

L i v r e p r e m i e r

Histoire de la mécanographie

Du 17^{ème} siècle à la fin du 19^{ème} siècle

1. Un préalable ...	3
2. Compter, un besoin séculaire	4
3. La préhistoire - du 17 ^{ème} siècle à la fin du 19 ^{ème} siècle	6
4. Une définition de la mécanographie	13
5. Les origines de la mécanographie	14
6. Le développement du marché de la mécanographie	17
7. Une description de la mécanographie	23
La carte perforée	23
Les grandes fonctions de la mécanographie	28
Le travail dans un atelier de mécanographie	29
Les tâches du personnel	
Les organigrammes de fonctionnement	
Les tableaux de connexions	
Le parc mécanographique : fonctions et mécanismes	35
8. La fin de la mécanographie	49

1. *UN PRÉALABLE*

L'histoire de la mécanographie constitue un préalable indiqué à celle des ordinateurs et de l'informatique.

Les technologies et les machines auxquelles l'une et l'autre recourent ont pour vocation commune d'aider l'homme dans le domaine du **calcul** et dans celui des **traitements massifs et répétitifs** d'informations.

La mécanographie voit le jour en 1889. Sa naissance coïncide avec l'émergence de la seconde révolution industrielle (1890 - 1914). Les premiers ordinateurs feront leur apparition à la fin des années trente. La seconde guerre mondiale et ses impératifs stratégiques contribueront financièrement à l'essor de ces nouvelles techniques.

À leur origine, les machines mécanographiques sont essentiellement électromécaniques. Par contre, la conception et la fabrication des ordinateurs sont entièrement fondées sur l'électronique.

Tout comme le sera plus tard celle de l'informatique, toute l'évolution de la mécanographie est marquée, dès son départ, par la recherche d'une plus grande rapidité dans la résolution des calculs et le traitement des informations.

À partir de 1950 et pendant plus de deux décennies encore, la mécanographie et les ordinateurs cohabiteront sur ce vaste champ d'exploitation que leur offrent principalement le commerce, l'industrie, la finance et l'administration.

La carte perforée constitue et restera l'unique support d'informations imaginé et exploité en mécanographie. Celle-ci, par ses unités d'entrée (lecteur de cartes) et de sortie (perforateur de cartes et imprimantes), sera présente encore comme support accessoire et très temporaire sur les premiers ordinateurs. En raison de son encombrement, des limites de sa capacité et de la lenteur de son parcours mécanique dans les machines, la carte perforée ne tardera pas à se révéler incompatible avec ces nouveaux engins. Il faudra l'invention et l'arrivée sur le marché des supports magnétiques, bandes et disques, pour atteindre une correspondance à la vitesse d'exécution des procédés électroniques.

2. *COMPTER, UN BESOIN SÉCULAIRE*

A quelle époque l'homme a-t-il éprouvé le besoin de compter ?

On peut imaginer qu'il a toujours cherché à se rendre la vie plus facile au moyen d'instruments domestiques et d'outils de travail. Il en a été de même, certainement, lorsqu'il a éprouvé le besoin d'évaluer et de calculer. Les historiens rapportent que les Sumériens (3500 avant notre ère) ont été parmi les premiers à recourir à un système de comptage dans le commerce de leurs produits agricoles.

On peut penser que, durant des millénaires, l'homme s'est d'abord contenté des moyens de calcul dont la nature l'avait doté, c'est-à-dire ses doigts. L'anglicisme « digit » (du latin digitus - doigt), bien connu des informaticiens, nous le rappelle encore aujourd'hui.

Devant les difficultés de représenter de plus grands nombres, il eut d'abord recours à des cailloux, (le mot calcul est dérivé du latin « calculus » qui signifie caillou), à des billes ou des jetons comme premiers auxiliaires ; ils les faisaient passer d'un côté à l'autre d'une ligne tracée à même le sol lorsque le nombre dépassait celui de ses doigts. C'est là sans aucun doute l'origine du système décimal.

Il eut ensuite l'idée d'enfiler les billes sur des tringles métalliques. Un cadre en bois tenait en parallèle ces tringles sur lesquelles l'utilisateur faisait glisser les petites boules qui ont donné à l'instrument le nom de boulier. La première machine à calculer était née, 700 ans avant notre ère.

Les systèmes de numération se sont développés avec l'évolution des civilisations et le besoin de réglementer au sein des peuplades les pratiques du commerce. Le système décimal basé sur les doigts de la main nous est resté très familier. Les historiens et les archéologues en ont découvert d'autres : le système vicésimal (à base 20), le système duodécimal (à base 12, pratiqué dans l'Égypte antique) que l'on retrouve aujourd'hui encore dans la subdivision du jour en heures et enfin le système quinaire (à base 5) imaginé par les Romains.

Si les lettres numérales des Romains (I=1, V=5, X=10, L=50, C=100, D=500, M=1000) n'ont pas réussi à s'imposer, c'est principalement en raison du fait que leur système de calcul était bien plus astreignant que le système décimal connu en Orient. Qui a essayé d'additionner XLVIII (48) à CCCXCII (392) comprendra ! Afin de faciliter les échanges commerciaux et financiers avec les peuples conquis, les comptables et les banquiers romains ont inventé leur propre abaque. Cette petite table à calculer leur permettait, entre autres, de convertir leur monnaie en monnaie étrangère.

Le chiffre 0 trouve son origine en Inde à la fin du premier millénaire de notre ère. Ce sont les Arabes qui, au cours de la conquête de ces régions au 11^{ème} siècle, ont ramené au Proche-Orient les chiffres (0 à 9) et le système décimal. Vers l'an 1500, ils propagèrent l'usage de ces chiffres, appelés arabes, dans nos contrées d'où ils se sont répandus à travers le monde, nonobstant quelques métamorphoses, formant ainsi la base des techniques arithmétiques actuelles.

Le boulier compteur



Représentation du nombre 52.780.936

* * * * * * * * * * * * * *
 * * * * * * * * * * * *

valeur de 5

* * * * *

 * * * * *
 * * * * *
 * * * * *

valeur de 1

* * * * * * * * * * * *
 * * * * * * * * * * * *
 * * * * * * * * * * * *
 * * * * * * * * * * * *

5 2 7 8 0 9 3 6

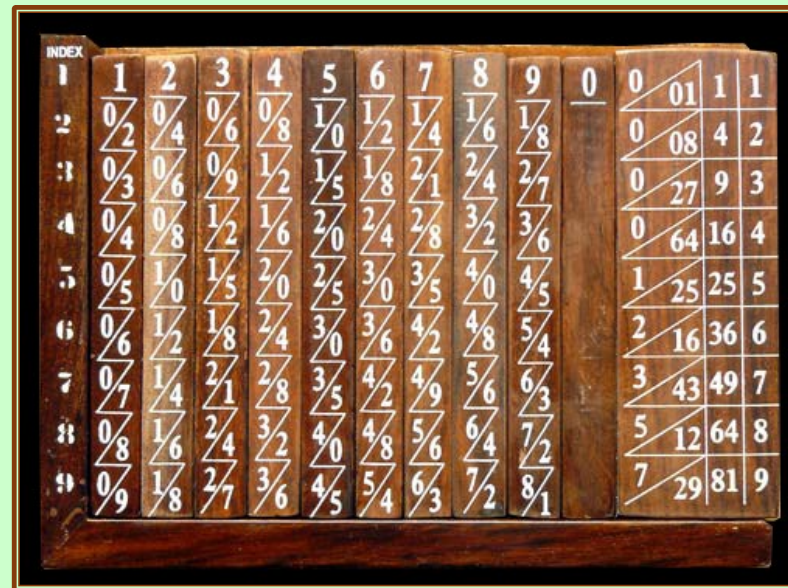
3. LA PRÉHISTOIRE : du 17^{ème} siècle à la fin du 19^{ème} siècle

La mécanisation du calcul trouve ses origines au début du 17^{ème} siècle, deux petites centaines d'années après l'invention de l'imprimerie, en 1440, par l'Allemand Johann Gensfleisch, dit GUTENBERG.

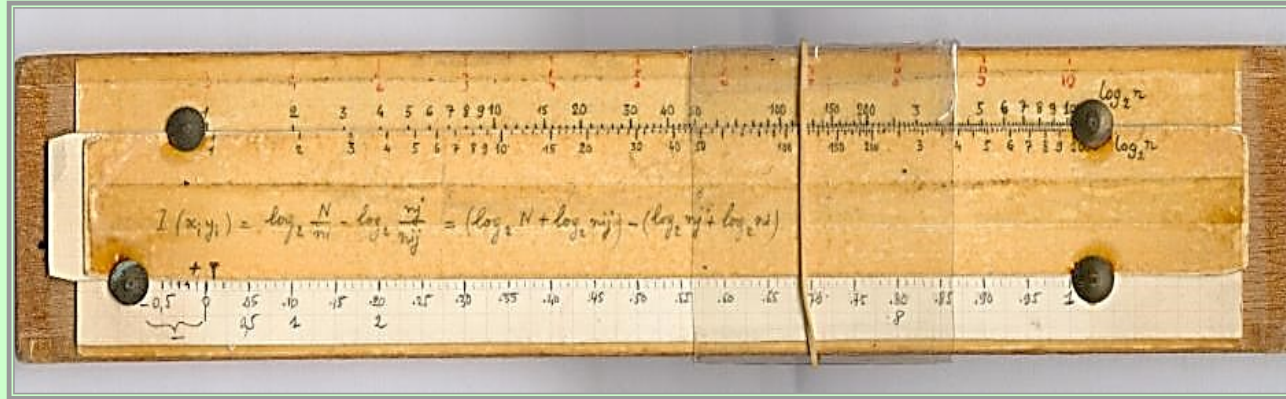
Pendant près de trois siècles avant l'avènement de la mécanographie, le monde occidental avait assisté à une suite d'inventions remarquables portant sur la mécanisation du calcul. L'une ou l'autre parmi celles-ci devait inspirer les inventeurs de la mécanographie.

La découverte de plans originaux a permis de reconstruire à l'identique certaines de ces inventions. C'est notamment le cas pour les machines de SCHICKARD et de BABBAGE.

1615 : Le philosophe et mathématicien écossais **John NAPIER** (1550-1617, NEPER en français, par ailleurs inventeur en 1580 des logarithmes) démontre avec un système de réglettes segmentées les facilités de résoudre l'opération de multiplication. Communément appelées « bâtons de Napier » ces réglettes, taillées dans le bois ou l'ivoire, permettent après assemblage de trouver le résultat d'une multiplication en additionnant le nombre de segments adjacents. Son invention est à l'origine des règles à calcul.

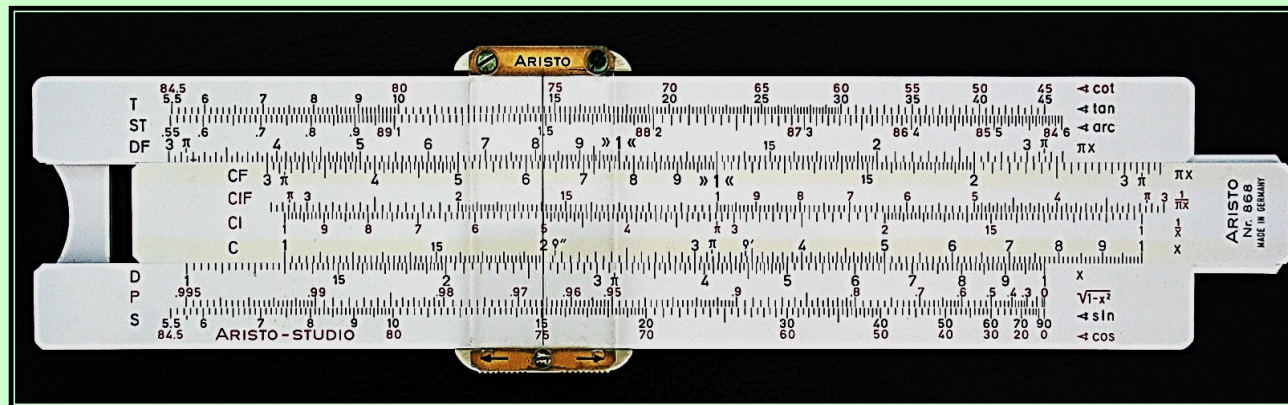


1620 : S'inspirant des bâtons de NAPIER, l'anglais **William OUGHTRED** (1574-1660) invente la règle à calcul. L'outil sera utilisé par bon nombre d'ingénieurs pendant plus de trois cents ans, jusqu'à l'apparition des premières calculatrices électriques.



