

Arithmaurel de Maurel et Jayet

Alain Guyot
Chargé des collections



<http://www.aconit.org>



Arithmaurel de Maurel et Jayet vendu aux enchères, acheteur non connu

Arithmaurel

1.1. Introduction

Le 30 juillet 1849, l'« Exposition nationale des produits de l'industrie agricole et manufacturière », qui a duré 2 mois se termine. Au cours de la cérémonie de clôture sur les Champs-Élysées, le prince Louis-Napoléon Bonaparte, fraîchement élu président de la II^e République, confère une médaille d'or à une « machine à calcul » révolutionnaire¹.

Ce qui séduit les dauphinois est que cette machine a été conçue, prototypée et brevetée à Voiron par une société fondée à Voiron.



1.2. La machine à calcul « Arithmaurel » de Maurel et Jaylet



Arithmaurel de Maurel et Jayet, musée du CNAM N°Inv. 6709

On distingue, en haut, 8 tirettes d'inscription du multiplicande, dans la partie médiane 8 lucarnes d'affichage du totalisateur disposées en arc et en bas 4 cadrans en émail blanc² à aiguille du multiplicateur ainsi que leurs clés d'inscription. Au centre une clé {libre ↑ fixe} permet de débrayer le totalisateur et le remettre à zéro.

¹ "Histoire des expositions des produits de l'industrie française" par M. Achille de Colmon, 1855, page 437

² cadrans de montre, Maurel était maître horloger

Les tirettes d'inscription portent gravés sur le dessus les chiffres de 0 à 9.

Le prototype de démonstration soumis à la « commission sur l'industrie des nations » était un peu différent mais avaient exactement les mêmes fonctions:



1.3. Effectuer une multiplication simple

Pour distinguer une nouvelle opération de celle effectuée précédemment, il faut avant de commencer ramener la machine à zéro.

Afin d'effectuer une multiplication, on inscrit en premier le multiplicande (de préférence le facteur le plus long) en positionnant les tirettes en haut du boîtier de façon à amener en regard d'un repère chacun des chiffres du multiplicande. Ensuite on inscrit les chiffres du multiplicateur sur les cadrans ronds avec les 4 clés à oreille³.

Quand le multiplicande et le multiplicateur sont tous les deux inscrits, la multiplication est terminée et le produit se lit sur les lucarnes du totalisateur. La commission de l'exposition note dans son rapport : « *Cet instrument n'exige le concours de l'opérateur que pour inscrire les nombres* » c'est à dire sans qu'il soit nécessaire de connaître l'algorithme de la multiplication.

En fait, après initialisation, le totalisateur affiche en permanence le produit des tirettes par les cadrans. Contrairement aux modernes calculettes, l'arithmaurel n'a pas de touche " = " pour lancer le calcul, pas plus d'ailleurs que de touche " × "

Si on omet de remettre à zéro le totalisateur entre deux multiplications, on effectue facilement des sommes ou différences de produits : $a_1 \times b_1 \pm a_2 \times b_2 \pm a_3 \times b_3 \dots$



1.4. Multiplication abrégée

Observez que les cadrans à aiguille portent deux fois la séquence 0 à 9. La séquence de gauche est positive, celle de droite négative. Faire tourner l'aiguille dans le sens direct (*dextrorsum*) effectue des additions, et dans le sens rétrograde (*sinistrorsum*) des soustractions. Les valeurs des chiffres de chaque cadrans $\in \{ \overline{9}, \overline{8}, \overline{7}, \overline{6}, \overline{5}, \overline{4}, \overline{3}, \overline{2}, \overline{1}, 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 \}$ (on note un chiffre négatif avec une barre au dessus " $\overline{\quad}$ " ⁴ plutôt que précédé du signe " - " pour éviter la confusion avec l'opération soustraction.).



³ 1/5 de tour de la clé à oreille passe au chiffre suivant ou au précédent suivant le sens.

⁴ Ce signe diacritique < $\overline{\quad}$ > est un macron

La représentation « chiffres signés » a été décrite et illustrée par Augustin Cauchy dès 1840. Elle permet d'abrégier la multiplication. Par exemple 0999 s'écrit aussi $100\bar{1}$ ⁵, multiplier avec la première représentation du multiplicateur demande 27 additions successives et la seconde seulement une addition et une soustraction.

1.5. Multiplication longue

La somme du nombre de chiffre du multiplicande et du multiplicateur doit rester inférieur à 9. Dans la pratique, l'Arithmaurel multiplie deux nombres de 4 chiffres au plus.

Pour multiplier des nombres plus longs, on les décompose en paquets de 4 chiffres puis on additionne les produits partiels correctement décalés.

Exemple de multiplication : $1234\ 5678 \times 8765\ 4321 = 1082\ 1520\ 2237\ 4638$

$$5678 \times 4321 = \quad \quad \quad 2453\ 4638$$

$$1234 \times 4321 = \quad 0533\ 2114$$

$$5678 \times 8765 = \quad 4976\ 7670$$

$$1234 \times 8765 = 1081\ 6010$$

$$\text{Total} = 1082\ 1520\ 2237\ 4638^6$$

Comme il est dit plus haut, l'Arithmaurel effectuant des sommes de produits, les additions des colonnes sont implicites.

Maurel et Jaillet étaient très conscient de l'inconfort de la limitation à 4 chiffres et ont entrepris un modèle multipliant deux nombres 5 puis de 8 chiffres.

1.6. Addition et soustraction

L'addition et la soustraction se ramènent à la somme ou différence de produits, le deuxième terme étant toujours 1 ou $\bar{1}$.

1.7. Division

Un dispositif de l'arithmaurel interdit au totalisateur de devenir négatif en bloquant les clés⁷. Pour effectuer une division, le dividende est d'abord amené dans le totalisateur, comme pour une addition, puis le diviseur est inscrit avec les tirettes. Ensuite on tourne l'aiguille des milliers dans le sens rétrograde (soustraction) jusqu'au blocage, puis l'aiguille des centaines, des dizaines et enfin des unités, toujours jusqu'au blocage. Les cadrans affichent alors le quotient et le totalisateur affiche le reste de la division.

L'arithmaurel ne demande pas de connaître l'algorithme de la division.

2. La gloire

2.1. Présentation à l'Académie

Au début de l'année 1849, François Arago⁸, secrétaire perpétuel de l'Académie des Sciences, « appelle » les inventeurs à présenter leurs machines. Dans les « Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des Sciences. Tome XXVIII, N° 7, Premier semestre 1849 » on peut lire ce qui suit :

« • MM. Maurel et Jayet présentent une machine à calculer de leur invention, et exécutent, sous les yeux de l'Académie, plusieurs multiplications, avec quatre chiffres aux deux facteurs.

⁵ 0999 peut s'écrire en chiffres signés : $1\bar{1}99$ ou $10\bar{1}9$ ou $100\bar{1}$

⁶ En 1960 Anatoly Karatsuba a montré, à la surprise des arithméticiens, que trois multiplications suffisent

⁷ La retenue sortante du totalisateur est bloquée, empêchant mécaniquement le totalisateur de changer de signe.

⁸ François Arago (1786 – 1853) polytechnicien, académicien, physicien, ministre

(Commissaires, MM. Cauchy⁹, Binet¹⁰, Largeteau¹¹.)

• M. Binet, au nom de la Commission chargée d'examiner la machine arithmétique de MM. Maurel et Jayet demande l'adjonction d'un quatrième commissaire qui se soit occupé plus spécialement de mécanique appliquée.

• Rapport sur une machine arithmétique présentée à l'Académie des Sciences par MM. Maurel et Jayet de Voiron, département de l'Isère.

(Commissaires, MM. Cauchy, Largeteau, Seguier¹², Binet rapporteur.) »

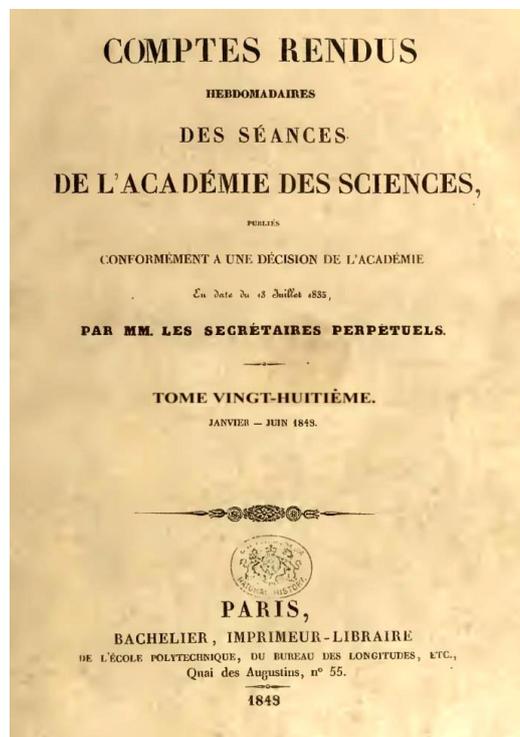
Ce rapport des « *Comptes rendus hebdomadaires de l'Académie des Sciences* » long de 9 pages (p. 209 à 217), remonte aux méthodes de l'arithmétique des grecs et des romains, cite très abondamment Blaise Pascal et finalement compare favorablement l'Arithmaurel à la « machine d'arithmétique¹³ » de ce dernier

Voici le dernier paragraphe de ce rapport :

« *Tout en reconnaissant et en recommandant les qualités de l'instrument qu'ils viennent d'examiner, vos Commissaires sont fort loin de la pensée que l'arithmétique mécanique va se substituer à l'arithmétique écrite¹⁴; ils ne méconnaissent pas l'importance capitale du talent de bien calculer, et ils se hâteraient de repousser cette induction exagérée, si leurs éloges du nouvel instrument devaient la suggérer. Nous avons seulement prétendu exprimer*

qu'il peut aider le géomètre qui rencontre souvent de longs et fastidieux calculs à faire ou à vérifier, qu'il pourra devenir très-utile et même usuel dans les maisons de banque et de commerce, parmi les vérificateurs, les ingénieurs, etc., qui ont sans cesse à multiplier des prix par des quantités, ou qui ont à effectuer des supputations analogues »

Dans le Tome XXXI des comptes rendus, on trouve encore « *Un prix est accordé à MM. Jayet et Maurel pour cette invention. (Concours pour le prix de Mécanique, 1849-1850).* »



2.2. Préparation de l'exposition de 1849

Pour promouvoir l'Arithmaurel, Maurel et Jayet on fait imprimer une brochure distribuée pendant l'exposition, sous-titrée : « *Rapport à l'Académie et opinions des journaux sur l'ARITHMAUREL.* »

Le premier paragraphe de l'introduction de cette brochure en donne le ton :

« *Réduire en mécanique une science qui réside tout entière dans l'entendement humain : l'arithmétique: tel est le difficile et audacieux problème dont la solution a été vainement cherchée depuis plus de trois cent ans par les hommes les plus éminents : Pascal, Leibniz,*

⁹ Augustin-Louis, baron Cauchy (1789 – 1857), qui a travaillé sur la représentation « chiffres signés ».

¹⁰ Jacques-Philippe-Marie Binet (1786 – 1856), polytechnicien, mathématicien, géomètre

¹¹ Charles-Louis Largeteau (1791 – 1857), polytechnicien, physicien, astronome

¹² Armand-Pierre, Baron Séguier (1803 – 1876), ingénieur

¹³ Le nom Pascaline n'était pas encore d'usage en 1849

¹⁴ La période 1870 – 1970, siècle d'or du calcul mécanique, leur donnera tort

etc., etc. et qui de nos jours fatiguait encore en France, en Angleterre et en Allemagne, les intelligences les plus élevées.

