

COMPTE RENDU
DES SÉANCES
DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 3 JUILLET 1854.

résistance qui fait équilibre à l'action électrique et arrête le levier et la tasse électrisée par induction à une distance angulaire plus ou moins grande, il faut en proportionner la valeur à celle de la masse tournante. Voilà pourquoi, au lieu d'un seul fil de cocon, il sera utile d'en prendre plusieurs réunis, non pas tordus à la manivelle, mais simplement collés ensemble par l'action de leur propre substance gommeuse et de l'eau chaude, tels qu'ils sortent enfin du premier appareil de la filature.

» Au reste, si l'on trouve la force de torsion du fil de soie trop faible, et qu'on veuille abréger le temps des observations, il n'y aura qu'à poser parallèlement à la direction de l'index une petite aiguille aimantée sur la tasse mobile, comme on le fait pour l'indicateur de l'électroscope de Peltier, et à placer les appendices de la tasse fixe dans une direction qui forme un angle de 4 à 5 degrés avec le méridien magnétique.

» Mais il ne faut pas oublier qu'alors on perdra en sensibilité ce que l'on gagnera du côté de la promptitude des observations, à peu près comme cela arrive en mécanique dans le cas où il s'agit de soulever un poids à une certaine hauteur, avec une force appliquée directement ou rendue plus efficace par le moyen des moufles, du treuil ou de toute autre machine, car on ne peut augmenter la vitesse qu'aux dépens de la force, ou *vice versa*.

» Le secours de l'aiguille aimantée pourra toutefois être utile dans plusieurs circonstances, et surtout lorsque la trop grande humidité de l'air enlève rapidement l'électricité à la partie extérieure de l'instrument (1). »

RAPPORTS.

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Rapport sur l'arithmomètre de M. THOMAS*
(de Colmar).

(Commissaires, MM. Cauchy, Piobert, Mathieu rapporteur.)

« La machine à calculer que M. Thomas a présentée à l'Académie et qu'il nomme *arithmomètre*, avait été, en 1820, l'objet d'un brevet d'invention. Les efforts que l'auteur a faits depuis cette époque pour perfectionner cet instrument lui ont valu des récompenses à la Société d'Encouragement,

(1) Les dimensions du modèle sont les suivantes : diamètre de la cage, 115 millimètres; hauteur de la même, 11 centimètres; longueur du fil de cocon, 25 centimètres; distance entre le cadran et le disque de verre qui ferme la cage métallique, 3 centimètres; diamètre intérieur de la tasse fixe, 21 millimètres; diamètre extérieur de la tasse mobile, 16 millimètres.

à l'Exposition de l'Industrie française en 1849, et à l'Exposition universelle de Londres.

» L'organe principal de cette machine consiste dans une suite de *cylindres cannelés* semblables, dont les axes parallèles sont situés dans un même plan horizontal.

» Considérons le premier cylindre à droite. Sa surface, dans un peu moins de la moitié de son contour, est couverte par neuf *arêtes saillantes* placées les unes contre les autres comme des dents d'un engrenage cylindrique. Ces arêtes ont des longueurs proportionnelles aux nombres 9, 8, 7, 6, 5, 4, 3, 2, 1. La première occupe toute la longueur du cylindre, la seconde est plus courte d'un neuvième, et ainsi de suite jusqu'à la dernière, qui est égale au neuvième de la longueur du cylindre. Un *arbre* à section rectangulaire, parallèle au cylindre cannelé, porte un pignon à dix dents, mobile le long de cet arbre.