La règle à calcul, à ses origines et ...

telle qu'elle était encore utilisée dans les années '50



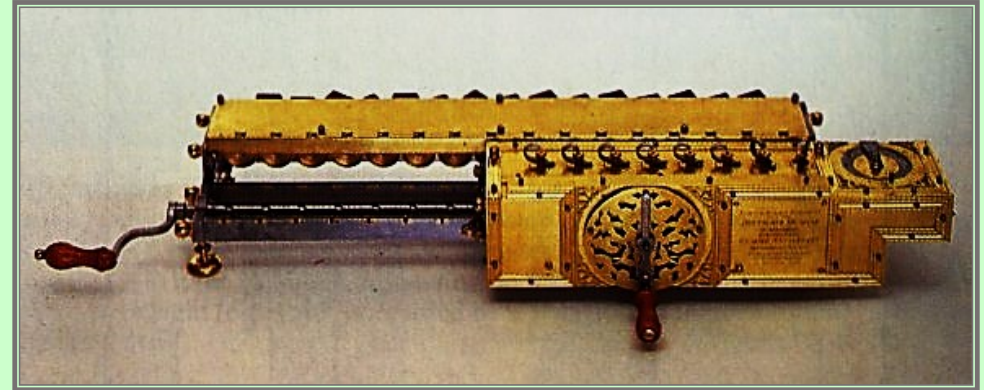
1623 : C'est vraisemblablement en cette année qu'est conçue la première machine à calculer ; elle est fabriquée à l'aide de roues dentées. Composée de 6 cylindres inspirés des bâtons de NAPIER, de 8 réglettes coulissantes et de 6 cadrans, elle est l'œuvre de l'allemand **Wilhelm SCHICKARD** (1592-1635), professeur à l'université de Tübingen. Appelée aussi « l'horloge à calcul », la machine est capable d'effectuer les quatre opérations et de procéder aux reports en addition et en soustraction. Certains historiens doutent qu'elle ait pu être produite et commercialisée en plusieurs exemplaires en raison de son manque de fiabilité. Fabriquée pour son ami, le célèbre astronome Johannes KEPLER à qui l'inventeur en avait décrit le fonctionnement, la machine est détruite dans un incendie. Elle a pu, grâce à cette documentation, être reproduite en 1960 selon les plans originaux.



1642 : À 19 ans, le français **Blaise PASCAL** (1623-1662) invente la première machine capable d'automatiser une opération arithmétique. Proche de la machine de SCHICKARD dont Pascal ignore cependant l'existence, la PASCALINE doit permettre au père de l'inventeur, inspecteur des douanes, de procéder avec moins de fatigue et plus de sécurité aux nombreuses opérations d'addition et de soustraction que lui impose son travail. Cette machine effectue les additions à l'aide de roues dentées représentant les chiffres de 0 à 9, avec un mécanisme de report lors du passage de 9 à 0. N'ayant pu résoudre la multiplication et la division que par répétitions, Blaise PASCAL est néanmoins considéré comme le père des machines à calculer.



1694 : En s'inspirant de la machine de PASCAL, le philosophe et mathématicien allemand **Gottfried Wilhelm LEIBNIZ**, (1646-1716) originaire de Leipzig, automatise la multiplication et la division. Il est le premier à présenter l'utilité du système de **numération binaire** dans les calculateurs. Par son invention, il démontre que, dans ce mode de numération, le résultat d'une multiplication s'obtient par une succession d'additions et celui d'une division par une succession de soustractions. Son invention, pas plus que celle de PASCAL, ne peut toutefois être développée à des fins réellement pratiques. En effet, les procédés techniques de fabrication de cette époque atteignent difficilement la précision requise par les éléments mécaniques de ces machines.

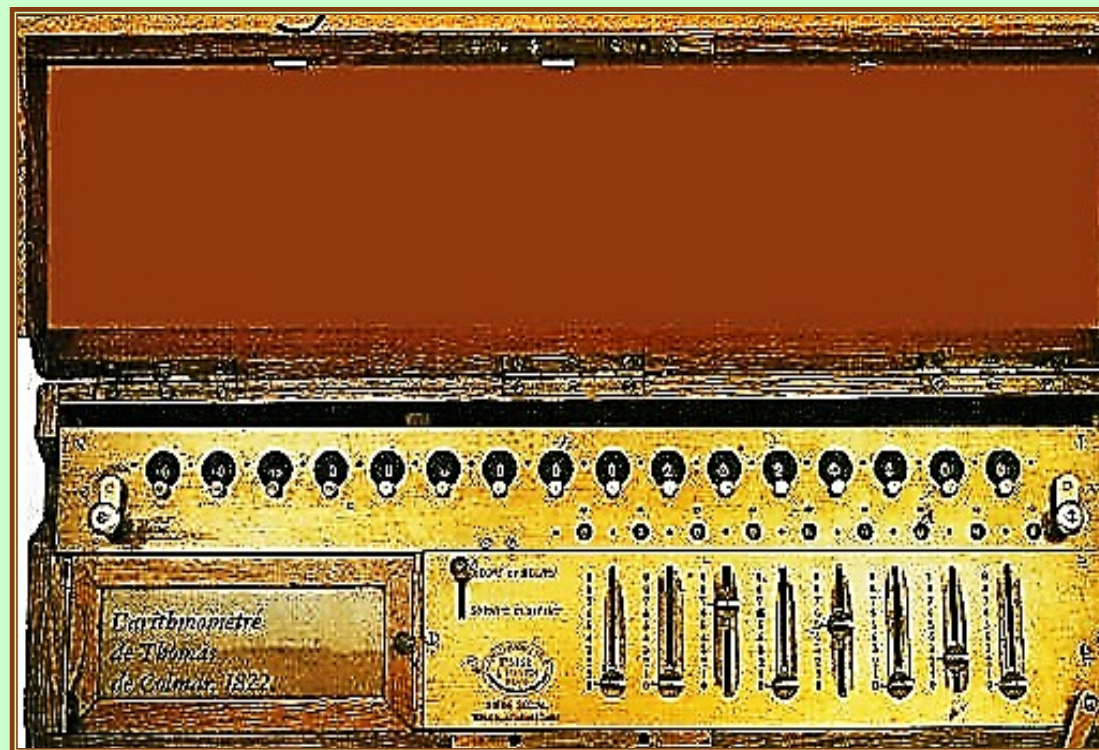


1728 : Le Français **FALCON** met au point, à partir d'un carton perforé, le principe de la commande des orgues mécaniques. Son invention sera reprise et perfectionnée par Joseph-Marie JACQUARD (1752 - 1834), l'inventeur du métier à tisser.

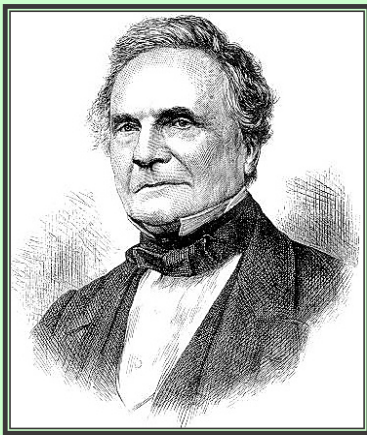


Machines à perforer les cartons pour orgue mécanique

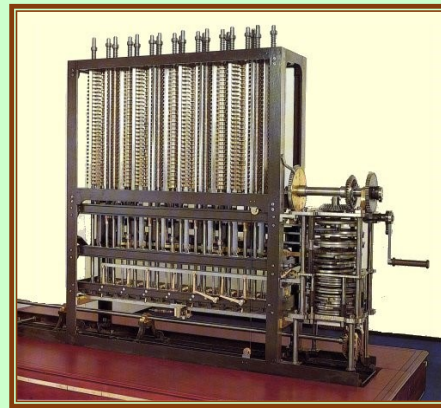
1822 : Le Français **Thomas de COLMAR** (1785-1870) invente l'arithmomètre. Commercialisée à partir de 1851 jusqu'en 1915 et vraiment conçue pour en faciliter l'utilisation, la machine se trouve rapidement sur le bureau des comptables, dans les banques et dans les administrations. Sa simplicité de conception et de fabrication lui a assuré son succès commercial. Considéré comme la première machine à calculer commercialisée, l'arithmomètre sera vendu à plus de 1 500 exemplaires. On peut aussi considérer qu'il est à la base de l'industrialisation des calculatrices de bureau.



1833 : La première révolution industrielle (1750-1870) contribue notamment à une augmentation du volume des affaires, entraînant dans leur sillage de nouvelles tâches administratives et des calculs de plus en plus complexes. L'Écossais **Charles BABBAGE** (1791-1871) imagine d'abord une « machine différentielle » ; celle-ci connaît peu de succès. Il conçoit ensuite une « machine analytique » qui comporte 5 dispositifs : une unité d'entrée des données, une mémoire pour enregistrer les données et les résultats intermédiaires, une unité de commande pour contrôler le traitement, une unité arithmétique et logique pour effectuer les opérations et une unité de sortie qui fournit les résultats. Cette remarquable invention ne fut jamais vraiment commercialisée, car d'une part ses capacités dépassaient en réalité les besoins de l'époque et, d'autre part, la complexité de la machine (environ 50 000 pièces mobiles) rendait très laborieuse et délicate sa fabrication. D'aucuns la considèrent néanmoins comme la première ébauche de nos ordinateurs modernes. Dans son travail, BABBAGE fut aidé par **Lady Ada LOVELACE**, (1815 - 1852) fille de Lord BYRON. Elle est la première à avoir conçu le principe de l'itération d'un programme auquel elle donna le nom d'algorithme.



Charles BABBAGE

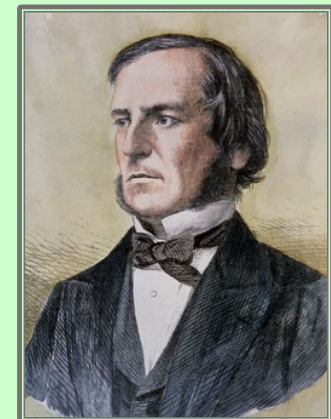


La machine de BABBAGE reconstituée en 1993 selon les plans de l'inventeur et en parfait état de fonctionnement