Deux jeunes français, viennent, après dix ans de ruineux et pénible travaux, de résoudre ce problème d'une manière vraiment prodigieuse. A l'aide de leur machine l'enfant le plus étranger à la science des nombres, peut en quelque tours de clé, donner le résultat des opérations les plus compliquées de l'arithmétique avec autant de promptitude et de précision que les Mondeux¹⁵ et les Mangiamolli, ces prodigieuses intelligences qui ont fait naguère l'admiration et l'étonnement de l'Europe entière.

Un résultat aussi merveilleux constaté par une commission savante, et par la solennelle approbation de l'Académie des Sciences, au sein de laquelle M. Arago s'est empressé d'appeler les inventeurs placent l'Arithmaurel au nombre de ces inventions qui marquent une époque, et dont la destinée est de traverser les siècles.

La routine, l'impitoyable routine, qui presque toujours en France saisit à la gorge et étouffe au berceau l'inventeur et l'invention, ne portera pas sa main homicide sur la machine de MM. Maurel et Jayet; elle cédera bon gré, mal gré, écrasée par les immenses et incontestables avantages de l'Arithmaurel. »

Cette brochure de 44 pages reproduit in extenso le rapport de l'Académie des Sciences plus 16 articles de presse parus dans 13 journaux différents, ainsi que quelques courriers de lecteurs.

2.3. Exposition 1849

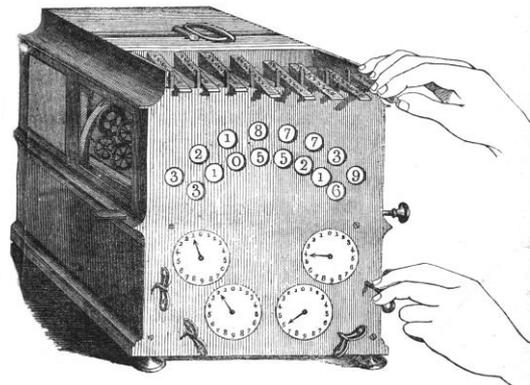
Le samedi 17 mars 1849, un Arithmaurel est démontré devant un des jurys de l'exposition.

Conclusion tirée du rapport du X^o jury
par M. Mathieu¹⁶, rapporteur

MM. MAUREL et JAYET ; avenue de l'observatoire n° 43, à Paris

« Les machines à calculer laissaient beaucoup à désirer : elles exigeaient trop souvent le concours de l'opérateur. MM. Maurel et Jayet ont cherché une meilleure solution avec ne grande persévérance : ils se sont efforcés de donner à toutes les parties de leur machine de bonnes conditions de stabilité, et d'assurer l'exactitude et la sûreté de ses mouvements sans le secours d'aucune espèce de ressort. Ils avaient à

EXPOSITION DE 1849.
ARITHMAUREL
INVENTÉ PAR MM. MAUREL ET JAYET,
DE VOIRON (ISÈRE).



MM. MAUREL ET JAYET,
AVENUE DE L'OBSERVATOIRE, 43,
PARIS,
1849.

RAPPORT DU JURY CENTRAL

SUR LES PRODUITS

DE L'AGRICULTURE ET DE L'INDUSTRIE

EXPOSÉS EN 1849

TOME II



PARIS
IMPRIMERIE NATIONALE
M DCCC L.

¹⁵ Henri Mondeux, (1826 – 1861) était un calculateur prodige, simple berger tourangeau à l'origine.

¹⁶ Claude-Louis Mathieu (1783 – 1875) polytechnicien, membre de l'institut et du bureau des longitudes

vaincre de très-grandes difficultés ; ils les ont habilement surmontés par d'heureuses dispositions mécaniques, par d'ingénieuses transmissions de mouvement dans la belle machine qu'ils ont présenté à l'exposition.

Le jury décerne une médaille d'or à MM. Maurel et Jayet. »

Le jury de l'exposition ne pouvait faire moins que celui de l'Académie ¹⁷.

2.4. Concurrents malheureux de l'Arithmaurel

Les concurrents de l'Arithmaurel étaient de grande valeur

« *Arithmomètre inventé par M. Thomas¹⁸, de Colmar* », médaille d'argent¹⁹, obtiendra encore la médaille d'argent à l'Exposition Universelle de Londres 1851, puis enfin la médaille d'or de la Société d'encouragement pour l'Industrie Nationale en 1851. L'arithmomètre, très amélioré, ne sera présenté à l'Académie des Sciences qu'en 1854. Thomas a été fort déçu de cette seconde place car il était persuadé, à tort, d'avoir inventé le cylindre cannelé et que l'Arithmaurel plagiait en partie son Arithmomètre. D'autre part une centaine d'Arithmomètre étaient déjà journallement utilisée dans ses sociétés d'assurance alors qu'il n'existait vraisemblablement que quatre ou cinq Arithmaurels

« *Machine à différence inventée par MM. Scheutz père et fils²⁰, de Stockholm* », médaille de bronze, qui obtiendra finalement la médaille d'or à l'exposition universelle de Paris de 1855. La « machine à différence » de Scheutz est directement inspirée de la machine de même nom de Babbage, mais contrairement à cette dernière, qui ne fut terminée qu'en 2002, 153 ans après son commencement, celle de Scheutz ne fonctionnait pas trop mal en 1849. C'était sans doute parce que Scheutz et son équipe ont commencé par un prototype modeste pour démontrer sa faisabilité et sont ensuite progressivement passés à des machines plus grandes et ce faisant utiles. Une différence de tempérament est aussi à considérer. Quoi qu'il en soit Babbage a activement soutenu Scheutz. Très schématiquement, la formule de Taylor (1715) permet d'approximer une fonction par un polynôme et une « machine à différence » de calculer mécaniquement les valeurs de ce polynôme.

2.5. Prix Montyon

Le 22 mai 1849 Maurel et Jayet s'associent sous « signature privée. » La société « T. Maurel, J. Jayet et Cie. » est enregistrée le 3 janvier 1851 au tribunal de Grenoble.

L'« Académie des Sciences de Paris » dans la séance du 16 décembre 1850 note que « *30 machines sont en construction dans l'un des premiers ateliers de la capitale.* » En outre la « *commission émet le vœu que l'Académie fasse l'acquisitions d'une machine.* »

La « Société d'Encouragement pour l'Industrie Nationale ²¹ » décerne le 12 mars 1851 à Maurel et Jayet le « Prix de mécanique de la fondation Montyon ²² » : 1 000 Fr. (environ 3 300 € actuels)

¹⁷ Les mêmes membres dans les deux jurys

¹⁸ Charles-Xavier Thomas (1785 – 1870) dit Thomas de Colmar

¹⁹ L'arithmomètre avait été présenté sans médaille à l'exposition de 1844

²⁰ Pehr Georg Scheutz (1785 – 1873) et son fils Edward. Comme Cauchy et Thomas, Scheutz fut anobli.

²¹ Fondée en 1801, avec la mission de « seconder l'industrie dans son développement [...] par des encouragements sagement conçus et appliqués ».

²² Le « prix Montyon » est un ensemble de prix de la fondation du baron Antoine Jean-Baptiste Robert Auget de Montyon (1733 – 1820). Le prix de vertu est encore décerné aujourd'hui.

2.6. Commission des ponts et chaussées

Dans les Annales des Ponts et Chaussées Tome VIII de 1854 page 288 se trouve l'extrait du Rapport N° 101 sur l'Arithmaurel suivi de l'extrait du Rapport N° 102 sur l'Arithmomètre. L'examen par une commission et le rapport au Ministre sont la procédure normale avant achat éventuel par l'administration.

Le rapport fait à M. le ministre des travaux publics, par MM. Combes, inspecteur général des mines, Michal, ingénieur en chef des ponts et chaussées et Lalanne²³, ingénieur en chef des ponts et chaussées, rapporteur, donne une description de l'Arithmaurel plus pertinente, précise et précieuse pour nous que celle des académiciens.

Voici la conclusion de ce rapport :

« *Résumé et conclusions.* — *La machine à calculs présentée à l'administration par MM. Maurel et Jayet nous paraît un des appareils les plus ingénieux et les plus parfaits qui aient jamais été imaginés. Le mécanisme a ce caractère remarquable que, nonobstant son extrême complication, il n'offre aucune des chances de dérangement ou de rupture qui se trouvent dans une foule de machines plus simples et moins sujettes à dérangement en apparence. La manière d'opérer est si simple qu'elle peut être apprise en quelques instants par un enfant, par une personne d'une intelligence bornée, n'ayant aucune notion de calcul et sachant seulement lire les nombres. Les opérations se font avec une rapidité telle qu'il ne faudrait pas moins de temps pour en inscrire sur le papier toutes les phases supposées connues que pour les achever à l'aide de la machine. Le prix est encore fort élevé, mais il baisserait sans aucun, doute, dans une très forte proportion, si le nombre des commandes était assez considérable.* »

De cette conclusion on peut lire entre les lignes : la machine est très intéressante mais encore trop chère et l'état n'achètera que si le prix baisse. Or pour que le prix baisse, il faut fabriquer beaucoup.

2.7. Roman « Paris au XX^e siècle »

En 1860, Jules Verne termine le roman d'anticipation « Paris au XX^e siècle » qui comporte : « *Il y avait loin du temps où Pascal construisait un instrument de cette sorte, dont la conception parut si merveilleuse alors. Depuis cette époque, l'architecte Perrault, le comte de Stanhope, Thomas de Colmar, Maurel et Jayet, apportent d'heureuses modifications à ce genre d'appareil.* »

2.8. Maurel et Jayet montent à Paris

En 1850 Maurel et Jayet sont à Paris pour profiter de l'atelier et des machines à tailler les engrenages, beaucoup plus productives et précises que celles dont ils disposaient à Voiron.

Ils prennent d'ailleurs comme adresse celle de cet atelier : 43, avenue de l'Observatoire.

Cet atelier, qui compta jusqu'à 20 ouvriers, a été fondé en 1829 par Joseph-Thaddeus Winnerl (1799–1886), un des meilleurs chronométriers²⁴.



²³ Léon Louis Lalanne (1811 – 1892) polytechnicien, ingénieur des Ponts, académicien, sénateur

²⁴ Des vaisseaux de la Marine conservent encore des chronomètres de Marine de Winnerl dans leur écrin de bois.

ANNALES
DES
PONTS ET CHAUSSÉES.

MÉMOIRES ET DOCUMENTS
RELATIFS
A L'ART DES CONSTRUCTIONS
ET AU SERVICE DE L'INGÉNIEUR;
LOIS, DÉCRETS, ARRÊTÉS ET AUTRES ACTES
CONCERNANT
L'ADMINISTRATION DES PONTS ET CHAUSSÉES.

3^e SÉRIE.
1854
2^e SEMESTRE.

PARIS.
CARILIAN—GOEURY ET V. DALMONT,
LIBRAIRES DES CORPS IMPÉRIAL DES PONTS ET CHAUSSÉES ET DES MINES,
Quai des Augustins, n° 49.
Près la rue des Grands-Augustins.

Vers 1836, Winnerl a inventé et breveté le cœur de chronographe, une came en forme de cœur permettant facilement la remise à zéro de l'aiguille des secondes Winnerl a habité 20 rue d'Artois à Paris.

