraît pas possible de continuer longtemps ces calculs, en n'y consacrant même que quatre ou cinq heures par jour.

Aussi est-ce à la nécessité où se trouvait Pascal d'aider son père dans les longues additions des comptes de l'intendance de Rouen, que l'on doit la fameuse machine arithmétique dans l'invention et dans l'exécution de laquelle se consuma une partie de l'existence de cet homme illustre. Il paraît constant que les veilles et l'assiduité du travail qu'exigea cet ouvrage altérèrent profondément une constitution qui n'était pas encore formée, et furent la source des maux qui remplirent d'amertume le reste de la vie de Pascal et en abrégèrent la durée. Il raconte, lui-même, qu'il exécuta plus de cinquante modèles, tous différents, les uns de bois, les autres d'ivoire et d'ébène, et les autres de cuivre, avant d'en venir à l'achèvement de la machine qu'il considéra comme définitive. Encore, cette machine, qui revenait à un prix excessif, avait-elle un défaut capital, qui en limitait forcément l'usage à des nombres de peu de chiffres. Cet inconvénient consiste en ce que, lorsque les chiffres consécutifs des unités, des dizaines, des centaines, etc., sont des 9, pour ajouter une ou plusieurs unités, il faut exercer un effort contre une résistance proportionnée au nombre des chiffres; de sorte que la machine cesse de fonctionner convenablement, pour cinq ou six chiffres seulement dans le cas dont il s'agit.

C'est en 1642 que la machine de Pascal fut imaginée: elle devint le point de départ et comme le modèle d'une foule d'autres inventions du même genre, dont aucune n'a jamais complètement réussi. L'illustre Leibnitz, lui-même, s'engagea dans des recherches relatives à ce sujet. Il dépensa une somme considérable, évaluée par quelques auteurs à environ cent mille francs, pour n'obtenir qu'un appareil d'une exécution fort imparfaite et d'un jeu incertain, comme on en put juger lorsqu'il présenta cet appareil à l'Académie des sciences de Paris, vers le dernier quart du dix-septième siècle. Le mécanisme intérieur n'a jamais été décrit. MM. Lépine et Boississandeau, en 1725 et 1750, firent aussi à la machine de Pascal des modifications qui ne paraissent pas avoir été de nature à en vulgariser l'usage.

Jean Poleni, célèbre vénitien, publia, en 1709, la description d'une machine arithmétique qu'il avait imaginée sur ce qu'il avait entendu dire de celles de Pascal et de Leibnitz. Mais il paraît que cette machine satisfaisait peu son auteur puisqu'il la brisa, dès qu'il eut entendu parler de celle que Brauer, mécanicien de Vienne, avait présentée à l'empereur, et il ne voulut jamais la rétablir.

Je ne citerai que pour mémoire la machine décrite, en 1727, dans le *Theatrum arithmetico-geometricum* de Léupold; celle de Gersten (1735), dessinée et décrite dans les *Philosophical Transactions*; celle de lord Mahon, comte de Stanhope (1776), etc., et passant sous silence quelques noms peu connus, nous trouvons la célèbre machine à laquelle M. Babbage, géomètre distingué, travaille depuis une trentaine d'années. Les dépenses, au milieu de l'année 1844, ne s'élevaient pas à moins de 425,000 francs, et cependant la machine n'était encore exécutée qu'à une petite échelle et avait des usages fort limités. Il faudrait une somme plus considérable encore pour réaliser, à une échelle convenable, les derniers projets de M. Babbage. On aurait, il est vrai, un chef-d'œuvre de mécanique appliqué: mais que gagnerait-on sous le rapport pratique, à la possession de ce chef-d'œuvre? Les avantages que l'on pourrait en tirer sont au moins douteux.

On doit donc savoir gré à M. Roth, qui a fait sur l'historique des machines à calcul des recherches approfondies dont nous avons profité dans les détails précédents, de ne pas s'être effrayé de la réussite incomplète de ses devanciers et d'avoir persévéré dans l'accomplissement de la tâche qu'il s'était imposée.

Le principe fondamental de toutes ces machines dérive toujours de celui dont Pascal a fait usage pour la sienne. Il consiste dans l'emploi d'une série de roues dentées, dont chacune met en évidence, sur une plaque ou platine supérieure, un des dix premiers chiffres à partir de zéro, lorsqu'on fait tourner cette roue d'autant de crans que l'on veut avoir d'unités. On peut donc faire paraître à la partie supérieure de l'instrument un nombre quelconque en dessous de la limite pour laquelle cet instrument est construit.

De plus, la platine est percée, au dessus de chaque roue, d'une rainure de forme circulaire, graduée en dix parties égales qui correspondent aux dix chiffres 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9; et, pour faire tourner chaque roue d'un certain nombre de crans, il suffit d'enfoncer une pointe dans la rainure, au dessous du chiffre correspondant à ce nombre de crans, et de pousser de droite à gauche, jusqu'à ce que la pointe soit arrêtée contre l'extrémité de la rainure. Lorsque le chiffre que l'on ajoute ainsi à celui qui était déjà marqué donne une somme plus forte que 9, la retenue est indiquée immédiatement par la roue à gauche, qui saute d'un cran, par suite de l'effet d'un échappement ou détente agissant sur cette dernière roue.