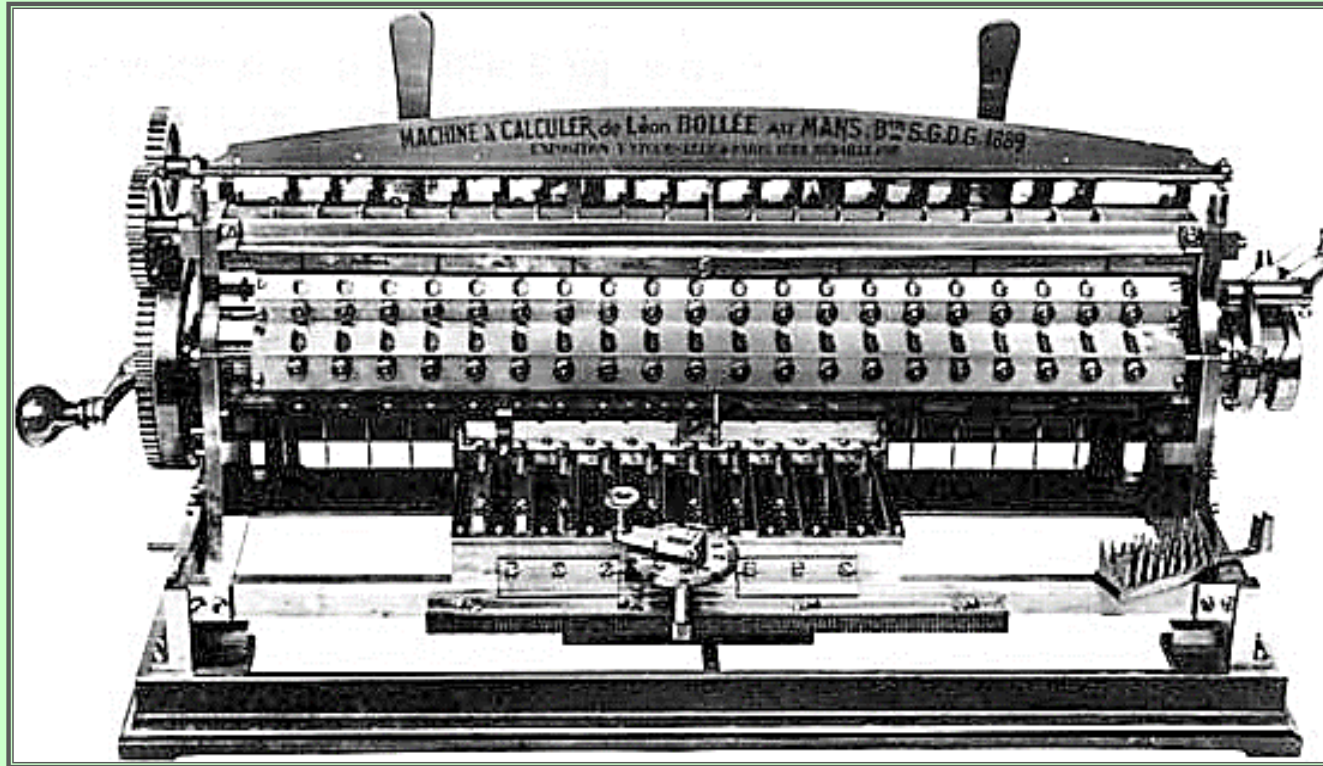


La machine originale

1847 : L'Anglais **George BOOLE** (1815 - 1864) publie ses travaux sur **l'algèbre logique** ; ses théories devaient jouer un rôle très important dans la conception des schémas d'ordinateurs. Il démontre que la logique de la pensée peut se résumer à deux états : vrai ou faux, oui ou non, zéro ou un et en un ensemble d'opérations logiques simples : ET, OU, OUI, NON. D'aucuns le reconnaissent comme le père de la logique moderne pour avoir pu réunir, dans un seul et même langage, les mathématiques et le symbolisme.

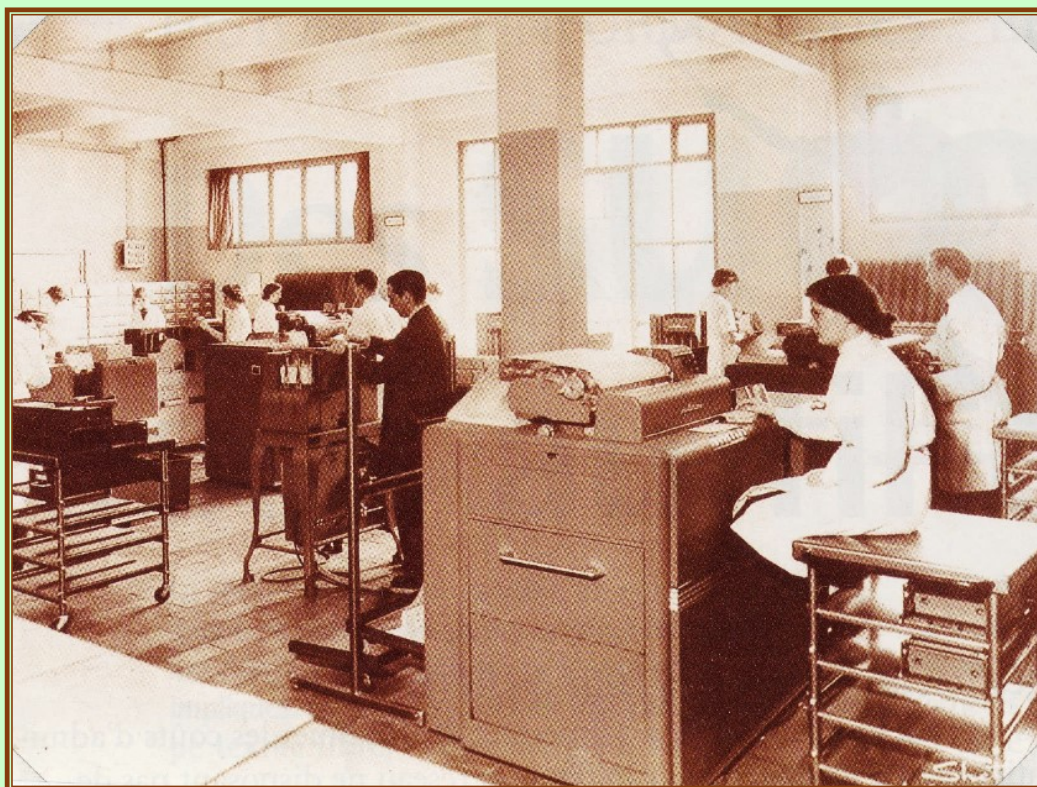


1889 : Inventeur d'une automobile à vapeur, le Français **Léon BOLLÉE** (1870-1913) conçoit et réalise à 18 ans une machine à calculer permettant d'effectuer les quatre opérations arithmétiques en utilisant une table de Pythagore présentée sous forme de chevilles et de plaques métalliques. Une multiplication est effectuée en un seul tour de manivelle. Jusqu'alors la multiplication s'effectuait par additions successives.



4. UNE DÉFINITION DE LA MÉCANOGRAPHIE

On peut définir simplement la mécanographie comme une activité exercée dans l'industrie, le commerce et les administrations au moyen de machines électromécaniques pour traiter des informations mémorisées dans des fichiers de cartes perforées.



Un atelier de mécanographie dans les années '50

5. LES ORIGINES DE LA MÉCANOGRAPHIE

L'histoire de la mécanographie démontre que l'on ne peut dissocier ses origines de celles de la carte perforée. En effet, les cartes perforées et les premiers appareils destinés à les traiter voient simultanément le jour à l'approche du **recensement de la population prévu pour l'année 1890** aux États-Unis.

Il a fallu près de huit années pour procéder, selon des méthodes manuelles, au dépouillement du recensement de 1880. Les États-Unis comptent en cette année un peu plus de 50 millions d'habitants. De telles perspectives suscitent une grande inquiétude dans l'administration.

Un jeune ingénieur américain a participé au dépouillement du recensement de 1880. Il s'appelle Hermann HOLLERITH. Il est né en 1860 dans une famille d'origine autrichienne. À 25 ans, il possède déjà à son actif quelques inventions. À la faveur de celles-ci, il est transféré au bureau américain des brevets au sein duquel il pourra poursuivre la mise au point de son projet. En le réalisant, il entend réduire sensiblement le temps du dépouillement du prochain recensement.

Dans la conception de son projet, l'ingénieur **s'inspire quelque peu des cartons perforés** inventés par JACQUARD pour la conduite des métiers à tisser. Il imagine bien réduire à sa plus simple expression, sur un document restreint cartonné, l'ensemble des réponses aux questions posées dans le cadre du recensement et transformer chaque réponse en une perforation, à l'endroit indiqué dans la carte elle-même.

La carte conçue par HOLLERITH pour le recensement de 1890 aux USA.

Le support d'informations que conçoit HOLLERITH pour le recensement de 1890 est donc une carte, au format comparable à celui d'un billet de banque, qui comporte 12 lignes de 24 colonnes, soit 288 points de coordonnées. L'inventeur considère que, dans la plupart des cas, un seul point suffit pour donner la réponse à toute question relative au recensement. Toute question posée est représentée sur la carte comme **un symbole, une abréviation ou un chiffre**. Le recenseur indique sur la carte les réponses appropriées à la personne recensée en marquant d'un trait le symbole, l'abréviation, le chiffre ou le nombre correspondant à la réponse.

Dans le même temps, HOLLERITH poursuit la conception et la fabrication des machines destinées au traitement des cartes. Ce traitement se résume en deux opérations simples et essentielles : la perforation et le comptage.

La perforation : Le système imaginé par HOLLERITH pour la perforation des cartes est **inspiré du pantographe**, instrument composé de tiges articulées. L'opératrice dispose d'un modèle sur lequel elle déplace une extrémité de l'instrument à l'endroit où la perforation doit être faite. Par une simple pression à l'autre extrémité de l'appareil, elle poinçonne la carte. L'invention était bien adaptée aux difficultés de mouvement dues à la dispersion des informations sur la carte.

Le comptage : Le système de lecture des perforations imaginé par HOLLERITH consiste en un bloc métallique mobile à l'intérieur duquel coulisent 288 aiguilles. Autant d'aiguilles dans le bloc que de perforations possibles sur la carte. L'opérateur relie au secteur (ou aux batteries) le bloc contenant les aiguilles. Après avoir déposé la carte dans un espace précis sous le bloc mobile, il actionne un levier pour abaisser le bloc sur la carte. Les aiguilles qui ne rencontrent pas de perforations se rétractent à l'intérieur du bloc. L'aiguille qui peut passer dans la perforation entre **en contact avec le mercure** contenu dans un récipient placé sous le support de la carte. Chaque contact avec le mercure ferme un circuit et envoie une impulsion dans un accumulateur. Le contenu de chaque accumulateur apparaît sur le cadran qui lui correspond. Les nombres affichés sur les cadrans sont transcrits sur papier.

Après avoir été mise en concurrence avec d'autres au cours de l'année 1889, l'invention d'HOLLERITH est finalement retenue par le bureau de recensement, autant pour l'ingéniosité du système de collecte des informations que pour la rapidité et l'exactitude attendues du comptage.

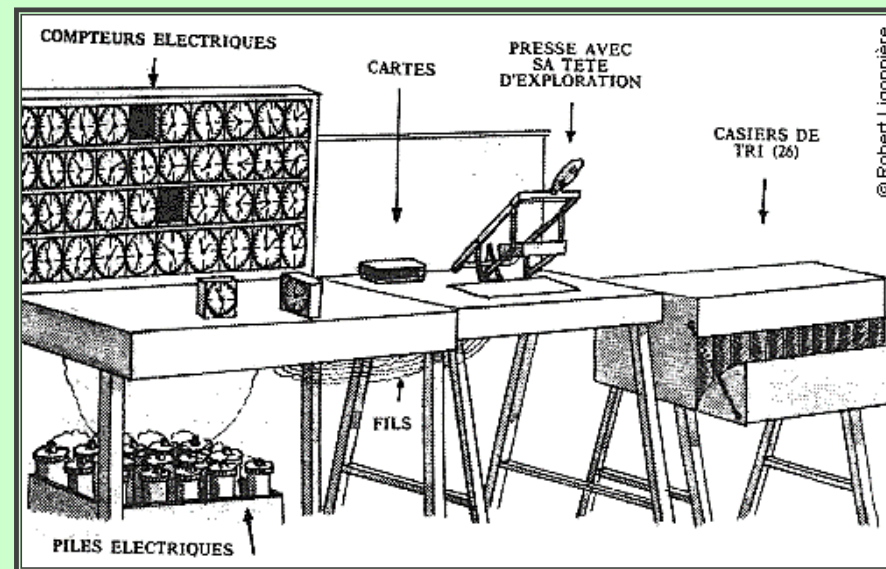
L'histoire fait peu allusion aux méthodes de contrôle et de vérification imposées, notamment sur la validité des perforations dans les cartes. Elle ne mentionne ni le nombre de machines utilisées ni le nombre d'opérateurs qui ont contribué au dépouillement du recensement de 1890. On sait seulement que le dépouillement fut clôturé en un peu plus de deux ans, soit presque quatre fois plus vite que pour le recensement précédent.

Sans tarder, à la fin de l'année 1889, HOLLERITH fait breveter son invention. Sept ans plus tard, en décembre 1896, il constitue sa société sous le nom de « Tabulating Machine Company ».

La réussite du projet consacre la carte perforée comme premier support efficace d'informations pouvant être traité mécaniquement. Par une seule opération de perforation, la **mémorisation permanente** de l'information dans des fichiers de cartes offre dorénavant, au propriétaire de cette information, la possibilité d'en user de différentes manières et autant de fois qu'il le souhaite.

Le succès remporté par HOLLERITH dans la réalisation de son projet est rapidement reconnu dans le monde. La France recourt au système d'HOLLERITH pour effectuer son recensement professionnel en 1896.

Pour la petite histoire : le premier recensement de la population des États-Unis a eu lieu en 1790 ; cette année-là, le pays comptait exactement 3.929.214 habitants et la ville de New-York en comptait 33.131. Nonante ans plus tard, en 1880, ces chiffres étaient parvenus respectivement à 50.129.209 et 1.206. 299.