En 1855, Maurel et Jayet-Dauphiné sont nommés²⁵ "vérificateurs des poids et mesures adjoints", respectivement pour les 10^e et 11^e arrondissements de Paris et pour l'arrondissement de St.-Denis²⁶. Peut-on y voir une aide déguisée du ministre du commerce et de l'industrie ?

3. La déroute

3.1. La fin de l'aventure

En 1855 est publié un petit livre (38 pages) par Jacomy-Régnier²⁷. Voici ce qu'il dit de l'Arithmaurel :

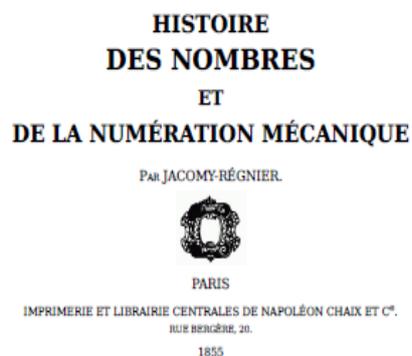
« À l'Exposition de l'industrie de 1849, une nouvelle machine à calculer : l'arithmaurel, fut présenté par MM. Maurel et Jayet. Cette machine, ainsi que l'a reconnu l'Académie des sciences, en la jugeant digne du prix de mécanique de la fondation Montyon, exécute très-bien les quatre principales opérations de l'arithmétique ; mais, comme l'a dit M. Mathieu, il est à craindre que les combinaisons mécaniques très-ingénieuses, mais très-déliçates, sur lesquelles elle repose, n'entraînent dans des frais de construction trop élevés pour que l'arithmaurel devienne jamais bien usuel.

Cependant cette machine, quoique la délicatesse de ses organes et le prix énorme qu'elle coûterait, si elle devait opérer avec un nombre de chiffres un peu considérable, semblent la condamner à n'être guère qu'un simple objet de curiosité, n'en fait pas moins beaucoup d'honneur à l'imagination et à l'habileté mécanique de MM. Maurel et Jayet. C'est une véritable gloire que l'arithmaurel aurait procurée à ses constructeurs, s'il pouvait se faire que l'année 1822 ne fût pas antérieure à l'année 1849, c'est-à-dire que l'arithmomètre n'eût pas précédé l'arithmaurel de plus de vingt-cinq ans.

Nous voulons dire par ce qui précède que MM. Maurel et Jayet ont certainement mis dans la construction de leur machine des combinaisons très-ingénieuses et dont personne ne songe à leur contester la priorité ; mais ils ont donné pour principal organe à cette machine de 1849 le même organe principal que M. Thomas de Colmar avait donné à son arithmomètre de 1822.

En d'autres termes, la machine de MM. Maurel et Jayet a été construite sur le principe de celle de M. Thomas de Colmar²⁸.

Ce brûlot a eu une influence certaine et pérenne, puisque dans le catalogue du musée des arts et métiers de 1942 on lit :



²⁵ Almanach Impérial, 1856. La fonction de vérificateur avait été créée en 1837.

²⁶ En 1860 Paris passera de 12 à 20 arrondissements, et celui de S.-Denis deviendra le 18^e.

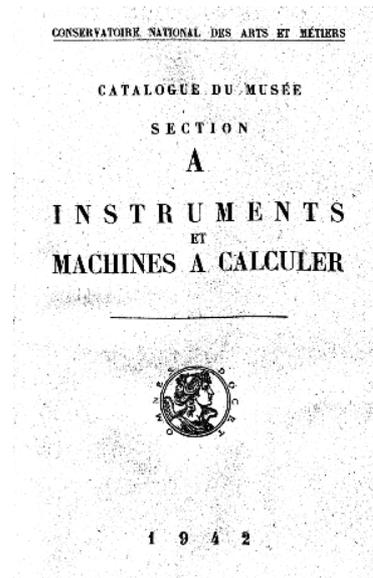
Avant 1860, « Être marié au treizième arrondissement » signifiait vivre en concubinage (Balzac)

²⁷ Jacomy-Régnier est incompetent en machine à calculer. Il a publié en 1839 le bien-pensant "Code moral du mariage, ou les Secrets de la félicité conjugale" : Destiné surtout à être le conseiller et le mentor des époux, ce code sera pour eux un sûr arbitre, un conciliateur bienveillant, un juge impartial.

²⁸ Reports of the United States Commissioners to the Paris Universal Exposition 1867, by Edward Henry Knight, " ... Calculating machine of Messrs Maurel & Jaillet of France cannot be regarded as presenting original solutions "

ARITHMAUREL DE MAUREL ET JAYET, DONNANT 8 CHIFFRES
 « Cette machine dont le principe de fonctionnement est le même que celui de la machine de Thomas en diffère parce qu'elle ne comporte qu'un seul cylindre à dents de longueur inégales. Les petits pignons sont disposés circulairement autour de l'axe du cylindre 6.709 – E.1888 »

Le 8 avril 1856, la société « T. Maurel, J. Jayet et Cie. » est dissoute. Maurel est nommé liquidateur, chargé de terminer pour les vendre les machines à calculer dites « Arithmaurel » et négocier les brevets d'invention. Des machines non terminées ou des pièces sont parties à la collecte de métaux non ferreux vers 1914.



4. Les carrières de Maurel et Jayet

Qui étaient Zoé Timoléon Louis Maurel et Jean-Honoré Jayet ? Ils n'ont pas défrayé la chronique, ne sont devenus ni riches ni célèbres et leurs écrits ne nous sont guère parvenus. Honoré Jean Jayet, dit Jayet-Dauphiné, est né le 15/05/1820 à Voiron et décédé le 27/06/1904 à Paris, boulevard Edgar Quinet. Il était fils aîné de Jean Baptiste Jayet (1793-1852), qui fut boulanger, cabaretier puis aubergiste à Voiron et de Anne Guillaud (1795-1864). Il avait 2 frères et 2 sœurs.

Il s'est marié le 18/02/1860 à Voiron avec Séraphie Marie Joséphine Borel, née à Voiron en 1832. Ils ont eu une fille : Lucie Joséphine Jayet née en 1861.

Nommé vérificateur adjoint des poids et mesures à Paris en 1860, il est vérificateur pensionné à sa mort 44 ans plus tard. Un arrêté fait bénéficier sa veuve de sa pension de reversions.

Pendant sa retraite, Honoré (Jean) Jayet a taquiné la muse. Il aurait notablement écrit « La mort de Napoléon Ier à l'île de Sainte-Hélène » Pièce en 3 actes, en vers, publiée en 1904.

Zoé Timoléon Louis Maurel est né le 16/11/1819 à Barâtié (maintenant Baratier) dans les Hautes Alpes, fils d'Antoine Maurel, demeurant à Embrun et avoué au tribunal de première instance de Gap, et de Anne Thérèse Joubert. Il décède en 1879 à Paris. Il a un fils Léon Marie Louis (1857-1902). Il habita 32 rue du Faubourg Saint Martin, Paris 10^e puis 44 rue du Dragon, Paris 6^e.

Il se marie le 15/12/1873 à Paris 3^e avec Virginie Bourgeat, née à Corenc (1826-1877), fille de Larent [sic] Antoine Bourgeat et Catherine Laurent.

Maurel a déposé une dizaine de brevets, dont deux partagés.

Le 31 décembre 1842, M. Maurel, étudiant, demande un brevet d'invention et de perfectionnement de 15 ans pour « une machine à calculer. » (ci-contre)

Le 28 décembre 1846 les sieurs Timoléon-Zoé-Louis Maurel et Jean-Honoré Jayet, de Voiron, demandent un brevet d'invention de 15 ans pour « une machine à calculer. »

*Le Ministre Secrétaire d'Etat au Département
 de l'Agriculture et du Commerce,
 Vu les lois des 7 janvier et 25 mai 1791,
 Vu le procès-verbal dressé au Secrétariat de la Préfecture du
 département de la Seine constatant que Le Sieur
 Maurel (Timoléon Zoé Louis)
 a déposé, le dix huit Novembre 1842 à une heure et demie du soir
 Une requête à l'effet d'obtenir un brevet d'invention
 et de perfectionnement de quinze ans, pour une machine
 à calculer.*

Le 15 avril 1847, les sieurs Timoléon Maurel et Louis-Camille Roussillon (ou Roussilon), pharmaciens [sic] à Voiron, enregistrent à la préfecture de Grenoble un brevet de 15 ans pour une machine dite *sangsue mécanique*, propre à replacer la sangsue animale (Bulletin de la Société d'encouragement pour l'industrie nationale, Volume 47, 1848).

Le 6 juillet 1853, le sieur Maurel, 44 rue du Dragon à Paris, obtient un brevet de 15 ans pour « deux systèmes de réveille-matin. » Deux additions à ce brevet seront déposées le 7/12/1854 puis le 11/11/1857.

Le 31 décembre 1858 puis le 15 juin 1859, ces brevets sont traduits et déposés en Angleterre.

Le 29 mars 1864, le sieur Timoléon-Zoé-Louis Maurel, fabricant d'horlogerie, 5 rue du Parc-Royal, dépose un brevet pour « un appareil propre à prolonger indéfiniment la marche de tout mécanisme mû par poids »

Le 1^{er} mai 1865, le sieur Timoléon-Zoé-Louis Maurel, fabricant d'horlogerie, 5 rue du Parc-Royal, dépose un brevet pour « un système de sonnerie applicable à l'horlogerie »

4.1. Les pendules d'officier

Après l'épisode "arithmaurel" Timoléon Maurel établit un atelier de fabrication de pendulettes réveille-matin ²⁹ de voyage, dites « pendules d'officier ». Voici l'origine de ce nom :

Histoire de la pendule de voyage [extrait du catalogue L'Epée 1995-1996]

"La première authentique pendule de voyage naquit à Paris au début du XIX^{ème} siècle, des mains d'Abraham-Louis Breguet (1747-1823). La dénomination "pendule d'officier" se rattache à l'Histoire. On raconte que Napoléon, ayant failli perdre une bataille par suite du retard de l'un de ses officiers, exigea qu'ils emportent partout avec eux une pendule de voyage. Les commandes aux différents maîtres-horlogers disaient toujours dans leur libellé "une pendule pour officier". C'est ainsi que le nom s'affirma."

A gauche, une pendulette-réveil octogonale signée T. Maurel posée sur son boîtier. Le mode d'emploi bilingue est imprimé dans le couvercle.

Ci-dessous une pendulette-réveil rectangulaire et sa boîte.