Le perfectionnement majeur que l'on doit à M. Roth consiste principalement dans la composition et dans le mode d'action de la détente. Cette composition est telle que lorsque tous les cadrans de l'appareil marquent des 9, les détentes sont toutes au maximum de tension, prêtes à échapper si l'on vient à avancer la roue de droite d'un seul cran. Mais elles sont aussi, dans cet état, parfaitement isolées et indépendantes les unes des autres, en ce sens que l'action à exercer pour faire tourner d'un cran la roue de droite ne sera pas plus considérable que si toutes les autres roues ne devaient pas tourner après celle-là. Ainsi la communication du mouvement, en cet instant, est successive et non pas simultanée, comme dans la machine de Pascal, et l'ef

fort de l'opérateur étant indépendant du nombre des roues, le mécanisme de M. Roth est applicable à des calculateurs d'un nombre indéfini de cadrans.

Si l'on en croit le témoignage de Kratzenstein, géomètre et physicien du siècle dernier, M. Roth ne serait pas le premier inventeur d'un mécanisme de ce genre. Ainsi, l'on trouve dans une lettre de Kratzenstein à Lesage de Genève, (2 février, 1772), un passage fort curieux où ce savant décrit les propriétés remarquables d'une machine arithmétique construite par lui, et signale parmi les défauts des autres, l'erreur à laquelle elles sont sujettes lorsqu'il faut passer d'un nombre de plusieurs 9, tel que 9,999 à 10,000. Voir la notice de la vie et des ouvrages de Lesage de Genève, à Genève, 1805; in-8°, p. 405), mais la machine de Kratzenstein est aujourd'hui complètement oubliée, si même elle existe encore; l'auteur avait refusé de la céder à l'Académie de Pétersbourg, et rien ne peut faire supposer que M. Roth en ait jamais eu connaissance.

Tout, au contraire, met hors de doute qu'il doit à lui seul, à ses travaux longtemps prolongés, à ses sacrifices de temps et d'argent, l'ingénieux mécanisme dont je viens d'essayer de donner une idée.

Un autre perfectionnement notable que l'on doit à M. Roth, consiste dans l'emploi d'un mécanisme très simple et d'un jeu très sûr, pour ramener, en un clin-d'œil, tous les chiffres à 9, à la fin de chaque opération. Il suffit alors d'avancer d'un seul cran la roue de droite pour que tout revienne à zéro, et pour que l'appareil soit ainsi prêt à un nouveau calcul.

Du reste, les appareils de M. Roth se recommandent encore à d'autres titres. Ils sont réellement *fabriqués* dans toute l'acception du mot; leur ajustage est fait avec beaucoup de soin, et ils peuvent être livrés au commerce à des prix très modérés. Une disposition très simple les rend propres à effectuer la soustraction aussi bien que l'addition, mais cette opération qui n'a lieu qu'entre deux nombres est trop facile pour qu'on ait recours à la machine; le calcul direct ne paraîtra jamais fatigant, et sera toujours plus court.

Il faudrait des expériences sur une grande échelle pour comparer avec quelque précision, sous le rapport du temps nécessaire aux opérations, la machine de M. Roth avec les procédés ordinaires. Mais quelques heures d'usage suffisent pour faire reconnaître les résultats suivants :

1° Le calcul direct conduit plus promptement au résultat que la machine, quand il s'agit de peu de nombres ne renfermant pas plus de 3 ou 4 chiffres, et disposés en colonnes verticales.

2° A mesure que le nombre des quantités à ajouter et que le nombre de leurs chiffres augmente, la différence tend à s'effacer, et pour une addition composée de 40 à 50 nombres de 6 à 7 chiffres, il y aura, sous ce rapport du temps, quelque avantages à se servir de la machine, pour un calculateur médiocre.

3° Cet avantage sera déjà sensible quand il s'agit d'une addition de 8 à des nombres de 5 à 6 chiffres, disposé horizontalement : il le serait surtout pour l'addition de nombres complexes tels que les degrés, minutes et secondes de la division sexagésimale de la circonférence.

4° En admettant qu'il y ait, dans tous les cas, infériorité de la machine, sous le rapport du temps, ce qui a peut-être lieu pour les calculateurs exercés, il n'en est pas moins constant que l'usage de cette machine, qui est d'ailleurs très sûr et qui n'offre aucune chance particulière d'erreur, a pour lui l'inappréciable avantage de ne donner aucune fatigue pour arriver au résultat. Il serait donc possible de l'employer pendant des heures entières, et tous les jours si besoin était.

.....

Je suis avec un profond respect,

Monsieur le sous-secrétaire d'État.

Votre très-humble et très-obéissant serviteur,

L'ingénieur, secrétaire de la section des
chemins de fer.

Signé : L. LALANNE.

Paris, le 5 juin, 1874.

Pour extrait conforme :

Le chef de la division du secrétariat général et
du personnel,

BIGARNE.