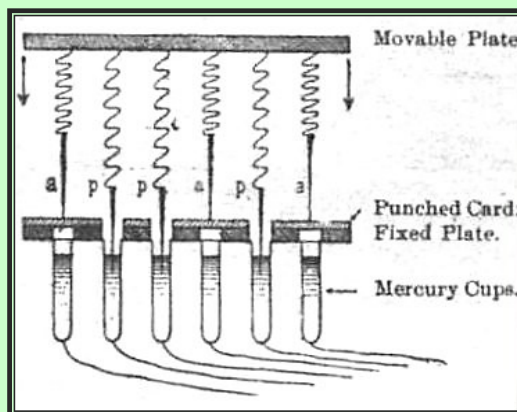


© Robert Ligonnière

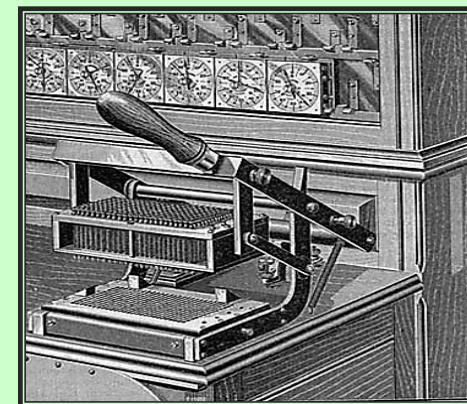
La machine d'HOLLERITH - 1889. On distingue nettement, à gauche, la perforatrice à pantographe et, sur la droite de la machine centrale, le lecteur de cartes.



La perforatrice à pantographe



Aiguilles et coupelles de mercure



Le lecteur de cartes reconstitué

6. LE DÉVELOPPEMENT DU MARCHÉ DE LA MÉCANOGRAPHIE

Dès 1903, des divergences d'idées se font jour entre Hermann HOLLERITH et la direction du bureau américain du recensement.

Profitant de la situation, **James POWERS**, employé lui aussi au bureau du recensement, décide d'entrer en scène. D'origine russe, né en 1870, il réside aux États-Unis depuis 1885. Détenteur également de quelques brevets, il a suivi de très près les travaux d'HOLLERITH à un point tel que, tout au début du siècle, il est à même de présenter sur le marché une machine lectrice de cartes perforées plus performante et moins chère que celle d'HOLLERITH. C'est ainsi que, pour le recensement de 1910, le bureau américain du recensement fait fabriquer ses propres machines sous la conduite de POWERS.

Si le matériel d'HOLLERITH est resté, dans son évolution, orienté vers **les travaux statistiques**, celui de POWERS, bien que purement mécanique, se montre davantage plus adapté aux **opérations comptables et commerciales**. Ces différences lui permettent de faire breveter son invention. En 1911, il crée sa propre société, à laquelle il donne le nom de « Powers Accounting Machines Company ». La même année, il conçoit, fabrique et lance sur le marché la première tabulatrice numérique suivie, dix ans plus tard, de la première tabulatrice alphanumérique. Ce type de machines offre aux entreprises la possibilité de gérer toute leur comptabilité : tenue des comptes et édition des livres. Au fil du temps, la tabulatrice (en anglais « tabulator », du latin « tabula ») deviendra l'unité centrale d'un atelier de mécanographie par ses fonctions d'imprimante, de calculatrice et de reproductrice de cartes.

Le succès de POWERS a tôt fait d'entraîner HOLLERITH dans de grandes difficultés financières. À la fin de l'année 1911, sa société est rachetée et incorporée à une société dont les activités s'exercent dans le domaine des horloges pointeuses et des balances de comptoir. Dirigé par un certain Charles FLINT, le nouveau groupe prend le nom de Computing Tabulating Recording Company (CTR). HOLLERITH n'y occupe qu'une fonction de conseiller, ni enthousiasmante pour lui-même, ni efficace pour l'entreprise. Subissant une très forte concurrence de la part James POWERS, le secteur mécanographique de CTR ne progresse plus.

À cette époque, la société CTR engage un commercial, Thomas J. WATSON, transfuge de National Cash Register (NCR) et fort d'une expérience commerciale de 17 ans. Le nouveau venu est né en 1874 dans une famille d'origine écossaise. Âgé à peine de 40 ans, WATSON s'engage immédiatement à rendre du dynamisme à la société CTR en relançant les activités du secteur mécanographique. Sa devise : « Une entreprise progresse surtout par son action commerciale et la qualité de ses services. » En 1914, il devient directeur de la société.

En 1917, CTR occupe 1 200 employés. WATSON confie à deux ingénieurs, Clair D. LAKE et Frank CAROLL, la fabrication de nouvelles machines destinées à concurrencer directement dans leurs fonctionnalités celles de POWERS. Une nouvelle tabulatrice est mise sur le marché en 1919. Son succès marque le début d'une prospérité qui ne cessera de croître tout au long des années '20. Le président de CTR, Georges W. FAIRCHILD, maintenu jusqu'alors à la tête de la nouvelle société, décède en 1924. WATSON lui succède et **CTR devient IBM** (International Business Machines). En 1928, la carte perforée prend sa forme définitive : 12 lignes de 80 colonnes. Cette même année, la société de POWERS est rachetée par REMINGTON RAND. En 1930, IBM met sur le marché sa première calculatrice et en 1935 sa première machine à écrire électrique.

Thomas J. WATSON connaîtra, au sein d'IBM, l'avènement des premiers ordinateurs. En 1952, il transmet à son fils Thomas J. WATSON Junior la présidence de la société. Le fondateur d'IBM décède en 1956 à l'âge de 82 ans.

Aux côtés des noms de HOLLERITH et POWERS, un troisième inventeur devait inscrire le sien dans les pages glorieuses de l'histoire de la mécanographie ; son nom : **Fredrik Rosing BULL**.

Il est né en Norvège en 1882. Il est ingénieur de formation et employé dans une compagnie d'assurances, la STOREBRAND. S'étant inspiré des techniques de la mécanographie développées aux États-Unis, il obtient en 1919 un brevet pour une machine à cartes perforées multifonction (tri et comptage). Intéressée par l'invention et ses perspectives, la direction de la compagnie d'assurances soutient F.R. BULL dans son entreprise et projette l'introduction dans ses services de ce type de machines. La fabrication de la machine est confiée à l'atelier ORMESTAD d'OSLO. Les frais de fabrication et de commercialisation sont pris en charge par une société du nom d'OKA, dirigée par Reidar KNUTSEN.

L'introduction de ce nouveau matériel sur le marché européen connaît un succès rapide, tant par la simplicité de la technique adoptée que par l'apaisement de la crainte de voir croître en Europe le monopole d'IBM. F. R. BULL dépose ses brevets dans 16 pays dont les États-Unis et le Japon. Atteint d'une maladie incurable, il désigne pour lui succéder Knut Andreas KNUTSEN, le frère du patron d'OKA. En 1925, F. R. BULL décède à l'âge de 43 ans.

K. A. KNUTSEN a été le collaborateur principal de F.R. BULL pour la fabrication et l'exploitation du matériel. Il connaît bien ce matériel et il sera à la base de son évolution : une nouvelle trieuse en 1929 et une tabulatrice en 1930. Ne consacrant pas son énergie aux seuls aspects techniques que lui impose sa mission, il entreprend le développement d'une politique commerciale bien au-delà des frontières scandinaves. Il constate très vite que la renommée du matériel a atteint plusieurs personnes dans quelques pays européens, notamment en Suisse, en Belgique et en France. Des accords sont conclus entre KNUTSEN d'une part, le Belge Émile GENON et le Suisse Oscar BANNWATH d'autre part. Ce dernier dirige la société suisse H.W. EGLI. Le premier est vendeur de calculatrices ; la société du second en fabrique. Des décisions sont prises en 1927 : acquisition de droits sur les brevets de BULL et fabrication, en Suisse, du matériel BULL par la société de BANNWATH qui prend le nom de H.W. EGLI – OKA. La première machine fabriquée à Zurich sort des ateliers en 1929.

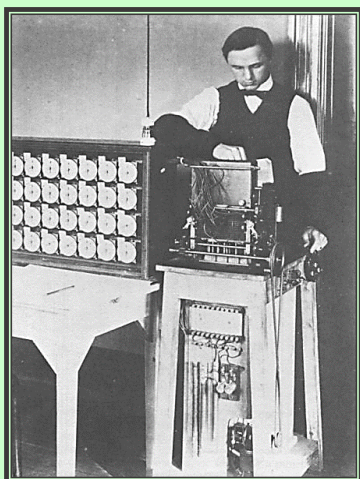
La troisième conquête de KNUTSEN sera la France. Il reçoit dans ses démarches l'aide spontanée de GENON et de BANNWATH. Pour des raisons à la fois personnelles, stratégiques et économiques ressenties par les trois conquérants, la France est préférée à l'Allemagne. La société H.W. EGLI - BULL est fondée en 1931. Elle se trouve rapidement confrontée aux tentatives de REMINGTON qui propose à EGLI de lui racheter ses droits sur les brevets de BULL. Les actions entreprises par le constructeur américain échoueront en 1932. Peu de temps après sa naissance, la jeune société reçoit l'appui d'une seconde personnalité belge, Henri VINDEVOGEL. Cet industriel belge a décidé d'abandonner la vente de machines américaines au profit des machines BULL. De plus, il offre à son nouveau partenaire un atelier de quelque 10.000m² situé au cœur de Paris, avenue GAMBETTA. Cet emplacement sera pendant 50 ans, le siège de la société qui, en 1933, prend le nom de Compagnie des Machines BULL.

Désormais, trois grands concurrents vont s'affronter sur le marché mondial de la mécanographie : **IBM, REMINGTON et BULL**. Les machines de gestion remplacent désormais les machines à statistiques. Chacun démontre son souci de la perfection technique et sa volonté de répondre au mieux aux besoins de ses clients. Pendant trois décennies, jusqu'à l'avènement de l'électronique, on assistera à une prolifération de brevets de la part des trois constructeurs.

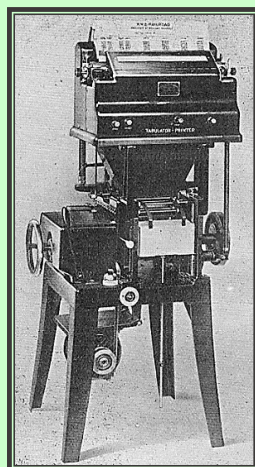
Cette prolifération de brevets sera assurément la source de **nombreux conflits entre les trois sociétés**. Que de procès intentés, que de subterfuges imaginés ! En 1928, IBM introduisit la carte 80 colonnes avec perforations rectangulaires. Pour pouvoir adopter le même format, BULL fut contraint de modifier le code alphanumérique des perforations. REMINGTON, de son côté, dut se résigner à étendre le format de la carte en portant à 90 le nombre de colonnes.

Au plan financier, le système de location pratiqué depuis HOLLERITH par IBM constituait fréquemment, par ses avantages pour les uns et ses inconvénients pour les autres, un des arguments fort débattus entre le client et le fournisseur avant la signature du contrat. Par la location, IBM restait propriétaire du matériel. Lorsque celui-ci avait atteint l'obsolescence ou les limites de ses capacités, le client bénéficiait automatiquement d'une reprise du matériel installé et de son remplacement par un matériel plus performant. Trois facteurs, pour bon nombre d'observateurs, ont contribué à la prédominance d'IBM sur le marché de la mécanographie : la qualité de son matériel, la réputation de ses services et également son système de location. Seule son intransigeance légendaire sur le respect des tarifs jouait parfois en sa défaveur.