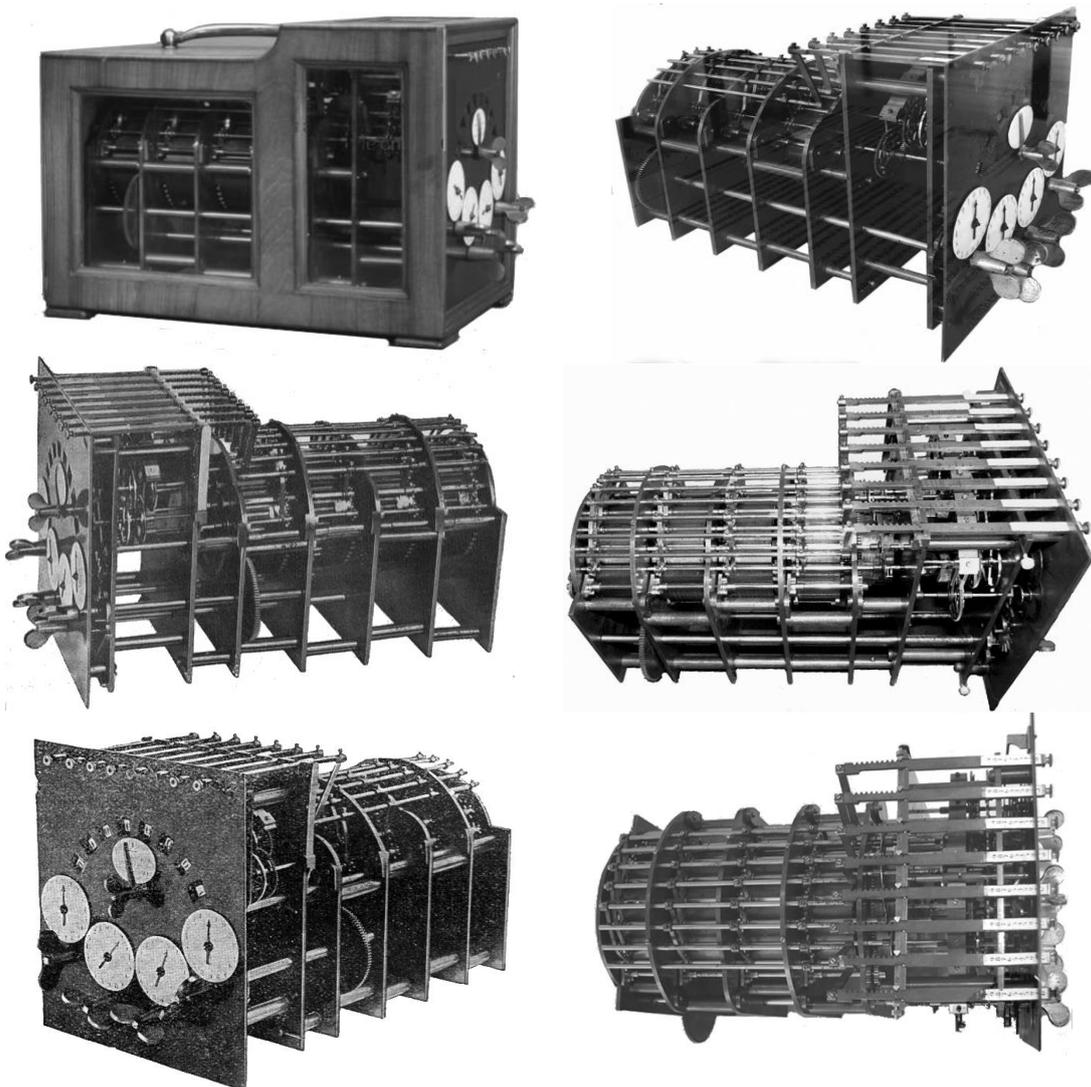


²⁹ Antoine Redier, (1817 –1892) horloger et inventeur français, fut le premier, en 1847, à déposer un brevet pour un réveil mécanique réglable. Médaille de bronze à l'exposition de 1849



5. Fonctionnement de l'Arithmaurel

Aucun arithmaurel n'est disponible pour analyse. On dispose cependant de photos :

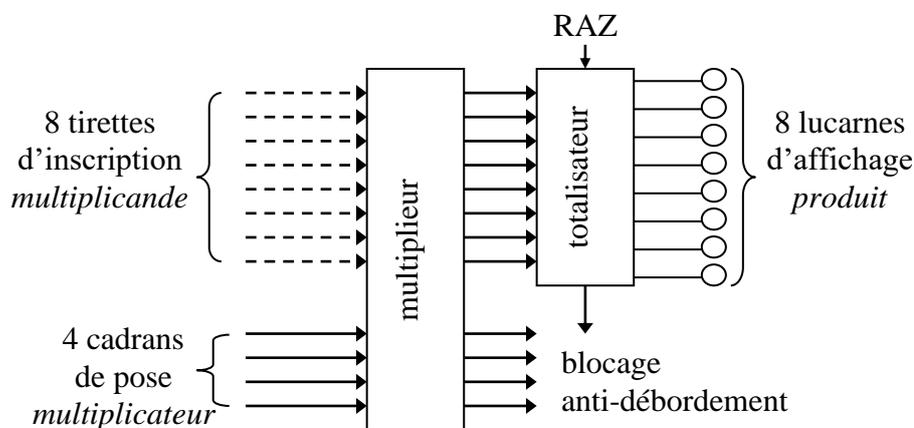


5.1. Organisation interne de l'Arithmaurel

Le multiplieur est à l'arrière de l'Arithmaurel. Les bielles des tirettes d'inscription et les axes des cadrans de pose passent respectivement au-dessus et au-dessous du totalisateur situé à l'avant. numero

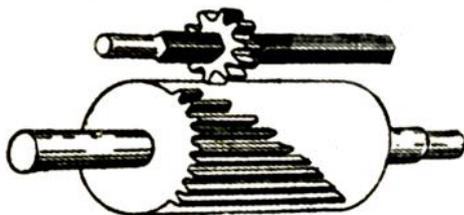
Dans le schéma ci-dessous les connexions représentées par des traits sont des arbres de rotations, à l'exception des tirettes, qui sont des translations. Le multiplieur envoie une séquence de produits partiels au totalisateur qui les accumule. Une somme trop grande provoque un blocage.

Ce blocage enrayer en retour la rotation de la clé de pose qui l'a provoqué. L'utilisateur doit légèrement revenir en arrière pour débloquer la machine et continuer. Ce mécanisme empêche de poser une multiplication dont le résultat ne tient pas sur 8 chiffres (intervalle de 0000 0000 à 9999 9999) mais également empêche le reste partiel d'une division de devenir négatif.



5.2. Cylindre du multiplieur

Le multiplieur est formé de 4 cylindres³⁰ à dents de longueurs croissantes, dits « Cylindres de Leibniz³¹ », enfilés sur le même axe. L'ensemble comporte de 2 axes parallèles, l'un portant le cylindre à dents de longueurs croissantes et l'autre un engrenage baladeur qui peut se décaler le long de l'axe³², tout en étant solidaire de celui-ci en rotation.



Ce système et ses nombreuses variantes³³ ont eu un succès durable, et si on inclut la « roue de Odhner » parmi les variantes, pratiquement toutes les machines à calculer 4-opérations l'ont utilisé jusque dans les années 1940, où il fut supplanté par la « crémaillère arrêtée ».

Ce qui distingue l'approche de Maurel :

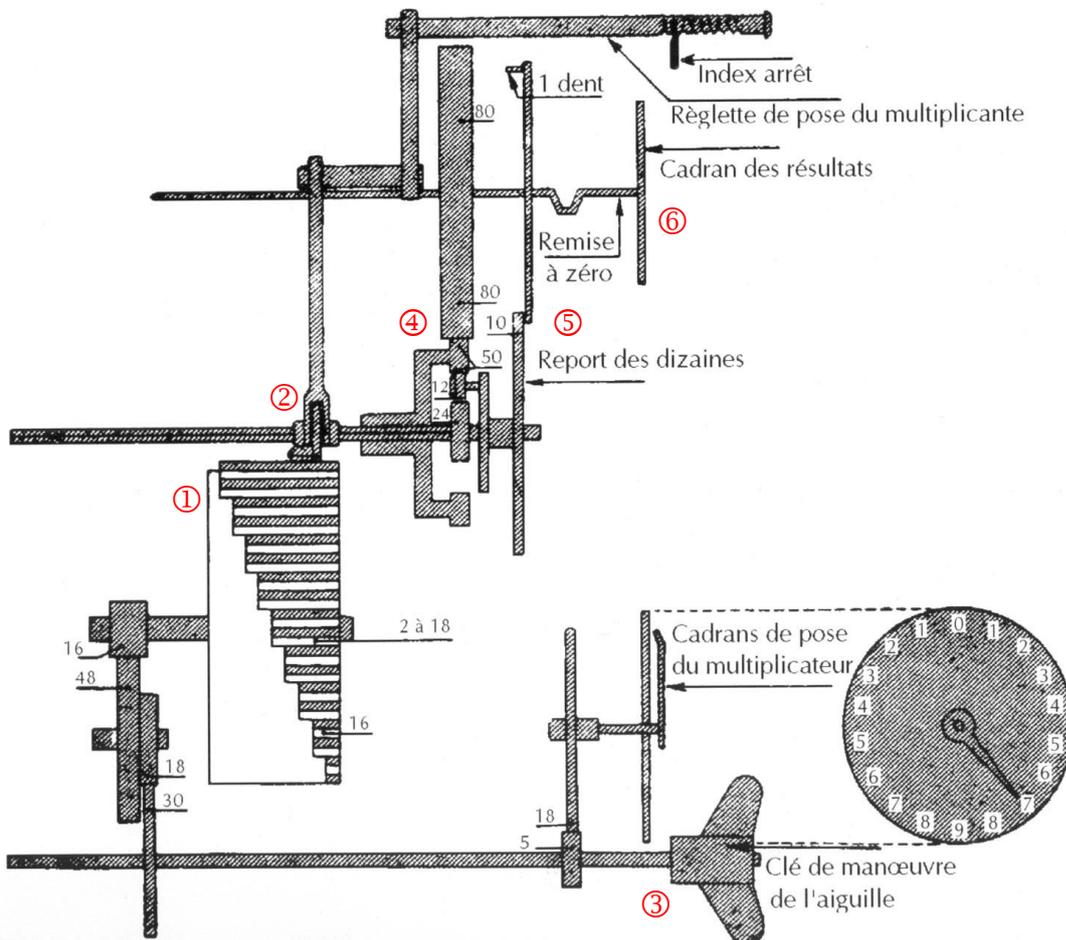
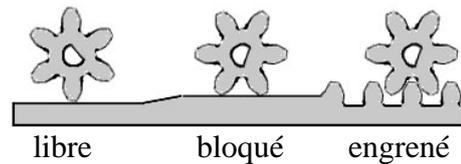
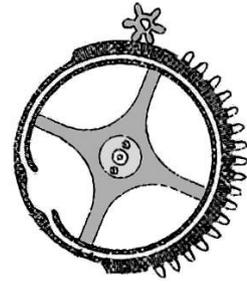
³⁰ 4 cylindres indépendants, et non "un seul" comme mentionné page 55 du catalogue inventaire du CNAM de 1942

³¹ Le seul exemplaire restant connu de la "machine de Leibniz" fut redécouvert en 1894 dans un grenier de l'université de Göttingen. Il a été construit à Paris entre 1676 et 1694 par le mécanicien Olivier. Il est plausible que Thomas ait été persuadé d'avoir inventé de ce qu'on nommera plus tard "Cylindre de Leibniz".

³² Dans la machine de Leibniz, l'engrenage est fixe et c'est le cylindre qui se déplace.

³³ Variantes destinées à diminuer l'encombrement du "Cylindre de Leibniz"

- Il y a plusieurs baladeurs (de 5 à 8) par cylindre. Donc les engrenages baladeurs doivent être petits par rapport au cylindre. Ils ont 6 dents. Comme le cylindre doit être gros, les dents de longueur croissante du cylindre sont doublées (figure ci-contre).
- Seule moins de la moitié (17/44) de la circonférence porte des dents, l'autre moitié est libre de dents.
- Dans la machine de Leibniz et les suivantes, Arithmomètre inclus, le baladeur est soit engrené soit libre. Un mécanisme pour bloquer les rotations inertielles³⁴ est nécessaire. Dans l'Arithmaurel, le baladeur est soit libre, soit bloqué, soit engrené.
- Enfin le baladeur peut être bloqué par un débordement, ce qui en retour bloque le cylindre s'il est engrené.