» La boîte contenant le cylindre cannelé, l'arbre parallèle et le *pignon mobile* est fermée par une table horizontale en cuivre dans laquelle on a pratiqué une *coulisse* ou rainure parallèle au cylindre et qui se trouve exactement au-dessus de l'arbre du pignon mobile. Sur le bord de la coulisse qui est de même longueur que le cylindre, on a tracé dix divisions à égales distances et marquées des nombres 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9. Un *index*, qui glisse librement dans la coulisse et qui est lié au pignon mobile, fait marcher ce pignon le long de l'arbre. Supposons, par exemple, que l'on amène l'index sur le n° 3 de la coulisse, le pignon mobile qui le suit arrive vis-à-vis le commencement de l'arête saillante 3 du cylindre. Si le cylindre fait un tour entier, trois dents du pignon mobile seront poussées par les trois arêtes saillantes 1, 2, 3, les seules qui puissent atteindre ce pignon, puisque les autres arêtes ne commencent qu'au-dessus du nombre 3 de la coulisse. Le pignon, en tournant de trois dents, imprime à son arbre une rotation qui va transporter le chiffre 3 sur un cadran, dans un autre compartiment de la machine.

» L'arbre qui sert d'axe au pignon mobile porte à son extrémité, prolongée dans une autre boîte, un pignon fixe vertical à dix dents, qui engrène par sa partie supérieure dans une *couronne* ou roue d'angle horizontale à dix dents. L'axe vertical de cette couronne est aussi l'axe d'un *cadran horizontal* sur le contour duquel on a marqué dans dix cases les chiffres 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9. La couronne, le cadran qui est par-dessus, et leur axe commun, sont maintenus par un pont au-dessous d'une règle ou *tablette* en cuivre qui est de niveau avec la table des coulisses. Dans cette

tablette du cadran, il y a une petite ouverture circulaire ou *fenêtre du cadran*, par laquelle on voit passer de droite à gauche, à partir de zéro, les chiffres 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, quand le cadran fait un tour entier. La tablette mobile autour d'une tringle comme charnière peut être soulevée de manière que la couronne qu'elle emporte ne soit plus embrayée dans le pignon fixe vertical qui est par-dessous. Dans cette position, on peut à volonté faire glisser la tablette longitudinalement, ou faire tourner le cadran avec un petit bouton central de manière à amener à la fenêtre du cadran le chiffre zéro ou tout autre.

» Maintenant, concevons que l'index soit placé sur le chiffre 3 de la coulisse et que le cylindre fasse un tour entier de droite à gauche : les trois arêtes 1, 2, 3 du cylindre poussent trois dents du pignon mobile. Le pignon fixe, qui a même arbre que le pignon mobile, avance également de trois dents. La couronne, entraînée à son tour par le pignon fixe, marche aussi de trois dents, et le cadran fait trois pas de droite à gauche. On voit arriver successivement à la petite fenêtre du cadran les chiffres 1 et 2, puis le chiffre 3, qui remplace le zéro qui s'y trouvait d'abord.

» A côté du cylindre que nous venons de décrire avec tous ses accessoires et qui correspond aux unités, on a placé parallèlement à gauche des cylindres semblables pour les dizaines, les centaines, etc. La tablette porte, indépendamment des cadrans correspondants à chaque cylindre, d'autres cadrans sur la gauche en nombre au moins égal, afin de pouvoir exécuter les opérations qui conduisent à un grand nombre de chiffres.

« Le seul moteur de la machine est une manivelle que l'on tourne toujours de gauche à droite et qui, au moyen d'un arbre de couche, fait tourner à la fois tous les cylindres cannelés de droite à gauche. Ceux-ci par leurs arêtes saillantes poussent les pignons mobiles et les font toujours tourner de gauche à droite.

» Passons aux opérations que l'on peut faire avec l'arithmomètre.

» *Transport d'un nombre donné dans les fenêtres des cadrans.* — A l'aide d'un bouton particulier, on amène à la fois tous les zéros aux fenêtres des cadrans. Soit 573 le nombre donné. On pousse l'index du premier cylindre de droite ou des unités sur le chiffre 3 de la coulisse. On fait de même monter les index des dizaines et des centaines sur les chiffres 7 et 5. Le nombre 573 se trouve alors écrit sur les coulisses avec trois index, et un tour de manivelle le transporte dans les fenêtres des trois premiers cadrans de droite.