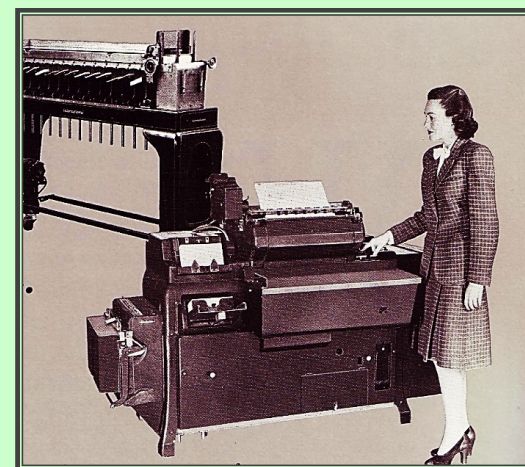
Aujourd'hui encore, on considère que le marché connexe de la **fabrication et de la vente des cartes perforées**, dont le profit était certes proportionnel au nombre de clients, a contribué lui aussi à asseoir la domination d'IBM sur ses concurrents. La garantie de qualité du matériau utilisé dans la fabrication des cartes et la crainte inculquée au client sur les dangers de la contrefaçon furent pour chacun des constructeurs, jusqu'à la fin des années '50, un moyen de se réserver un apport financier important sur le marché de la mécanographie.



La tabulatrice de HOLLERITH - 1902 ...



et celle de POWERS - 1921



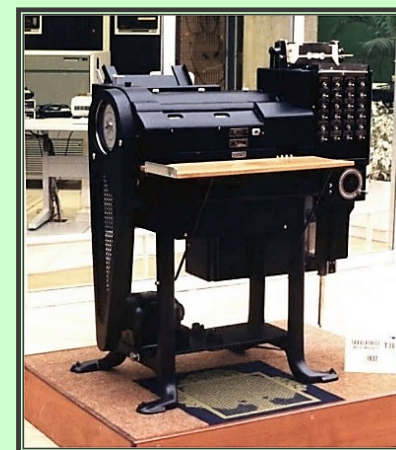
*Tabulatrice et trieuse IBM - 1920,
avec alimentation automatique des cartes*



Les premières machines de F.R. BULL

Trieuse et tabulatrice - 1919

La tabulatrice électromécanique BULL T30 - 1931





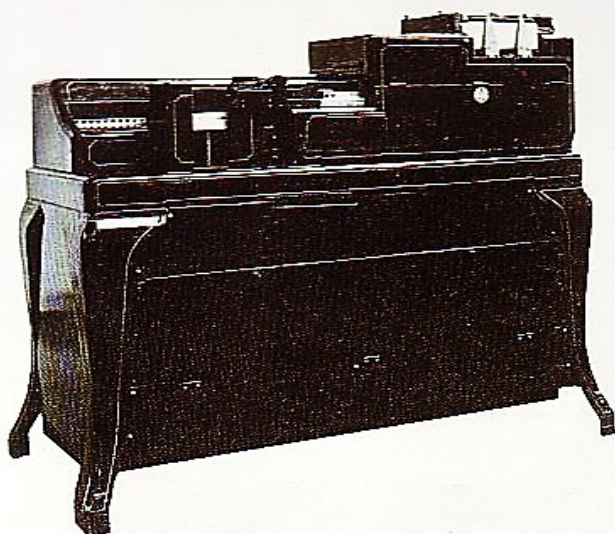
Un atelier de mécanographie en 1926



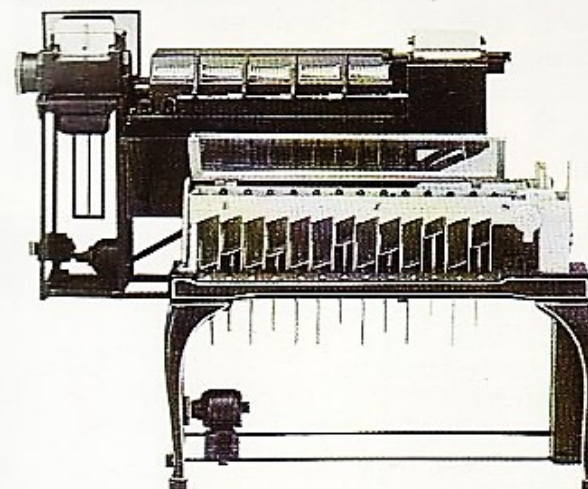
Un atelier de mécanographie en 1938



*James W. Bryce :
plus de 500 inven-
tions brevetées, dont
un système automati-
que de multiplica-
tion.*

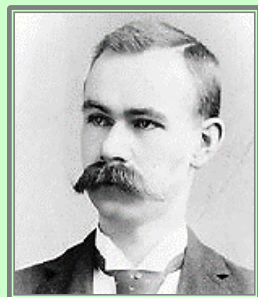


*Clair D. Lake et son
tabulateur impri-
mant.*

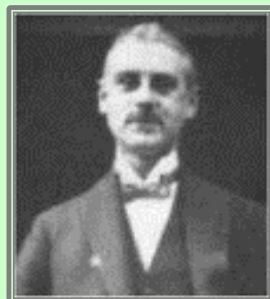


Deux ingénieurs IBM et leur invention

Quatre personnages ont marqué de leur empreinte l'histoire de la mécanographie à ses origines : trois ingénieurs, HOLLERITH, POWERS et BULL et un vendeur, WATSON. Ce dernier, par la prédominance de son entreprise étroitement liée à la qualité du service et des produits avait démontré toute la pertinence de ses convictions et de sa devise : « Une entreprise progresse surtout par son action commerciale et la qualité de ses services. »



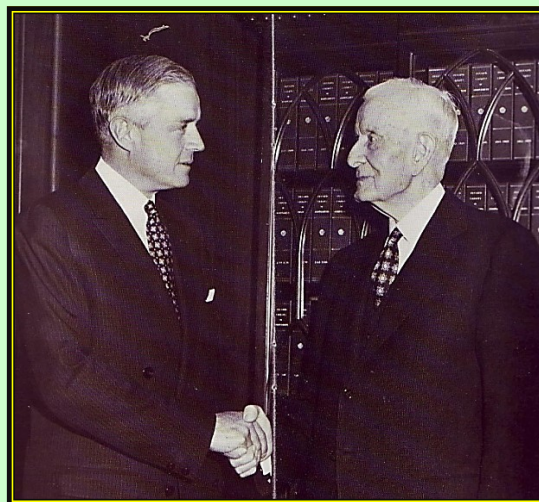
Hermann HOLLERITH



James POWERS



Fredrik Rosing BULL



Les WATSON père et fils en 1952, au moment de la succession

7. UNE DESCRIPTION DE LA MÉCANOGRAPHIE

On découvre la mécanographie dans les fonctions offertes à la fois par la carte perforée et les machines destinées à les traiter.

7.1. La carte perforée

7.1.1. De la carte perforée au concept de fichier

On l'a vu ci-avant, la première carte perforée d'HOLLERITH était destinée, en 1889, à mémoriser des données au **caractère descriptif ou qualitatif** dont la lecture et le traitement permettaient néanmoins d'aboutir à des **résultats quantitatifs**. La carte numérique « pure », contenant 10 lignes correspondant aux chiffres 0 à 9, est imaginée par POWERS en 1911 lorsqu'il présente sur le marché la première tabulatrice. Elle devient dès lors un **support de données quantitatives**, c'est-à-dire des nombres pouvant être soumis à des calculs.

Pour l'enregistrement des données alphanumériques, des lignes supplémentaires sont ajoutées dans la carte. Dans la carte d'IBM, deux lignes supplémentaires sont ajoutées au-dessus de la ligne 0 : les lignes 11 et 12. L'utilisation conjointe des perforations 12, 11 et 0 et des perforations 1 à 9 permet de représenter les 26 lettres de l'alphabet. Diverses combinaisons de perforations (3 ou 4 par colonne) seront adoptées un peu plus tard pour la représentation de caractères spéciaux, comme les signes de ponctuation, les signes monétaires, etc... (voir page 26).

Le format des cartes est généralement fonction du codage des caractères (chiffres, lettres et caractères spéciaux) adopté par le constructeur pour **l'obtention du brevet**. Chez IBM, le format de la carte 80 colonnes / 12 lignes est conçu et définitivement adopté par le constructeur en 1928.

Dans la carte imaginée par POWERS, les perforations sont rondes, (voir page 25). C'est IBM qui introduit le premier les perforations rectangulaires. Les deux autres constructeurs seront plus tard autorisés à adopter le même type de perforations moyennant un codage des caractères différent de celui d'IBM.

La composition des matières entrant dans la fabrication des cartes perforées requiert beaucoup de rigueur. Dans les premiers temps, les constructeurs recourent à des fabricants extérieurs. Considérant cette activité comme une source de revenus importants, IBM la développe pour son propre compte à partir de 1921.

On a vu également que, dans les premiers temps, la lecture et le traitement des cartes perforées se faisaient par le dépôt des cartes une à une sur la piste de lecture. L'introduction automatique et continue des cartes dans les machines fut une des premières inventions, source d'un gain de temps considérable dans le traitement des cartes. C'est un mouvement permanent de couteaux qui entraîne les cartes sur la piste de lecture.

Cette amélioration sensible introduisait naturellement dans la mécanographie le concept de fichiers. Désormais l'opérateur déposait les cartes par paquets dans un magasin de lecture. À la sortie de la piste de lecture, il les extrayait d'un magasin de réception.

La notion de **fichiers « maîtres » et de fichiers « mouvements »** est apparue très tôt dans la conception des traitements mécanographiques. D'aucuns considèrent, par ailleurs, cette notion comme un des fondements des futures bases de données. Un fichier maître contient des données de type permanent ou semi-permanent, telles les informations signalétiques d'un client, d'un article, d'un compte, etc... Un fichier de mouvements correspond à des opérations réalisées sur différents membres d'un fichier maître : une entrée ou une sortie de stock, le paiement à un fournisseur ou la recette d'un client, etc... Associés dans un traitement, le fichier maître et le fichier mouvement doivent être distingués par un code de carte. Le rapprochement des cartes maîtres et des cartes mouvements qui leur sont propres est rendu possible par la présence dans chaque carte d'un index commun (numéro de compte, de client ou d'article etc. ...) attribué initialement à chaque membre du fichier maître et nécessairement présent dans chaque carte mouvement.

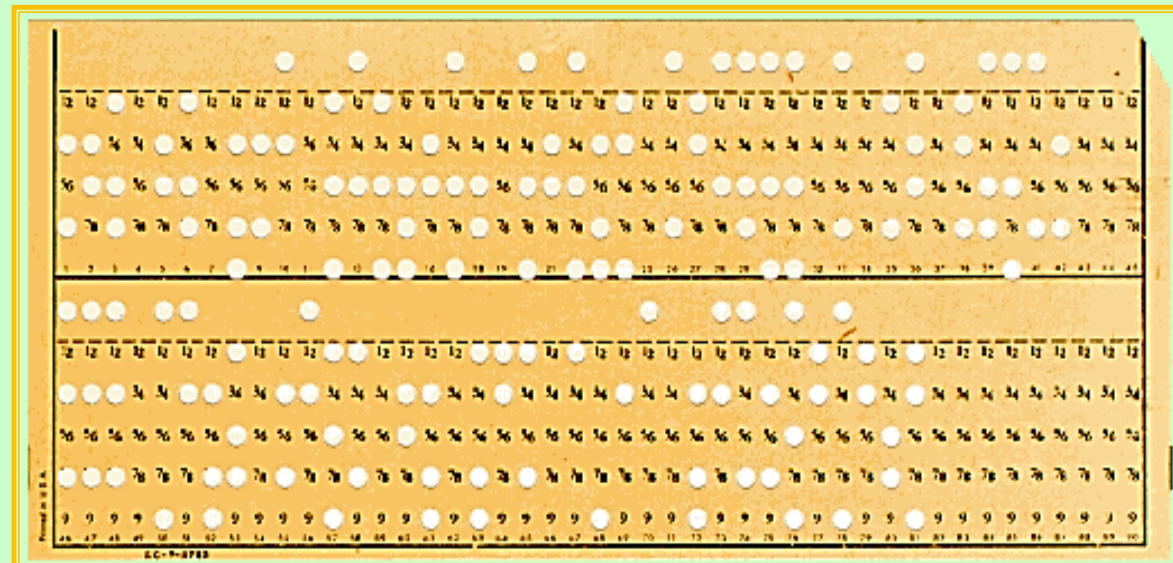
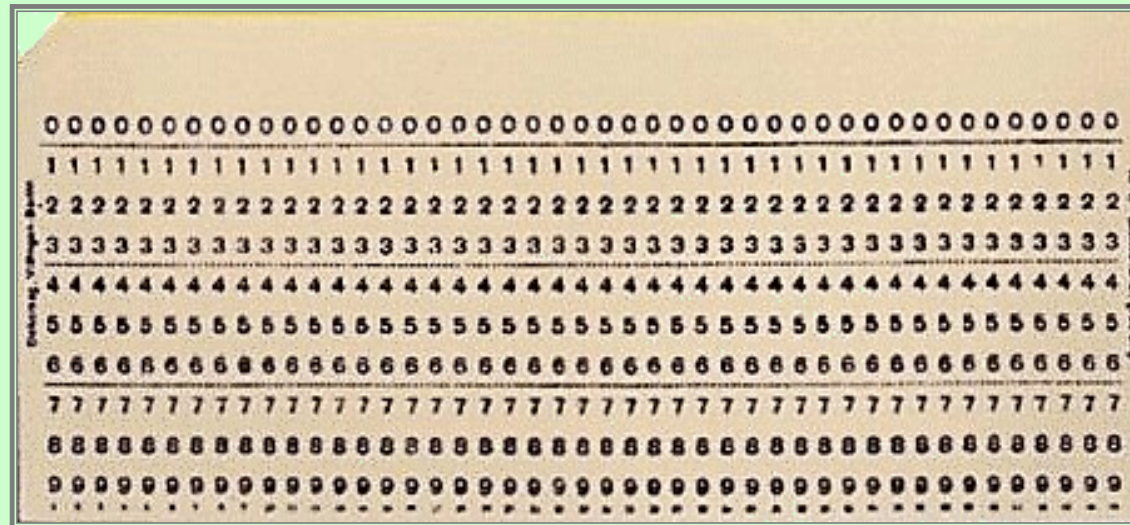
Le regroupement des cartes maîtresses suivies de leurs cartes mouvements en un seul fichier est réalisé par une opération de tri ou de fusion. La lecture simultanée du code de carte et de l'indicatif (numéro d'article, de dossier, etc. ...) introduit dans le traitement des cartes **la notion de groupe** pour lequel une clôture de traitement peut être demandée à la machine comme, par exemple sur un listing, l'impression de sous-totaux.