5.3. Principe de l'Arithmaurel

Le dessin ci-dessus est reproduit dans le catalogue du musée des arts et métiers. On a représenté : ① 1 cylindre sur 4, ② 1 baladeur sur 8 et ③ 1 cadran de résultat sur 8. Dans ce dessin, des détails sont omis ou ne correspondent pas à l'arithmaurel du CNAM.

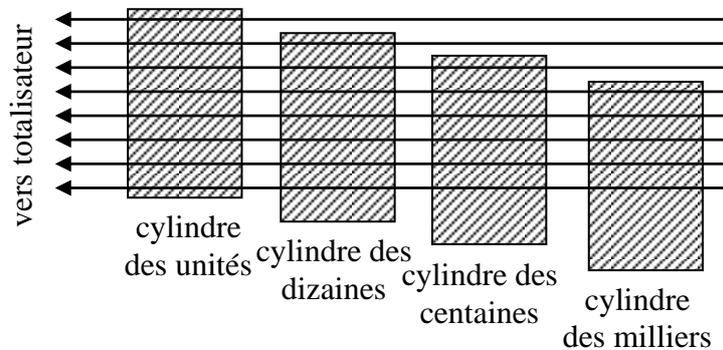
³⁴ L'arithmomètre comporte des "croix de malte" et des lunules pour arrêter les rotations intempestives.

- ① Cylindre, demi-circonférence développée à plat. Sur la partie gauche de ce dessin le baladeur est bloqué et sur l'autre demi circonférence il est libre.
- ② Baladeur à 6 dents couissant sur un axe carré. Il y en a de 8 pour le premier cylindre puis 7, puis 6 puis 5.
- ③ Clé à oreille d'entraînement du cylindre. Il y en a une pour chacun des 4 cylindres.
- ④ Différentiel pour ajouter le report des dizaines et le baladeur.
- ⑤ Détection du report quand un cadran de résultat passe de 9 à 0 ou bien de 0 à 9.
- ⑥ Cadran des résultats vus à travers des lucarnes. Il y en a 8.

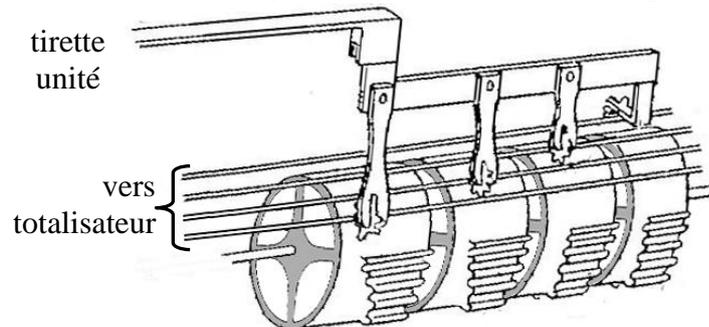


5.4. Organisation des cylindres du multiplieur

Le baladeur unité du cylindre des milliers est sur l'axe de la dizaine du cylindre des centaines, sur la centaine du cylindre des dizaines et enfin sur le millier du cylindre des unités.

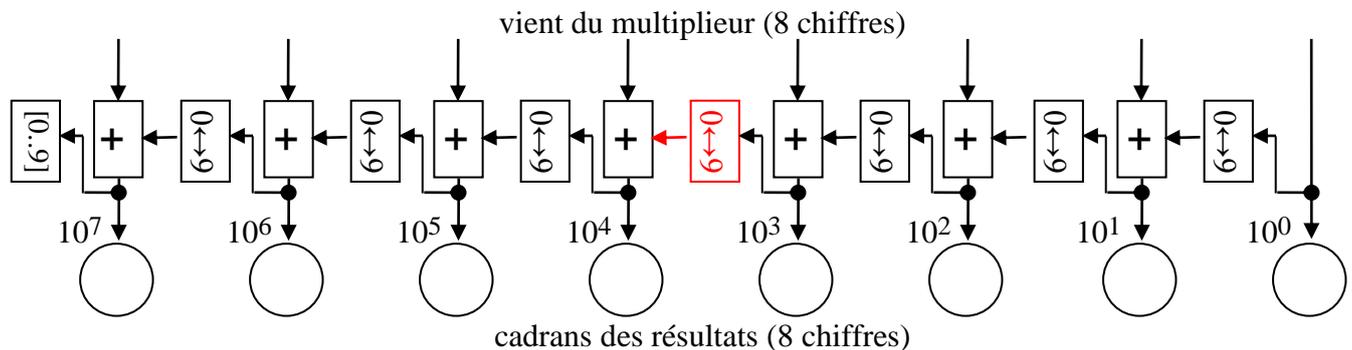


Ce qui est représenté comme un décalage sur le dessin des développés ci dessous n'est qu'une rotation des poids des chiffres des cylindres, ces derniers tous alignés sur un axe commun.



Le cylindre des dizaines ne peut tourner que si la tirette la plus à gauche (de poids 10^7) est à 0. Un verrou commandé par position de la tirette la bloque. De même les clés à oreille des centaines et des milliers sont verrouillées respectivement par les 2 tirettes de gauche (de poids 10^7 et 10^6) et les trois tirettes (de poids 10^7 , 10^6 et 10^5). Naturellement, puisque ces tirettes doivent être à 0, l'axe du baladeur correspondant est omis. Ceci assure que la partie multiplieur ne peut envoyer au totalisateur que des produits partiels tenant sur 8 chiffres.

5.5. Organisation du totalisateur



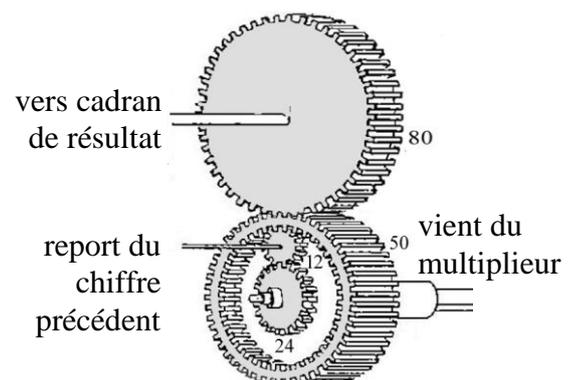
+ ajoute continûment les deux entrées. L'une vient du multiplieur et l'autre est le report du chiffre précédent. Utilise un engrenage différentiel décrit dans le paragraphe suivant.

0↔9 détection du passage 9 à 0 ou 9 à 0. Dent unique solidaire du cadran de résultat et croix de malte.

[0. .9] bloqué si tente de passer au delà de 9 ou en deçà de 0. Ce blocage entraîne le blocage des entrées venant du multiplieur, donc d'un baladeur engrené qui entraîne le blocage d'un cylindre.

5.6. Totalisateur différentiel **+**

En mécanique, un différentiel donne la différence (soustraction) du mouvement de deux axes. Il suffit d'inverser le sens de rotation d'un axe pour faire la somme (addition)³⁵. Un cylindre du multiplieur a 2 dents par unité, le baladeur a 6 dents. Le différentiel (ci-contre) multiplie l'arbre qui vient du multiplieur par 24/80. Donc la rotation d'un chiffre d'un cylindre entraîne une rotation de $(2/6) \times (24/80) = 1/10$ de tour du cadran de résultat.



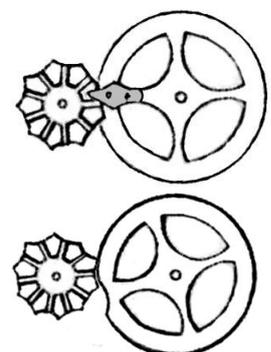
5.7. Report du totalisateur **0↔9**

Une roue solidaire du cadran de résultat du chiffre précédent à droite porte riviée une dent en acier qui entraîne une roue de report en croix de malte à 10 faces. Le passage de 0 à 9 ou bien de 9 à 0 du cadran entraîne le report de 1/10 tour exactement.

Autrement la roue du report est bloquée par la croix de malte³⁶ dans une des 6 positions angulaires permises.

1/6 tour du report entraîne $(1/6) \times 2 \times (24/80) = 1/10$ tour du cadran de résultat.

Le rapport des circonférences, donc des diamètres des roues, est imposé



³⁵ Onésiphore Pecqueur (1792-1852) maître horloger, invente le différentiel pour montre en 1827. A publié l'ouvrage "Théorie des engrenages"

³⁶ La croix de Malte est un dispositif mécanique permettant de transformer un mouvement de rotation continue en une rotation saccadée. Son nom provient de sa ressemblance avec la croix de Malte .

puisque 1/10 de tour de l'une, c'est à dire un chiffre, impose 1/6 de tour de l'autre.

5.8. Transmission du report

Quand un report cause le report suivant, on dit que le report est transmis. La transmission du report dans le totalisateur de l'Arithmaurel passe par un différentiel et un engrenage à une dent qui sont décrits dans les deux paragraphes précédents, chacun ajoutant des frictions inévitables. Maurel et Jayet ont déterminé expérimentalement que la transmission du report sur plus de 6 chiffres provoquerait le bris ou une usure prématurée. La résolution de ce problème, illustré par l'exemple $999999 + 1$, est plus ou moins coûteuse.

Citons le brevet de 1846 :

« Observons cependant que la force étant en raison inverse de la vitesse, c'est-à-dire de la grandeur du bridon, on rencontrera bientôt un appareil au delà duquel il ne sera plus possible d'opérer ce passage ; l'expérience et le calcul ont prouvé que cet appareil est le sixième, en sorte que l'addition d'une unité à 999999 n'est plus possible. Pour remédier à cet inconvénient en renouvelant la force, j'ai coupé la communication du troisième appareil au quatrième, en ce sens qu'au lieu de faire la retenue directement par le bridon, comme à l'ordinaire, je la fais par l'intermédiaire des brideurs³⁷ généraux. »

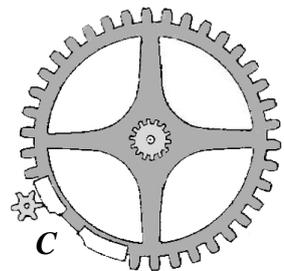
Citons « Histoire des Machines à Calculer » de Maurice d'Ocagne ³⁸

« En 1841, nous voyons apparaître le type de l'additionneur du Docteur Roth, qui est extrêmement perfectionné par rapport à l'instrument de Pascal. Je vous signale une innovation intéressante dans cet additionneur de Roth : si les retenues, de chaque disque au suivant, doivent être transmises simultanément, on peut avoir à dépenser un assez grand effort pour faire fonctionner la machine. Dans l'additionneur de Roth, pour la première fois, le report des retenues se fait toujours successivement. Roth disait lui-même « Ma machine, au lieu de faire un feu de peloton, fait un feu de file ³⁹. » Le report des retenues en feu de file se retrouve dans la plupart des machines modernes ; mais c'est Roth qui, le premier, en a eu l'idée. »

5.9. Restauration du report

La boîte 0↔9 notée en rouge dans le schéma précédent détecte bien le passage de 9 à 0 ou de 0 à 9, mais ne transmet pas le couple aux étages suivants. Ce couple est fourni par les cylindres, plus précisément par celui des 4 cylindres qui tourne. Ce couple est collecté par un arbre supplémentaire C, assez semblable à ceux qui portent les baladeurs, cependant ici l'engrenage à 6 dents C ne coulisse pas. Il engrène une roue à 38 dents rivée sur le cylindre de Leibniz.