» *Addition.* — On écrit un nombre avec les index des pignons mobiles; on fait un tour de manivelle, et il est transporté dans les fenêtres où se trou-

vaient d'abord des zéros. On transporte de même un deuxième nombre qui s'ajoute au premier, puis un troisième, et ainsi de suite. La somme de tous les nombres avec lesquels on a opéré est alors écrite dans les fenêtres des cadrans.

» Quand la somme de deux chiffres qui s'ajoutent sur un même cadran surpasse 9, les unités se trouvent dans la fenêtre de ce cadran et la dizaine ou la *retenue* passe sur le cadran de gauche. Supposons, par exemple, que le nombre 4, écrit sur la coulisse des unités, doive s'ajouter au nombre 8 qui est déjà dans la fenêtre du cadran des unités. Avec un tour de manivelle ce cadran fait quatre pas; il amène d'abord les trois chiffres 9, 0, 1 à la petite fenêtre et s'arrête au chiffre 2. Bientôt après, le cadran des dizaines avance d'un pas et enregistre la dizaine ou la *retenue* qui complète la somme 12, des deux nombres 8 et 4.

» Le passage de la retenue d'un cadran au suivant est un problème qui a beaucoup occupé les constructeurs de machines à calculer. M. Thomas opérait la retenue au moyen d'un mécanisme où se trouvaient des ressorts qui ne pouvaient pas toujours fonctionner avec sûreté et exactitude. Après un grand nombre d'essais, il est arrivé à un mécanisme qui ne renferme qu'un ressort et qui offre, par conséquent, moins d'inconvénients.

» Quand le zéro qui suit 9 arrive à la petite fenêtre, une *came* en acier, placée sous le disque du cadran vis-à-vis le zéro, presse et fait tourner le bras d'un levier coudé; une cheville ou *doigt* qui tourne de droite à gauche, s'engage bientôt dans les dents du pignon fixe des dizaines, le fait avancer d'un pas, et l'on voit le chiffre 1 à la fenêtre du cadran des dizaines. Pendant que les chiffres de 1 à 9 traversent la fenêtre du cadran des unités qui tourne de droite à gauche, le support du doigt se déplace progressivement au moyen d'un plan incliné circulaire. Le bras du levier tourne en même temps en sens contraire, revient à sa première position, où il est de nouveau pressé par la came lorsque le zéro reparaît dans la petite fenêtre. Un ressort presse l'autre bout du levier coudé, qui ne peut, en conséquence, tourner que par l'action de la came ou par le jeu du plan incliné. C'est par ce moyen que s'opère le passage de la retenue d'un cadran au suivant sans que l'on ait besoin de s'en occuper.

» *Soustraction.*— Quand le grand nombre est transporté dans les fenêtres des cadrans et le petit nombre écrit avec les index, la soustraction s'opère par un tour de manivelle. Mais alors les cadrans, au lieu de tourner de droite à gauche, dans l'ordre croissant 1, 2, 3, etc., comme pour l'addition, doivent tourner de gauche à droite, dans l'ordre inverse des chiffres. M. Thomas obtient ce résultat et change l'addition en soustraction, au moyen d'un

second pignon fixe sur chaque arbre. Ce second pignon vertical atteint la couronne horizontale dans un point diamétralement opposé au point où engrène le pignon pour l'addition. La couronne poussée en sens contraire fait tourner le cadran dans l'ordre inverse des chiffres ; chaque chiffre du petit nombre se retranche du chiffre correspondant du grand, et le reste de la soustraction se lit dans les fenêtres des cadrans. Quand, par exemple, 7 unités doivent se retrancher de 5, le cadran des unités rétrograde de sept pas ; on voit arriver dans la fenêtre où était le chiffre 5, les sept chiffres 4, puis 3, 2, 1, 0, 9, enfin 8 qui marque le reste. Mais par suite du passage de zéro par la petite fenêtre, le cadran des dizaines fait un pas rétrograde et perd une unité par l'action inverse du mécanisme qui opère la retenue dans l'addition.