En l'absence de calculatrice, ce système peut être utilisé pour différents calculs comme celui du précompte professionnel dans le calcul des salaires. On sait que la retenue équivaut à un montant donné lorsque le salaire brut du travailleur se situe entre un montant X et un montant Y. Chaque carte maîtresse - retenue contient un montant plancher de salaire brut et la retenue qui lui correspond. Toutes les cartes salaires - travailleurs sont triées sur le montant brut du salaire. Une opération de fusion sur le montant brut du salaire intercale les cartes maîtresses devant les cartes salaires dont le montant salaire brut est égal ou supérieur à celui de la carte maîtresse. Le fichier ainsi constitué est traité par une reproductrice (perforatrice à fonctions automatiques) afin de perforer dans les cartes salaires le montant de la retenue contenu dans la carte maîtresse qui les précède. Dans le jargon des mécanographes, cette opération s'appelle « perforation en série ».

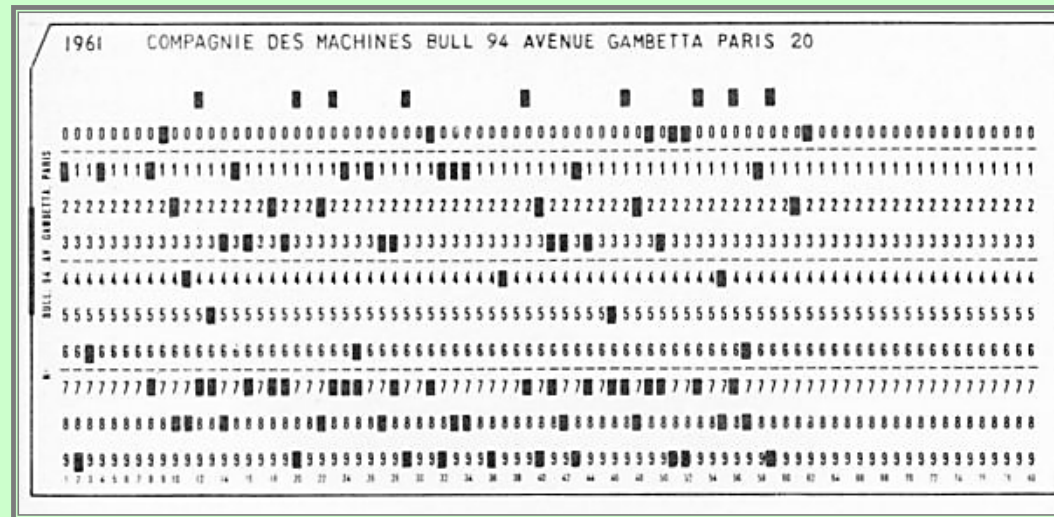
La fin d'un fichier en machine est détectée automatiquement par la lecture d'une carte contenant dans les deux premières colonnes un code propre à la fonction et distinct des codes attribués dans ces deux colonnes aux autres cartes. Le code 99 est généralement utilisé pour cette fonction.



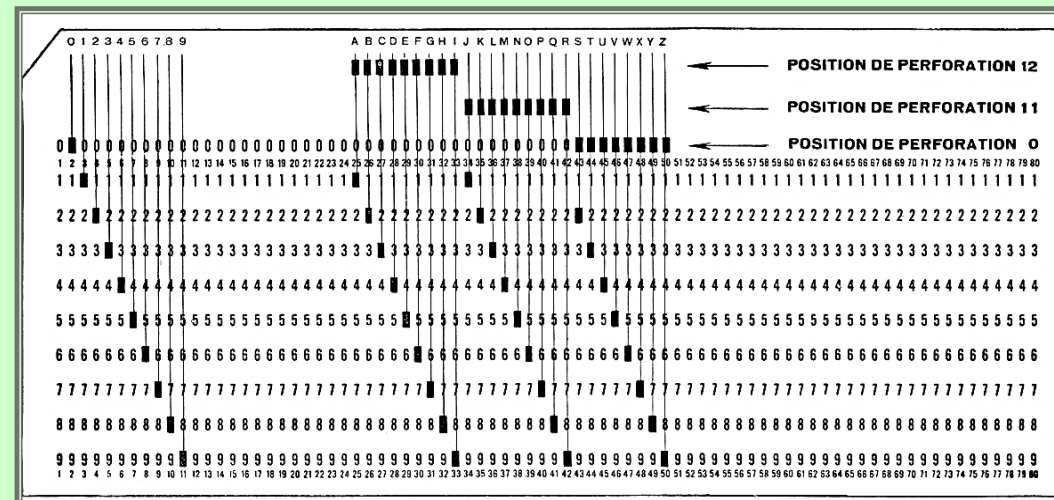
Perforatrice alphanumérique des années '20



Les cartes de POWERS : 45 positions numériques - 1920 90 positions alphanumériques - 1930



Le code particulier de BULL dans une carte 80 colonnes - (affichage à l'écran 80 %)



La carte 80 colonnes d'IBM - (affichage à l'écran 80 %)

7.1.2. La structure des fichiers et leur constitution

Un fichier est donc un ensemble de cartes perforées. Chacune d'elles contient des informations présentées sous la forme de perforations. On vient de le voir, la carte IBM est subdivisée en 12 lignes horizontales et 80 colonnes verticales. La contenance d'une carte IBM est ainsi **limitée à 80 caractères**. Chaque colonne peut contenir un caractère : chiffre, lettre ou caractère spécial. Une information est formée d'un ou plusieurs caractères et contenue dans une partie de la carte appelée **zone** ou **champ**. La longueur d'une zone est déterminée par le nombre le plus élevé de positions que comporte l'information dans son usage courant.

Le cliché de la carte perforée standard présente la numérotation des colonnes et des lignes à leurs intersections. Un cliché spécifique peut être imprimé sur certaines cartes. Ce cliché facilite la lecture des informations, voire même l'écriture sur la carte d'un nombre limité d'informations en vue de leur perforation.

Une carte perforée porte toujours un nom : par exemple, la carte article. Ce nom est généralement transmis au fichier lui-même : le fichier article. Toutes les cartes perforées d'un même fichier contiennent **un code qui leur est propre**. Un code de carte est composé d'un ou de deux caractères numériques contenus généralement dans la première ou les deux premières colonnes de la carte. C'est ce code qui sert de signe distinctif aux différentes machines pendant la lecture et le traitement du fichier.

Un fichier est un ensemble de cartes perforées dont les informations correspondent à une logique de regroupement. Toutes les informations signalétiques d'une personne sont regroupées dans une seule et même carte, comme par exemple, le numéro de dossier de cette personne, son nom, son adresse et sa date de naissance.

Lorsque la quantité d'informations signalétiques dépasse les limites d'une seule carte, toutes les informations sont perforées dans un nombre de cartes suffisant pour les contenir. Un fichier signalétique de clients peut ainsi être composé de trois cartes par personne :

- une carte NOM, distinguée par son code carte 11, qui contient bien sûr le nom de la personne ainsi que d'autres informations associées à son identité,
- une carte RUE, distinguée par son code carte 12, dans laquelle d'autres informations sont présentes,
- une carte LOCALITÉ, distinguée par son code carte 13.

Chaque carte contient dans les mêmes colonnes le numéro de client qui permet de les regrouper correctement en une seule unité logique.

La conception d'un fichier procède nécessairement d'un recensement minutieux de toutes les informations requises pour la réalisation d'un traitement. Les informations ainsi rassemblées sont réparties dans une ou plusieurs cartes formant à la fois une unité logique et physique. La présentation des informations contenues dans une carte perforée est formalisée dans un schéma appelé **dessin de carte**.

Un fichier conçu pour une opération peut, en cours d'étude, s'avérer utile à une autre opération. Ce fichier sera au besoin complété par les informations propres à cette seconde opération.

Lorsque le contenu d'un fichier est définitivement dessiné, le travail de perforation peut enfin commencer. La perforation des cartes est effectuée sur une machine appelée perforatrice, par une opératrice appelée, elle aussi ... perforatrice. L'information lue par l'opératrice se trouve sur un document auquel on donne parfois le nom de **bon de perforation**. L'information peut aussi, suivant sa dimension, être écrite sur la carte même dans laquelle elle doit être perforée.

1	21	5303	1214	14	1	451	1	6010	9451	2874700104	4001
CC	ORIG	DATE	N° ORDRE	TER	A	SERV.	B	C.G.	C.A.E	CDES/CPTE	C.P.
MONTANT										0154	KG ACIER SPECIAL
QUANT.										LIBELLE	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9

CF IBM FRANCE, 5 PLACE VENDÔME PARIS

Le cliché facilite la localisation des zones de la carte et des informations que celles-ci contiennent

La carte 80 colonnes d'IBM - dimensions réelles

7.2. Les grandes fonctions de la mécanographie

Cinq grandes fonctions sont généralement remplies par l'ensemble des machines d'un atelier de mécanographie. On peut citer dans un ordre plus ou moins logique de traitement :

- la perforation de cartes, opération de base et d'introduction des données dans les traitements,
- la traduction des perforations sur la carte elle-même, pour en faciliter la lecture visuelle, non indispensable dans les traitements en machine,
- le classement des cartes par tri ou par fusion de fichiers,
- le calcul sur les données perforées : les quatre opérations,
- la restitution des résultats par l'impression de documents ou la perforation automatique de cartes résultats.

Chronologiquement la perforation et le comptage par addition et soustraction ont été les premières fonctions mises au point et traitées en exploitation. Les autres fonctions ont été progressivement développées selon les expériences acquises par les constructeurs, l'ingéniosité de leurs chercheurs, la concurrence enjoignant aux constructeurs d'offrir au client toujours davantage de moyens et de facilités.

Bien qu'elles soient relativement extérieures au service mécanographique, deux fonctions ne peuvent toutefois être passées sous silence. L'une se situe avant et l'autre après le traitement mécanographique. Il s'agit, pour la première, de la rédaction, de la collecte et du contrôle des documents qui doivent être présentés à la perforation. Ces documents doivent faire l'objet d'une vérification rigoureuse. La seconde concerne la réception et le contrôle des documents à leur sortie du service mécanographique. Divers travaux sont préalablement requis avant la distribution ou l'expédition de ces documents : extraction des feuilles de carbone, rognage des rives et découpage des liasses de papier continu.

7.3. Le travail dans un atelier de mécanographie

7.3.1. *Les tâches du personnel*

L'acquisition et l'exploitation d'un atelier de mécanographie ont fait apparaître de nouveaux métiers au sein des entreprises et des administrations.