En cas de report, une dent solidaire de l'arbre C est poussée sur le chemin de la roue de report. La croix de malte reste la même que pour les autres étages.



³⁷ La fonction du brideur est de brider ou tenir immobile.

³⁸ Philibert Maurice d'Ocagne (1862-1938) polytechnicien, professeur, académicien, président de la Société mathématique de France.

³⁹ Expression de marine. Dans un bateau en bois, faire feu simultanément de tous les canons d'une bordée fatiguait la structure du bâtiment. Aussi les canons tiraient-ils avec un léger décalage dans le temps.

6. « brideur »

6.1. Le « brideur » général

L'utilisation d'un totalisateur différentiel préconise que si un baladeur est entraîné, les autres baladeurs soient soit bloqués, soit entraînés également, mais en aucun cas laissés libres de tourner. En effet le report pourrait faire tourner un baladeur libre à l'envers, ce qui fausserait le résultat. Ce cas est peu probable, je le concède, mais théoriquement possible. La figure ci-contre montre des baladeurs libres et d'autre entraînés/bloqués

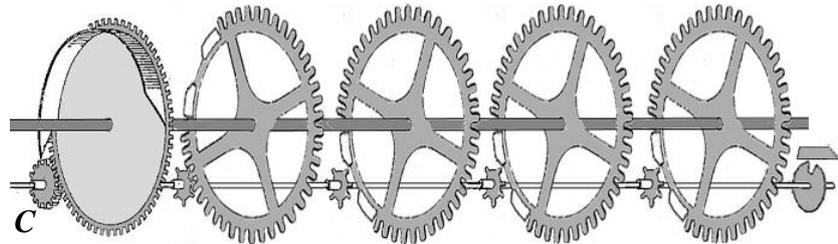
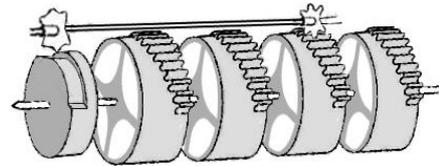
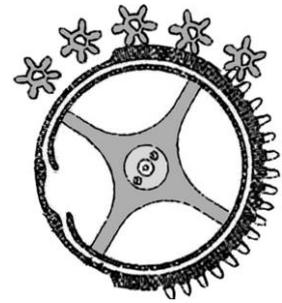
Pour bloquer les baladeurs qui devraient l'être mais qui ne le sont pas par le cylindre de Leibniz, Maurel a ajouté une croix de malte à 6 cotés sur chacun des 8 entrées du totalisateur. Ces 8 croix de malte sont bloquées à frottement doux par un cinquième cylindre brideur, qui est creusé précisément à l'endroit où les croix de malte peuvent tourner.

Ce cylindre brideur est entraîné par celui des 4 cylindres de Leibniz qui tourne, par l'intermédiaire d'un arbre *C* qui engrène des dentures adéquates rivées sur chacun des 4 cylindres.

Cette denture est interrompue pour assurer qu'un seul cylindre au plus sera engrené.

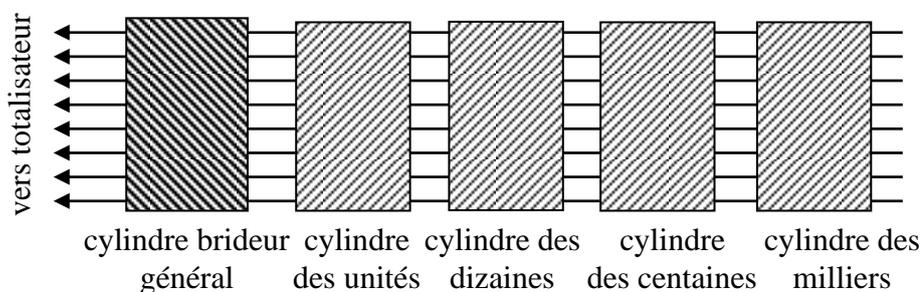
Le rapport du nombre de dents : $(18/96) \times (32/6)$ est calculé pour que le cylindre brideur fasse exactement un tour quand un des 4 cylindres de Leibniz en fait un, mais la vitesse angulaire n'est pas identique puisque la denture du cylindre de Leibniz est interrompue.

En résumé, un baladeur est bloqué ou entraîné par le cylindre de Leibniz sur 18/44 tour, il est bloqué par le brideur général ou par le cylindre de Leibniz, ou les deux à la fois, sur 24/44 tour et enfin il est libre sur 2/44 tour.



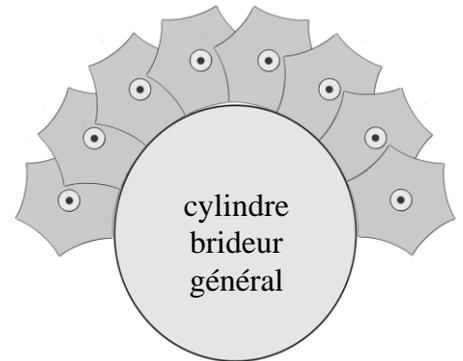
6.2. Amélioration des produits partiels

Le cylindre « brideur général » joue deux rôles : ne pas laisser les baladeurs dangereusement libres et aussi restaurer la « qualité » de leur position angulaire ⁴⁰.



⁴⁰ La qualité est bonne lorsque la position angulaire d'un baladeur est proche de $n \times 60^\circ$, elle est mauvaise si cette position s'en éloigne. n est un entier de 0 à 5.

Les baladeurs glissent le long d'un axe en forme de demi-cylindre, sans tourner, et engrènent un cylindre de Leibniz. A cause des jeux nécessaires aux glissement et engrènement leur précision angulaire est médiocre. Les croix de malte des baladeurs sont aussi grandes que le permet l'écart entre les axes, c'est à dire environ 2 fois plus grandes que les baladeurs. Les 8 grandes croix de malte (ci contre) corrigent ces défauts et restaurent la définition angulaire des baladeurs.



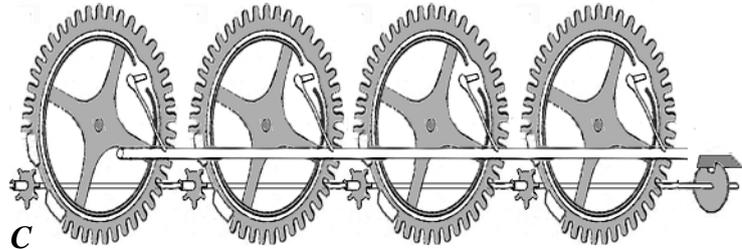
6.3. Brideurs des cylindres de Leibniz

La manipulation d'une clé à oreille quand les trois autres cylindres ne sont pas au repos provoquerait sûrement un coincement qui entraînerait potentiellement une déformation fatale à la machine.

Une came est fraisée dans chacun des 4 cylindres de Leibniz. Dès qu'un cylindre quitte sa position de repos, son palpeur est repoussé par la came de ce cylindre. Les palpeurs des 4 cylindres sont reliés par un arbre.

Ce palpeur verrouille les 3 autres cylindres et déverrouille l'arbre entraînant le cylindre brideur.

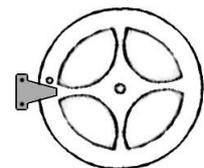
La figure ci-contre montre les 4 cylindres de Leibniz au repos. Les verrous sont toujours une rondelle fendue, un pêne mobile est abaissé dans la fente pour provoquer le blocage.



Remarquez que lorsqu'un cylindre commence à tourner, il n'entraîne pas immédiatement le cylindre brideur, mais seulement après une rotation d'environ 12°, laissant au pêne suffisamment de jeu pour se relever.

6.4. Brideur anti-débordement

Le brideur anti-débordement est un rochet qui empêche mécaniquement la roue du résultat du chiffre poids fort (10^7) d'aller au delà de 9 ou en deçà de 0.



7. Les Arithmaurels

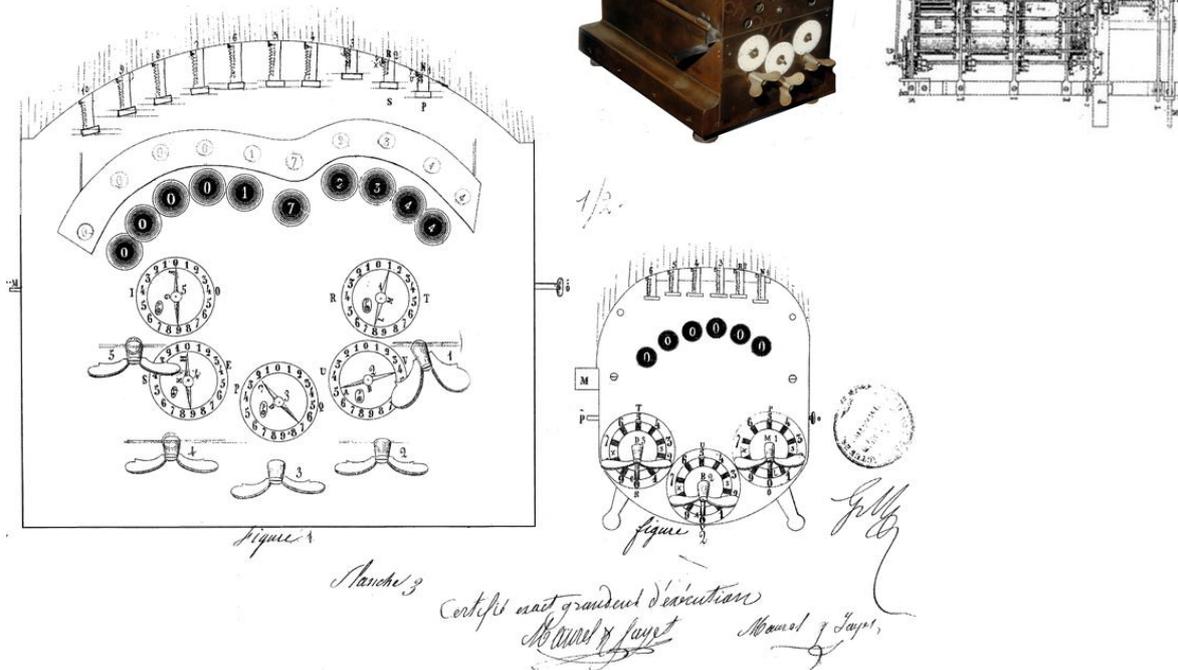
7.1. Autres modèles d'arithmaurel

Maurel et Jayet ont fabriqué ou fait fabriquer différents modèles de l'arithmaurel à 4 clés⁴¹.



L'arithmaurel de gauche⁴², de 1846, est celui qui figure sur la couverture de la brochure distribuée pour l'exposition de 1849. A sa droite, l'arithmomètre du CNAM de 1854.

Un modèle à 3 clés a été fabriqué en 1846 et un modèle à 5 clés a été breveté en 1845.