» Les deux pignons verticaux pour l'addition et la soustraction qui tournent toujours de gauche à droite, sont liés par un manchon placé à l'extrémité de l'arbre rectangulaire du pignon mobile. A l'aide d'un bouton, on fait glisser le manchon le long de l'arbre, de manière à embrayer dans la couronne horizontale, tantôt le pignon vertical pour l'addition, tantôt le pignon opposé pour la soustraction.

» *Multiplication.* — On écrit le multiplicande avec les index. A chaque tour de manivelle il se transporte dans les fenêtres des cadrans. Dans un nombre de tours égal aux unités du multiplicateur, le multiplicande s'ajoute donc à lui-même autant de fois qu'il y a d'unités dans le multiplicateur, et le premier produit partiel se trouve dans les chiffres apparents des cadrans. Alors on fait glisser à la main vers la droite la tablette des cadrans, de manière que le cadran des dizaines prenne la place des unités, corresponde à la coulisse des unités. Ensuite on fait autant de tours de manivelle qu'il y a de dizaines dans le multiplicateur, et le second produit partiel qui se compose de dizaines, se forme et s'ajoute successivement au premier produit partiel, mais en commençant par le cadran des dizaines. Pour chaque autre chiffre du multiplicateur on continue d'avancer les cadrans d'un rang vers la droite, puis de tourner la manivelle pour former et ajouter les produits partiels correspondants. Quand on fait glisser d'un rang vers la droite les cadrans ou la somme des produits partiels déjà obtenus, on fait l'équivalent de ce qui se pratique dans la multiplication ordinaire où chaque produit partiel s'écrit en avançant d'un rang vers la gauche.

» Ainsi on obtient le produit total en formant les produits partiels pour tous les chiffres du multiplicateur, et en les ajoutant successivement après avoir fait avancer chaque fois les cadrans d'un rang vers la droite.

» *Division.* — On commence par mettre en prise avec la couronne le pignon vertical du manchon qui fait tourner chaque cadran, de gauche à droite, dans l'ordre inverse des chiffres comme dans la soustraction. Après avoir écrit le dividende dans les fenêtres des cadrans et le diviseur avec les index, on voit quelle est la première tranche de chiffres qu'il faut prendre sur la gauche du dividende pour contenir le diviseur, et l'on fait glisser la tablette des cadrans de gauche à droite, de manière que le chiffre de droite de cette tranche soit au-dessus des unités du diviseur. On fait tourner la manivelle jusqu'à ce que la tranche soit réduite dans les fenêtres à un nombre plus petit que le diviseur. Comme, à chaque tour, on retranche une fois le diviseur, le nombre de tours sera précisément le premier chiffre du quotient. Le reste de la tranche et le chiffre suivant du dividende forment une seconde tranche; on fait rentrer d'un rang la tablette des cadrans pour que le nouveau chiffre de droite se trouve vis-à-vis les unités du diviseur. Alors le nombre de tours de la manivelle donne le second chiffre du quotient. On continue de la même manière pour obtenir les autres chiffres du quotient. A mesure que l'on trouve ces chiffres, on est obligé de les écrire à part parce qu'il n'en reste aucune trace dans la machine. Quand la division ne se fait pas exactement, le reste se trouve dans les fenêtres des cadrans.

» M. Thomas a construit des machines qui ont un indicateur des tours de la manivelle; ce qui dispense l'opérateur de les compter à mesure qu'il les exécute. A la gauche des cylindres se trouve une vis parallèle que la manivelle fait tourner exactement comme les cylindres. Les filets de la vis poussent la tige verticale d'un index ou *indicateur de tours*, mobile le long d'une coulisse qui est parallèle aux coulisses des pignons mobiles et qui porte aussi sur le bord des divisions marquées 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9. Si l'on amène l'indicateur à la hauteur du chiffre 4, et que l'on tourne la manivelle jusqu'à résistance, jusqu'à ce que l'indicateur soit descendu au point zéro, limite inférieure de sa course, on est sûr que tous les cylindres, comme la vis, ont fait quatre tours entiers.