Le fonctionnement des machines est confié à des opérateurs et/ou des opératrices. On imagine aisément l'évolution de ce métier à travers les années en raison de l'évolution des machines elles-mêmes.

La perforation des cartes, par sa ressemblance au travail d'une dactylo, est généralement réservée à du personnel féminin. La fonction porte un nom identique à celui de la machine : perforatrice. Une seconde fonction fut progressivement introduite dans le processus de saisie des données : celle de la vérification. En quoi consistait-elle ? Après la perforation des cartes, une seconde opération était prévue afin de s'assurer de la validité des données perforées. Cette vérification consistait en une seconde frappe des données qui avait pour effet de détecter toute erreur par la discordance entre le caractère présent dans la carte et celui frappé par la vérificatrice.

Les opérateurs en mécanographie ont pour tâche la surveillance des machines et l'alimentation de celles-ci par les fichiers à traiter.

Quel qu'il soit, le travail demandé aux machines est toujours accompli suivant un « programme » conçu et « câblé » sur un tableau de connexions. Une exception cependant pour la trieuse de cartes. La conception d'un programme relève, dans les grands ateliers, d'un responsable de projet ou plus généralement du chef d'atelier lui-même dans les sites plus modestes. Il s'agit d'une « **programmation câblée** » réalisée au moyen de fils de connexions sur un tableau approprié aux fonctions de chaque machine. L'étude et la mise en place des connexions s'inscrivent dans un schéma classique de programmation : lecture de données (**input**), traitement de celles-ci (**process**), et sortie des résultats (**output**). Tableaux et fils sont bien sûr fournis par le constructeur.

Jusqu'au jour où VON NEUMANN inventa et exploita le programme enregistré en mémoire, les fonctions de calcul sur les premiers ordinateurs furent généralement commandées par un (des) tableau(x) de connexions. Les autres fonctions telles que la perforation et le classement des cartes, la restitution des résultats en cartes perforées ou sur papier étaient supportées par des machines mécanographiques : trieuses, lecteurs-perforateurs et tabulatrices.

7.3.2. Les organigrammes de fonctionnement

Les différentes opérations que comporte un traitement en mécanographie sont prescrites sur un organigramme de fonctionnement. La conception et la présentation de ces organigrammes relèvent également des responsabilités du chef de projet ou du chef d'atelier.

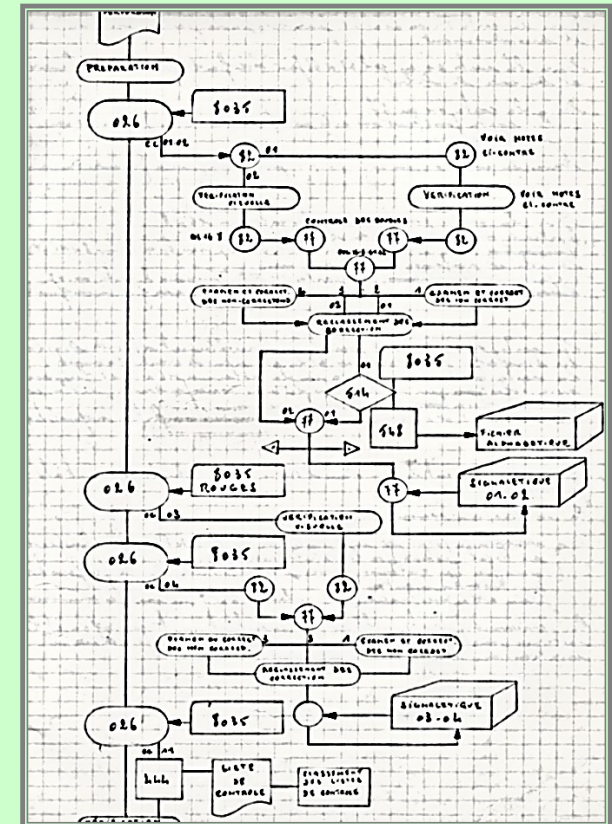
Un organigramme est le schéma des travaux qui se succèdent sur les différentes machines pour réaliser un traitement ; ci-après, comme exemple, un enchaînement simple d'opérations :

- la perforation d'un fichier,
- le tri de ce fichier par la trieuse,
- la fusion, par l'interclasseuse de ce fichier (mouvements) avec un autre fichier (maître),
- le passage du fichier ainsi formé en tabulatrice pour l'édition d'un document,
- pour terminer, la séparation des deux fichiers par la trieuse, au moyen du code-carte.

Chaque machine indiquée sur les organigrammes peut être représentée par une **illustration réduite** de cette machine. Dans la pratique courante, le mécanographe compose ses organigrammes en attribuant à chaque machine une figure géométrique conventionnelle.

Les **organigrammes** d'une application ne représentent pas seulement un moyen de communication entre le chef d'atelier qui les établit et ses opérateurs ; ils garantissent aussi la **pérennité de l'application** et ils constituent, avec le **dossier d'étude**, le **dessin des cartes perforées** et celui des **tableaux de connexions** sur papier, les éléments principaux d'un dossier d'application.

Afin de réduire le temps que demande la modification d'un organigramme, le chef d'atelier dessine toujours ses organigrammes... au crayon !



Un organigramme de fonctionnement (sur site IBM)

7.3.3. Les tableaux de connexions - un tableau par job

Le tableau de connexions est formé d'un cadre métallique qui enserme un panneau percé de plots (jacks en anglais). Le travail du mécanographe consiste à relier, au moyen de fils de connexion, les plots entre eux selon leur fonction dans la perspective d'obtenir un résultat correct au travail demandé.

On trouve généralement sur un tableau de connexions trois grands types de plots :

- les **plots émetteurs** d'impulsions électriques dérivées des perforations contenues dans les cartes,
- les **plots récepteurs** de ces impulsions auxquels sont assignées diverses fonctions : compteurs, barres d'impression, sélecteurs,
- les **plots de commande** correspondant aux fonctions demandées : addition, soustraction, sélection, etc... .

La présence de sélecteurs sur le tableau rend possible la **sélection des impulsions et des fonctions** ; ces dispositifs équivalent en quelque sorte à l'instruction « if - then - else » disponible plus tard dans les langages de programmation.

Lorsque le tableau est introduit dans la machine, l'extrémité des fils de connexion, apparentes au verso du tableau de connexions, entre en contact avec les aiguilles (autant d'aiguilles que de plots) au moyen desquelles le contact émission - réception est établi.

Certains spécialistes ont considéré cette forme de **programmation câblée**, comme l'ancêtre du circuit imprimé !

Les plots émetteurs d'impulsions

Toute machine possède un ou deux magasins d'alimentation de cartes. Deux magasins d'alimentation sont évidemment indispensables sur une interclasseuse à laquelle on demande de procéder à la comparaison ou à la fusion de deux fichiers.

Lorsqu'une carte d'un fichier quitte le magasin d'alimentation, les 80 colonnes de cette carte sont explorées successivement par un set de 80 balais de lecture contigus. Au passage de la perforation, (par exemple une perforation 5 dans la colonne 20), un contact électrique est établi entre le balai de lecture n° 20 et le cylindre (sous tension) sur lequel la carte est entraînée. L'impulsion est transmise par le balai de lecture et rendue disponible au plot n° 20 de la plage de lecture du tableau de connexions. Cette impulsion peut être recueillie par un fil de connexion qui la transmet, soit à une barre d'impression de la tabulatrice pour imprimer le caractère 5, soit dans une position de compteur pour y accumuler la valeur 5.

Le processus de transmission de données dans un compteur est identique à celui de la transmission de données aux barres d'impression. Chaque compteur est naturellement à même d'effectuer correctement les reports dans chacune de ses positions.

La plupart des machines disposent de deux, voire trois, rangées de balais de lecture. Deux lectures successives permettent, en effet, de comparer une information donnée (comme un numéro de client ou une date) dans deux cartes qui se suivent. Le résultat de la comparaison est également disponible dans une plage du tableau de connexion. C'est ainsi que peuvent être détectées **les ruptures de groupes** qui donnent lieu à l'impression de sous-totaux.

Les plots récepteurs de fonction

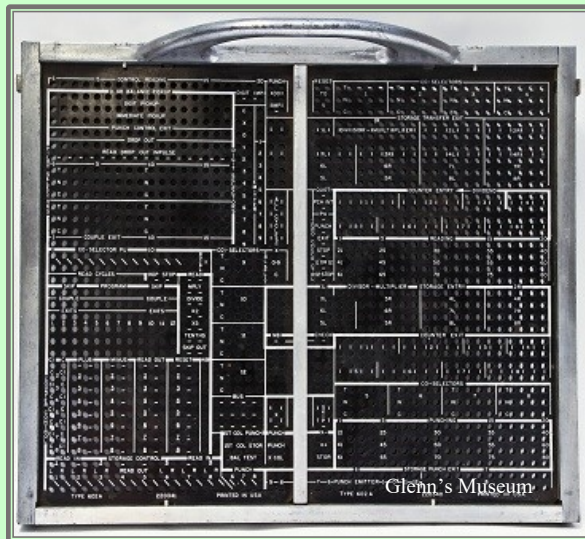
Les impulsions reçues aux plots émetteurs de lecture sont destinées à enclencher une ou plusieurs des fonctions propres à chaque machine. Une connexion est donc établie entre les plots émetteurs et les plots d'entrée dans les fonctions concernées. À titre d'exemple :

- | | |
|------------------|---|
| En tabulatrice : | <ul style="list-style-type: none"> - l'alimentation des compteurs, - la commande des barres d'impression, - le passage préalable à ces deux fonctions à travers un sélecteur pour orienter les impulsions vers tel compteur ou vers tel autre, vers telle barre ou vers telle autre, suivant la signification des codes lus dans la carte, - le saut de papier, - la perforation en cartes, par reproductrice connectée, des résultats obtenus. |
|------------------|---|

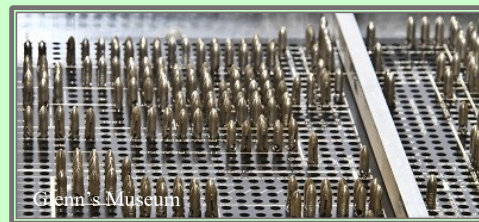
- En calculatrice :
- l'alimentation des compteurs,
 - la sélection des données par sélecteurs interposés,
 - la perforation des résultats des calculs.
- En interclasseuse :
- la sélection d'un des quatre magasins de réception des cartes.
- En interpréteuse :
- la commande des barres d'impression des données sur la carte.
- En reproductrice :
- la commande des poinçons de perforation.

Les plots de commande

Le tableau de connexions présente un certain nombre de plots de commande tels que, sur la tabulatrice et la calculatrice : les commandes d'opérations de calcul (addition, soustraction sur les tabulatrices, les quatre opérations sur les calculatrices), les commandes de remise à zéro des compteurs, les tests de la nature d'un solde, etc.