Dans le brevet du modèle à 3 chiffres du multiplicateur, les clés commandent directement les aiguilles des cadrans de pose, sans démultiplication, donc 1/10 de tour de clé entraîne un tour du cylindre correspondant. Une démultiplication a été ajoutée au modèle à 3 chiffres fabriqué pour diminuer le couple à fournir pour tourner les clés. A cause de la limitation à 8 du nombre

⁴¹ Musées qui possèdent des Arithmaurels : Conservatoire National des Arts et Métiers Paris (2), IBM Europe Paris (2), Science Museum London, Landesmuseum Braunschweig. L'Arithmeum de Bonn possède un arithmaurel en état de marche.

⁴² Provient de la collection de Lucien Raphaël Malassis (1869 – 1951) de plus de 200 machines dont 2 Arithmaurels, collection partiellement vendue à IBM Europe en 1984 lors de sa dispersion. La société IBM Europe a mis fin à ses activités en 2008. La photo de cet Arithmaurel vient de la librairie Alain Brieux, à Paris.

de baladeurs par cylindre, l'Arithmaurel à 5 chiffres doit avoir 10 cylindres. Un Arithmaurel à multiplicateur de 8 chiffres aurait 16 cylindres et coûterait environ 3 fois le prix d'une machine à 4 chiffres.

8. L'Héritage

8.1. Que sont devenues les idées de Maurel et Jayet ?

Grâce aux prix que l'Arithmomètre a remporté et aux articles élogieux qu'il a suscités, les concepts de l'Arithmomètre étaient connus, au moins des spécialistes.

Citons d'abord le concept novateur d'une machine exécutant entièrement automatiquement les 4 opérations arithmétiques, puis sa réalisation : le cylindre de Leibniz à plusieurs baladeurs, le totalisateur à différentiel, la restauration du report au bout de 4 chiffres, l'interdiction mécanique du débordement.

8.2. Exécution entièrement automatique de la multiplication/division

On peut considérer la « La Millionnaire » de 1898 de Steiger⁴³ comme une machine exécutant automatiquement la multiplication. En effet la multiplication d'un nombre par un chiffre utilise une "table de Pythagore" comme la machine de Léon Bollée. Comme pour l'Arithmaurel, les chiffres du multiplicateur sont posés un par un, mais cette fois dans l'ordre. « La Millionnaire » était chère et lente et néanmoins vendue à plus de 5 000 exemplaires. Alexander Rechnitzer⁴⁴ a déposé en 1906 un brevet pour une calculatrice « Autarith » exécutant automatiquement la multiplication et la division. Cette machine, produite en petite quantité, est un arithmomètre de Thomas auquel on a ajouté un dispositif pour la pose du multiplicateur sur le chariot mobile.

En 1913, Hans Egli⁴⁵ fabriqua la première machine à division entièrement automatique, qui fut vendue sous le nom de MADAS (Multiplication, Addition, Division Automatique et Soustraction). La MADAS était basé sur l'arithmomètre de Thomas.



Constatons que l'Arithmaurel avait certainement plus d'un demi siècle d'avance.

8.3. Machines à 2 claviers de pose

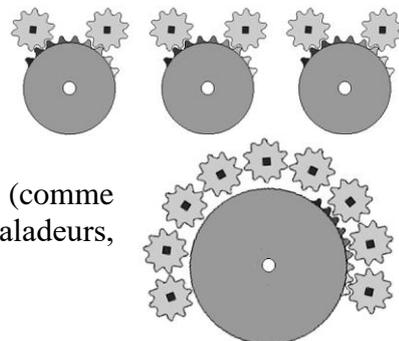
L'Arithmaurel dispose d'un dispositif de pose du multiplicande : les 8 tirettes, et d'un autre pour le multiplicateur : les 4 cadrans à aiguille.

Cette disposition fut reprise sur de nombreuses calculatrices, mécaniques ou même électroniques, à clavier complet ou à clavier réduit, pour implémenter la « multiplication à la volée », c'est à dire exécutée au fur et à mesure de la pose des chiffres du multiplicateur sur un clavier dédié.

8.4. Cylindre de Leibniz à plusieurs baladeurs

Dans la (laquelle déjà ?) il y a deux baladeurs par cylindre de Leibniz, pour gagner de la place et du poids. Les entrées du totalisateur restent alignées sur une droite.

La CURTA ose le totalisateur en arc de cercle (comme l'Arithmaurel). Le cylindre unique engrène de 8 à 11 baladeurs,



⁴³ Otto Steiger (1858 – 1923) ingénieur suisse travaillant à Munich

⁴⁴ Alexander Rechnitzer (1880–1922) ingénieur austro-hongrois

⁴⁵ Hans Walter Egli (1862–1925) ingénieur suisse travaillant à Zurich, fondateur de " H.W. EGLI A.-G."

suivant le modèle. Conçu en 1938 par Curt Herzstark⁴⁶, 120 000 CURTA furent construites au Lichtenstein entre 1948 et 1972 dont plus de 20 000 vendues en France⁴⁷, malgré son prix élevé.

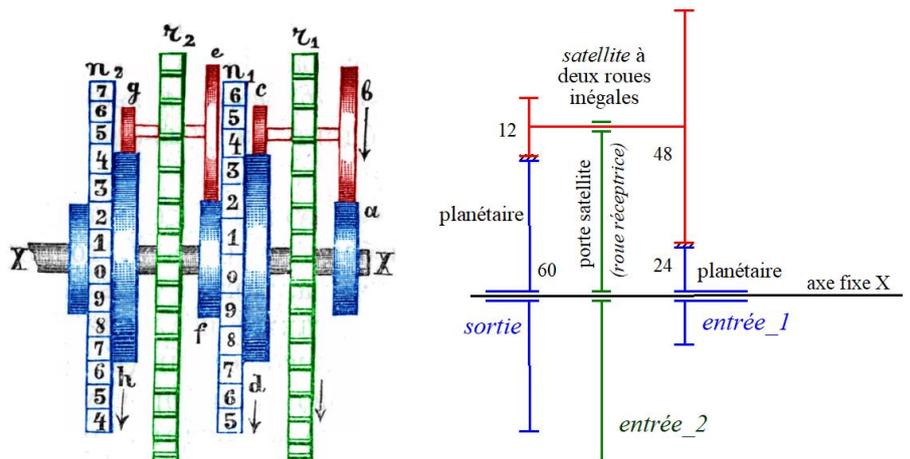
8.5. Le totalisateur à différentiel

Maurel et Jayet n'ont pas inventé le différentiel, déjà mis en œuvre par les savants mécaniciens grecs vers 80 avant J.C. pour décrire le mouvement des planètes⁴⁸, puis utilisé dans des chronographes pour améliorer la précision en moyennant deux mécanismes. Il n'y a pas de trace d'utilisation du différentiel pour des totalisateurs antérieure à l'Arithmaurel.

En 1876 le mathématicien russe Chebyshev⁴⁹ construisit un totalisateur à 10 chiffres basé sur un système différentiel. Cette

machine est au musée de Saint-Pétersbourg. En 1882, il fit construire à Paris une seconde machine par le constructeur d'instrument de précision Gauthier⁵⁰. Elle est maintenant exposée au musée des Arts et Métiers et elle figure au catalogue inventaire du CNAM de 1942 (tout comme l'Arithmaurel).

Deux chiffres sont représentés sur la figure ci-contre, qui représente 2 chiffres du totalisateur. La pose est en vert (r_1 et r_2) et le total en bleu (n_1 et n_2).



En 1893 Léon Bollée⁵¹ adresse à Maurice d'Ocagne une lettre datée du 9 mars : « Je vous porterai aussi différents appareils de mon système et je me ferai un plaisir de vous expliquer la théorie de la machine de Tchébichef que je n'ai plus présente à la mémoire mais dont je retrouverai rapidement les détails. J'ai aussi étudié l'appareil de Jayet et Maurel qui est beaucoup plus curieux et qui n'était pas loin de la perfection. Je puis aussi vous donner des renseignements sur toutes les machines actuellement dans le commerce tant en France qu'à l'étranger. » A propos de l'arithmaurel, il ajoute plus loin : « celle de Tchébichef en est une très mauvaise copie ».

⁴⁶ Curt Herzstark (1902 –1988) ingénieur autrichien travaillant au Lichtenstein. Son père fabriquait des Arithmomètres de Thomas améliorés sous la marque « Austria ». Un moment responsable des ventes, Herzstark a voyagé dans sa jeunesse.

⁴⁷ L'école des arts et métiers, l'école des Ponts et Chaussées et le CNRS en ont acheté beaucoup.

⁴⁸ Du grec ancien $\pi\lambda\alpha\nu\eta\tau\eta\varsigma$: errant ou voyageur, car les planètes visibles ne se meuvent pas dans le ciel étoilé comme les autres étoiles.

⁴⁹ Pafnuty Lvovich Chebyshev (Па-фнугий Львович Чебышёв) (1821–1894), visita Paris et Londres en 1852, il écrivait en français.

⁵⁰ Paul Ferdinand Gautier (1842–1909). Beaucoup des instruments des observatoires en France sortent de ses ateliers.

⁵¹ Léon Bollée (1870–1913) inventeur à 18 ans de la première machine à multiplication directe, médaille d'or à l'exposition universelle de 1889

En 1894 Maurice d'Ocagne publie « Le calcul simplifié »⁵², dans lequel il écrit (page 57): « *Le grand mathématicien russe Tchebichef a imaginé une machine qui n'atteint pas au degré de l'arithmaurel, mais qui pourtant, comme celui-ci, supprime toute intervention attentive de l'opérateur à partir du moment où les deux facteurs sont inscrits dans la machine. Dans l'arithmaurel cette inscription suffit ; dans la machine Tchebichef elle est suivie de la manœuvre d'une manivelle que l'on fait tourner sans compter les tours jusqu'à ce que les boutons ayant servi à l'inscription du multiplicateur soient tous automatiquement revenus à zéro ; à ce moment là l'opération est terminée* »

8.6. Autres calculatrices à différentiel

Malgré son coût, l'additionneur différentiel, très performant, s'est imposé dans quelques calculatrices mécaniques et électromécaniques. Citons :

- le « Comptometer de Dorr Felt » de 1906. Ce totalisateur à touches n'a pas de manivelle. Les différentiels permettaient d'enfoncer plusieurs touches simultanément. La vitesse exceptionnelle du Comptometer lui a valu le surnom de « the Machine Gun of the Office ».
- les additionneurs Burrough de 1912 et 1915, émules du Comptomètre
- la machine à calculer électromécanique "Marchant Figurematic" conçue en 1945 qui tourne à grande vitesse : 1 350 tours/minute, soit plus de 20 additions par seconde en pointe.

8.7. Contrôle du débordement

Il faut avouer qu'avec un multiplicateur de 4 chiffres, un multiplieur et un produit de 8 chiffres chacun, les débordements sont à craindre. Le débordement n'était pas une préoccupation des concepteurs de calculatrices mécaniques. Tout au plus faisaient-ils sonner un timbre avec la retenue sortante.

Les ordinateurs non plus ne se sont pas toujours préoccupé du débordement. Le 4 juin 1995 une fusée Ariane a été perdue à cause d'un simple débordement.