» On pourrait, au besoin, exécuter avec l'arithmomètre des calculs compliqués, comme l'extraction des racines carrées et cubiques. Mais ces calculs exigent sans cesse le concours d'un opérateur exercé, et l'office de l'instrument devient très-secondaire. C'est dans la simple pratique des quatre règles de l'arithmétique que la machine de M. Thomas conservera ses avantages et sera réellement très-commode pour exécuter beaucoup d'opérations numériques ordinaires.

» La machine présentée à l'Académie est à huit cylindres cannelés et seize cadrans. Avec ce grand modèle, long de 55 centimètres sur 16 de largeur et 7 de hauteur, on peut faire la multiplication de huit chiffres par huit chiffres, ou de sept par neuf, et la division de seize chiffres par huit chiffres. Si, sans augmentation de volume, on mettait deux cylindres de plus sur la gauche, l'addition s'étendrait à une somme de onze chiffres au lieu de neuf et la soustraction pourrait s'appliquer à un nombre de onze chiffres.

» M. Thomas, en employant des cylindres cannelés, était parvenu, dès 1820, à construire une machine simple avec laquelle on pouvait exécuter, sans tâtonnement, les opérations ordinaires de l'arithmétique.

» L'idée du cylindre cannelé se retrouve dans une machine nommée *arithmaurel*, construite postérieurement par MM. Maurel et Jayet, et pour laquelle ils ont obtenu le prix de Mécanique de la fondation Montyon. Dans l'addition, la soustraction, la multiplication, la division, on a deux nombres dont on demande la somme, la différence, le produit ou le quotient. Quand ces deux nombres sont écrits avec les organes de l'arithmaurel, l'opération est faite par la machine, et le résultat se lit sur des cadrans. Cet instrument n'exige donc le concours de l'opérateur que pour écrire les nombres donnés; il résout complètement le problème mécanique poursuivi avec tant de persévérance, il y a deux cents ans, par Pascal et Leibnitz. Pouvait-on arriver à une solution satisfaisante, à une époque où la mécanique offrait peu de moyens pour produire avec précision et célérité les mouvements si variés, si compliqués qu'exige une machine à calculer? Au reste, il est à craindre que l'arithmaurel, qui repose sur des combinaisons mécaniques très-ingénieuses, mais délicates, n'entraîne dans des frais de construction trop élevés pour qu'il devienne bien usuel. Quant à l'arithmomètre, qui ne se trouve pas encore dans le commerce, c'est avec le plus honorable désintéressement que, depuis trente ans, M. Thomas n'a cessé de le perfectionner pour le rendre utile, de le simplifier pour qu'il pût être livré à un prix modéré.

» *Conclusion.* — L'arithmomètre opère immédiatement l'addition et la soustraction. Quand deux nombres sont écrits dans les fenêtres des cadrans et sur les coulisses avec les index, la somme ou la différence des nombres se trouve dans les fenêtres des cadrans après un tour de manivelle. Dans la multiplication et la division, quand on a écrit le multiplicande seulement avec les index, ou bien le dividende dans les fenêtres des cadrans et le diviseur avec les index, on doit faire autant d'opérations partielles qu'il y a de

chiffres dans le multiplicateur ou le quotient; et, après chacune de ces opérations, il faut encore effectuer à la main le déplacement des cadrans. Mais avec ce facile concours de l'opérateur, M. Thomas est parvenu à construire une machine très-simple, très-commode pour exécuter avec promptitude les calculs les plus ordinaires de l'arithmétique.

» Nous proposons à l'Académie d'accorder son approbation à cette machine. »

Les conclusions de ce Rapport sont adoptées.