9. Conclusion

L'arithmaurel est bien vite retombé dans l'oubli. Les journaux⁵³ ou livres⁵⁴ listant les calculatrices mécaniques l'ignorent ou lui consacrent juste quelques lignes. Maurel et Jayet n'étaient pas célèbres et reconnus, comme Pascal, Leibniz ou Tchebychev, ils n'étaient pas très riches comme Babbage ou Thomas de Colmar, et surtout ils n'étaient pas des vulgarisateurs. A part le brevet de 1846, portant d'ailleurs sur un arithmaurel à 5 chiffres, jamais fabriqué, et le rapport de Léon Lalanne, peu de données techniques ont été publiées⁵⁵. Après la dissolution de « T. Maurel, J. Jayet et Cie. », Timoléon Maurel s'est installé « fabricant d'horlogerie » 5, rue du Parc-Royal, à Paris 3^e, et s'est préoccupé de déposer des brevets, le 6 juin 1853, le 7 décembre 1857, le 31 décembre 1858, le 29 mars 1864, le 1^{er} mai 1865, pour défendre ses fabrications et son commerce.

Quelle postérité pour l'Arithmaurel si ses promoteurs avaient disposé des fonds et du temps indispensables pour construire les 30 exemplaires programmés⁵⁶ ?

⁵² Edition de 1894, 225 pages, suivie de deux refontes : 2^{em} édition "revue et corrigée" 1905, 3^{em} édition "avec une rédaction entièrement renouvelée" 1928

⁵³ La Science et la Vie, N° 34, septembre 1917, page 345-356

⁵⁴ René Taton, Le calcul mécanique, Collection Que sais-je, 1949

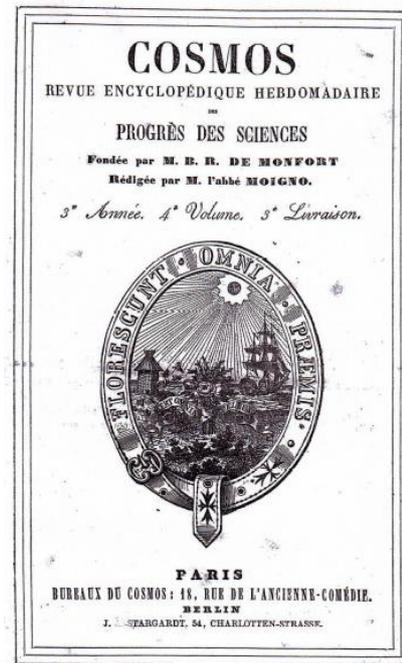
⁵⁵ sauf Erhard Anthes « Mechanische Rechenmaschinen um 1800 » Auszug (S.189-191), 2001

⁵⁶ Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences, 16 décembre 1850

10. Appendice

Article publié dans « La Presse » le 6 mars 1849 et repris in extenso et étendu dans « Cosmos, revue du Progrès des Sciences » en 1855, par l'Abbé Moigno ⁵⁷.

« Deux jeunes habitants d'une des plus riantes vallées de l'Isère, le même jour, presque à la même heure, conçoivent le plan d'une machine à calculer. Unis par une même inspiration, ils ne se sépareront pas dans l'exécution. Ils mettent, en commun intelligence, ardeur, travail, bourse, hélas ! trop légère mais courage et persévérance sans bornes, Après dix années d'études difficiles, de combinaisons incessantes, d'essais dispendieux, de privations inouïes, de misère effrayante, ils ont construit une première machine ; elle est parfaite, mais insuffisante, charmante, mais trop limitée. Fiers de ce premier succès, ils partent, ils épuisent en longs voyages leurs dernières ressources, ils courent de leur village à Paris, de Paris à Lille, de Lille à Londres, demandant partout un homme généreux qui les comprît, qui vînt en aide à leur intelligence qui les aidât dans le dernier et sublime effort d'un enfantement gigantesque, qui mît à leur disposition les quinze mille francs nécessaires pour assurer leur paternité, et rendre viable l'enfant de leur génie. Partout on les admire, mais d'une admiration stérile, et déjà le désespoir s'est emparé de leur cœur quand un des hommes les plus excellents et les plus cruellement éprouvés que nous ayons rencontrés dans la vie leur tend une main amie et généreuse au delà presque du devoir, il leur donne le moyen d'acquitter les droits de patente et de brevets d'invention, alors exorbitants, alors véritablement homicides, il leur assure le pain de chaque jour, le salaire des ouvriers qu'ils emploient, et les envoie vers un de ces humbles villages de la Franche-Comté où l'on construit avec tant, de perfection et à si bas prix les innombrables rouages de nos montres et de nos horloges. Maurel et Jayet se mettent à l'œuvre avec une ardeur renouvelée. Chaque instant du jour et de la nuit voit grandir le merveilleux instrument, il est enfin terminé. Ils s'élancent d'un bond vers les portes de l'Académie des sciences qui s'ouvrent avec éclat. M. Arago les reçoit avec bonheur, il fait fonctionner avec enthousiasme le brillant outil à calcul devant ses illustres confrères, et demande qu'il devienne l'objet d'un prompt rapport. Confié à M. Binet, l'un de nos géomètres les plus profonds et les plus consciencieux, ce rapport ne se fait pas longtemps attendre, l'Arithmaurel est solennellement approuvé. Quelques jours après il fonctionne sous les yeux du Prince Président de la République, aujourd'hui Empereur, qui ne se laisse pas de l'admirer. Par ses ordres, M. Falloux, ministre de l'instruction publique, plaide avec tant d'éloquence la cause des jeunes artistes qu'ils obtiennent tous les deux une place dans l'Administration des Poids et Mesures, leur sort est ainsi assuré, leurs noms ne seront pas fatalement inscrits au martyrologe des inventeurs illustres. Quelques mois plus tard, le Jury de l'exposition leur accorde la médaille d'or, ils sont portés pour la croix de la Légion D'Honneur ⁵⁸.



⁵⁷ François Napoléon Marie Moigno (1804 –1884), prêtre plus connu sous le nom d'Abbé Moigno, est un vulgarisateur majeur du XIX^e siècle.

⁵⁸ C'est à dire inscrits sur une liste de récipiendaires possibles à la Légion D'Honneur.

Nous les avons pris sous notre protection, ces braves jeunes gens, et ils ont bien voulu reconnaître en toute occasion que notre patronage leur avait été grandement utile, que nous les avons conduits au port.

.....

L'on sera peut-être surpris de retrouver ce récit en tête d'un article où nous venons décrire, recommander et célébrer une autre machine à calcul, l'Arithmomètre de M. Thomas de Colmar.

Est-ce que nous en serions arrivés à regretter le concours empressé et efficace que nous avons prêté à MM. Maurel et Jayet ? Oh ! non.

Viendrions-nous rétracter les éloges enthousiastes que nous avons prodigués à leur merveille mécanique ? Oh ! non.

Serait-ce que dans la course au clocher⁵⁹ du progrès indéfini nos jeunes amis auraient été distancés à leur tour ? Non, encore non, toujours non. Leur machine est sortie de leur cerveau complète, armée de pied en cap, comme Pallas du cerveau de Jupiter. Elle est et elle restera, la solution la plus hardie du problème qui avait défié le génie des Pascal et des Leibniz.

Mais qu'est-ce-donc ? Et pourquoi venons nous discuter encore une question dont le dernier mot semble avoir été dit ?

Pourquoi ? Parce qu'avant tout c'est un devoir sacré que de réparer, aussitôt que l'occasion en est offerte, ce que notre conscience nous reprochait depuis longtemps comme un oubli grandement regrettable, peut-être même un peu comme une injustice coupable.

Pourquoi ? Parce que la perfection absolue n'est pas de ce monde, parce qu'il est la condition essentielle des œuvres humaines, que l'on perd d'un côté ce que l'on gagne de l'autre, parce que MM. Maurel et Jayet ont peut être dépassé le but, parce qu'en concevant et exécutant leur tour de force incroyable, ils ne se sont pas assez souvenus que la matière et les instruments matériels ne peuvent pas toujours suivre l'esprit dans ses élans audacieux; parce qu'en exigeant au delà de ce qu'ils devaient exiger ils ont imposé à leur œuvre des limites infranchissables; parce qu'en créant une machine à calcul automatique dans toute l'acception du mot, qui ajoute, retranche, multiplie, divise, par ses seuls organes, mus simplement par l'application des doigts, sans l'intervention de l'intelligence et de la mémoire, ils ont rendu sa construction très difficile alors même qu'il s'agit de satisfaire aux besoins du commerce, des finances, de l'industrie, impossible s'il était question de répondre aux exigences des astronomes calculateurs, parce qu'en raison des immenses difficultés de sa construction, leur machine même usuelle coûtera toujours trop cher pour qu'elle puisse se répandre et s'imposer comme nécessaire ou grandement utile; parce qu'en un mot sa perfection par trop idéale la condamne presque à ne pas sortir du domaine de l'abstraction, lui ferme presque l'entrée du monde réel.

⁵⁹ Compétition ardente où l'on se dirige à vue de clocher, en franchissant tous les obstacles qu'on rencontre devant soi pour arriver au but le premier. (Figuré) (Vieilli)

1.	Arithmaurel	1
1.1.	Introduction	2
1.2.	La machine à calcul « Arithmaurel » de Maurel et Jaillet	2
1.3.	Effectuer une multiplication simple	3
1.4.	Multiplication abrégée.....	3
1.5.	Multiplication longue	4
1.6.	Addition et soustraction	4
1.7.	Division	4
2.	La gloire	4
2.1.	Présentation à l'Académie.....	4
2.2.	Préparation de l'exposition de 1849	5
2.3.	Exposition 1849.....	6
2.4.	Concurrents malheureux de l'Arithmaurel	7
2.5.	Prix Montyon.....	7
2.6.	Commission des ponts et chaussées	8
2.7.	Roman « Paris au XX ^e siècle »	8
2.8.	Maurel et Jayet montent à Paris	8
3.	La déroute.....	9
3.1.	La fin de l'aventure	9
4.	Les carrières de Maurel et Jayet	10
4.1.	Les pendules d'officier	11
5.	Fonctionnement de l'Arithmaurel	12
5.1.	Organisation interne de l'Arithmaurel	13
5.2.	Cylindre du multiplieur	13
5.3.	Principe de l'Arithmaurel.....	14
5.4.	Organisation des cylindres du multiplieur	15
5.5.	Organisation du totalisateur	16
5.6.	Totalisateur différentiel 	16
5.7.	Report du totalisateur 	16
5.8.	Transmission du report.....	17
5.9.	Restauration du report	17
6.	« brideur »	18
6.1.	Le « brideur » général	18
6.2.	Amélioration des produits partiels	18
6.3.	Brideurs des cylindres de Leibniz	19
6.4.	Brideur anti-débordement	19
7.	Les Arithmaurels	20
7.1.	Autres modèles d'arithmaurel	20
8.	L'Héritage	21
8.1.	Que sont devenues les idées de Maurel et Jayet ?.....	21
8.2.	Exécution entièrement automatique de la multiplication/division	21
8.3.	Machines à 2 claviers de pose	21
8.4.	Cylindre de Leibniz à plusieurs baladeurs	21
8.5.	Le totalisateur à différentiel	22
8.6.	Autres calculatrices à différentiel	23
8.7.	Contrôle du débordement	23
9.	Conclusion.....	23
10.	Appendice.....	24

Astronomorum quoque diligentiam certum est nulla magis molestia exerceri quam quae a computo creatur. Hoc eos a condendis emendandisque tabulis, a construendis Ephemeridibus, a perficiendis Hypothesibus, conferendisque inter se observationibus deterret. Indignum enim est excellentium virorum horas servili calculandi labore perire, qui Machina adhibita vilissimo cuique secure transcribi posset.