Le tableau de connexions de la calculatrice IBM 602 A

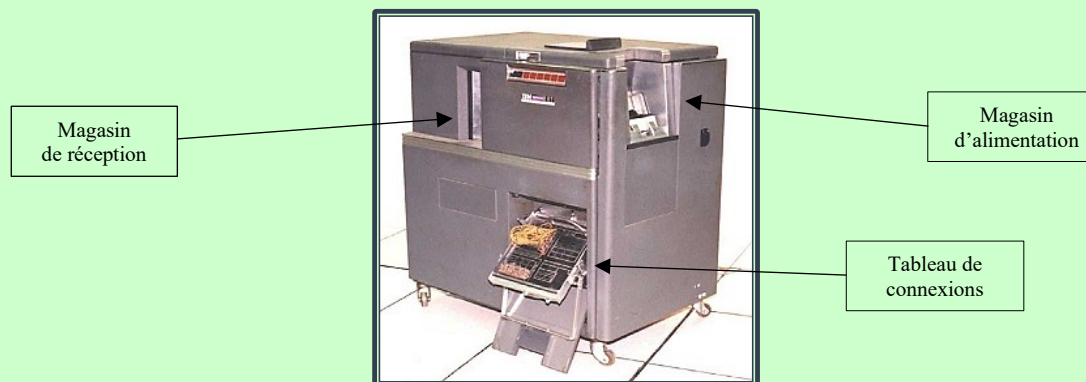


Face arrière d'un tableau de connexions

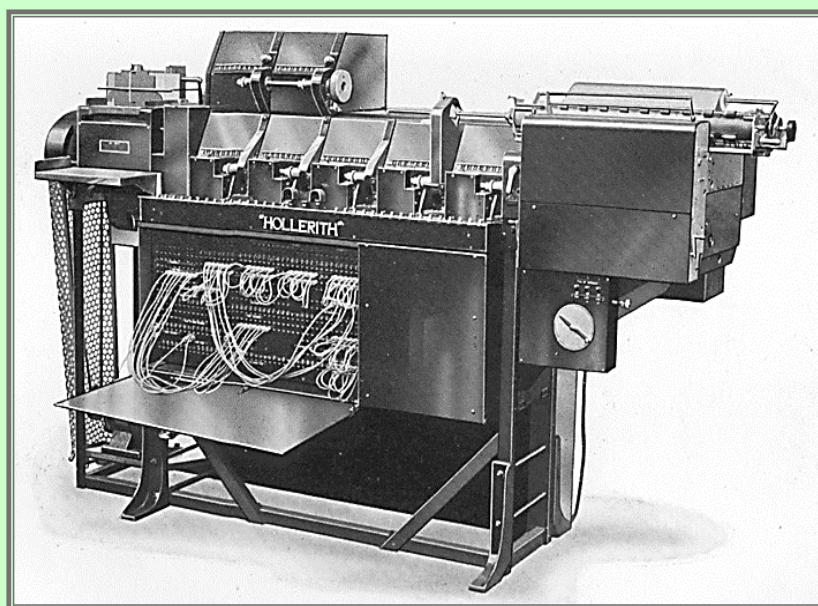
L'extrémité des fils de connexion entre en contact avec les aiguilles pour établir la liaison entre les plots émetteurs et les plots récepteurs



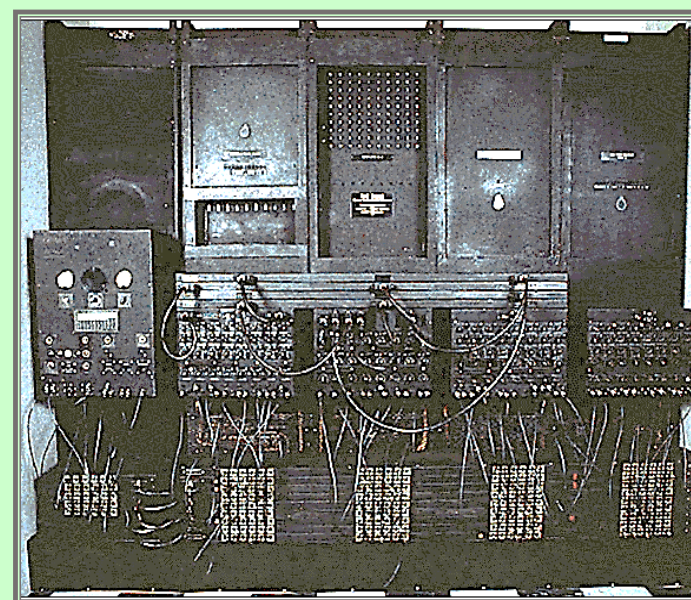
Les connexions sur un tableau de la tabulatrice IBM 407



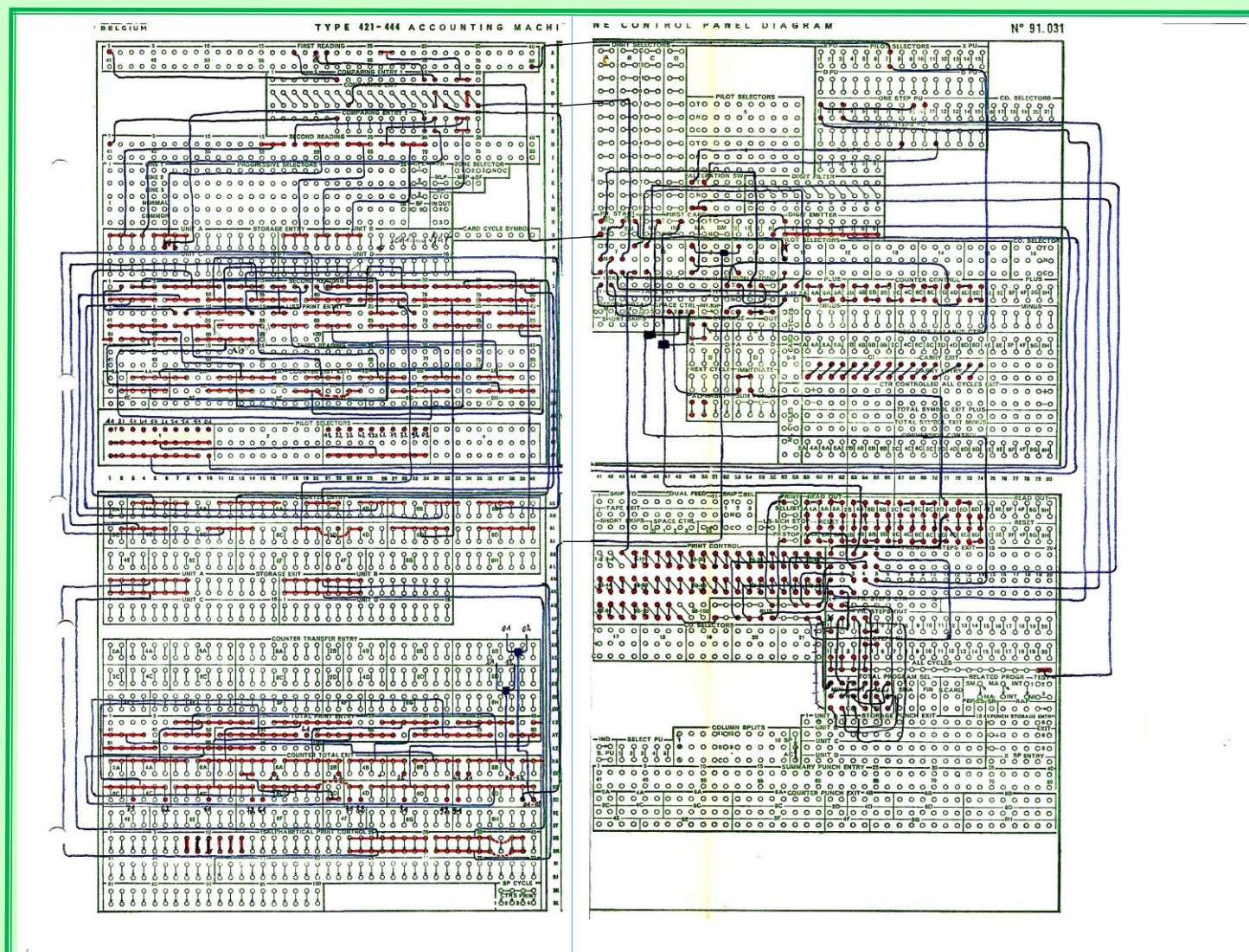
*Une traductrice IBM 557 et son tableau de connexions
celui-ci est déposé sur un support mobile avant introduction dans le logement où se trouvent les aiguilles de contact.*



Une tabulatrice de Hollerith et son tableau de connexions



Tableaux de connexions sur l'ordinateur ENIAC



Conception sur papier de la programmation avant montage sur le tableau de connexions

7.4. Le parc mécanographique : fonctions et mécanisme

7.4.1. *Considérations générales, pratiques courantes, dispositifs communs*

Au cours de leur histoire, les machines mécanographiques ont fait l'objet d'investissements importants de la part des constructeurs en vue d'améliorer leurs performances, notamment en ce qui concerne **la vitesse de lecture des cartes**, source principale de gain de temps dans les traitements. De l'introduction manuelle carte par carte, on est passé rapidement à des vitesses de lecture équivalant à **quelques centaines de cartes par minute**.

Les performances et les capacités d'une machine mécanographique sont toujours fonction du coût de sa location ou de son prix d'achat. Le choix par le client de la rapidité de travail d'une machine est déterminé au cours de la phase d'étude des futurs traitements, appelée analyse organique, pendant laquelle **les volumes et les fréquences de traitement sont estimés**.

Chaque machine dispose de deux magasins au minimum, un pour l'introduction des cartes vers la piste de lecture et l'autre pour la réception des cartes après leur passage en machine. Un signal lumineux apparaît sur la machine dès que le magasin d'alimentation est vide ou lorsque le magasin de réception est rempli. Une surveillance presque constante des machines en fonctionnement est demandée aux opérateurs. En effet, la capacité des magasins équivaut généralement à un paquet de 800 cartes environ (15cm d'épaisseur). Les fichiers de cartes sont contenus dans des bacs. Chaque bac peut contenir plus ou moins 3 000 cartes. Des armoires de rangement des bacs sont prévues pour recevoir 20 bacs environ par armoire.

Tous les préparatifs ayant été effectués avant de démarrer une machine, l'opérateur dépose un premier paquet de cartes dans le magasin d'alimentation. En général, l'opérateur veille, par un chargement régulier, à ce que l'alimentation ne soit pas interrompue. Hormis le temps perdu, une interruption de l'alimentation n'a pas d'incidence sur le traitement et ne signifie pas la fin d'un fichier. Sur certaines machines, la fin d'un fichier est détectée automatiquement à la lecture d'une carte contenant dans les deux premières colonnes un code propre à la fonction (généralement le code 99 en colonnes 1 et 2) et distinct des codes attribués aux autres cartes dans ces deux colonnes.

Dans toutes les machines, les cartes déposées dans le magasin d'alimentation sont amenées sur la piste de lecture par deux couteaux d'entraînement de 2 cm de largeur dont l'épaisseur de la tranche équivaut très précisément à l'épaisseur de la carte. La cadence avec laquelle sont actionnés ces couteaux détermine la vitesse attribuée à la machine.

À son entrée sur la piste de lecture, la carte est guidée par une série de galets presseurs. Elle passe sous une ou deux rangées de 80 petits balais, un par colonne, qui explorent les 80 colonnes de la carte. Sous chaque rangée de balais se trouve un cylindre cuivré en rotation. Ce cylindre est sous tension. Dès qu'un de ces balais passe sur une perforation, un contact électrique est établi entre le cylindre et le balai. L'impulsion recueillie par le balai commande la fonction programmée dans le tableau de connexions.

C'est dans les réglages de ce mécanisme qu'intervient la **notion de cycle**. La mise au point du cycle-machine permet de **synchroniser correctement la position de la perforation dans la carte provoquant l'impulsion et le positionnement des roues de compteurs, des barres d'impression et des poinçons de perforation**. Cet exemple est surtout d'application dans les tabulatrices et les calculatrices. Toutes les machines possèdent néanmoins leur cycle de fonctionnement.

Pratiquement toutes les machines disposent dans leur piste de lecture de deux sets de balais. Il est donc possible, à partir de la 1^{ère} rangée de balais de préparer une fonction qui sera déclenchée sous la rangée suivante. Il est aussi possible, par programmation au tableau de connexions, de comparer une donnée lue successivement par les premiers et les seconds balais. Une différence détectée par le dispositif de comparaison permet de déterminer les groupes de cartes portant un même indicatif. Sur certaines machines, la lecture de la carte par les seconds balais permet de s'assurer d'une lecture correcte par les premiers balais.

Entre deux sets de balais de lecture, les calculatrices et les reproductrices de cartes disposent d'un bloc de 80 poinçons de perforation.

Dans les ateliers de machines IBM, le jargon des mécanographes foisonne de l'expression « carte X ». En fait, le code X équivaut à la perforation 11, la deuxième rangée de la carte perforée. Cette perforation est généralement employée, hors données alphabétiques, pour distinguer une carte parmi d'autres cartes du même code et enclencher une fonction qui lui est propre. L'impulsion d'une carte X est recueillie à la toute première rangée de balais de la piste de lecture. L'impulsion X recueillie commande la fonction (une sélection, en général) d'une donnée lorsque celle-ci passe sous la rangée suivante de balais. Située sur la position des unités d'un montant, elle indique que celui-ci est un montant négatif. Une plage du tableau de connexion détecte automatiquement la présence d'un X dans une colonne donnée.

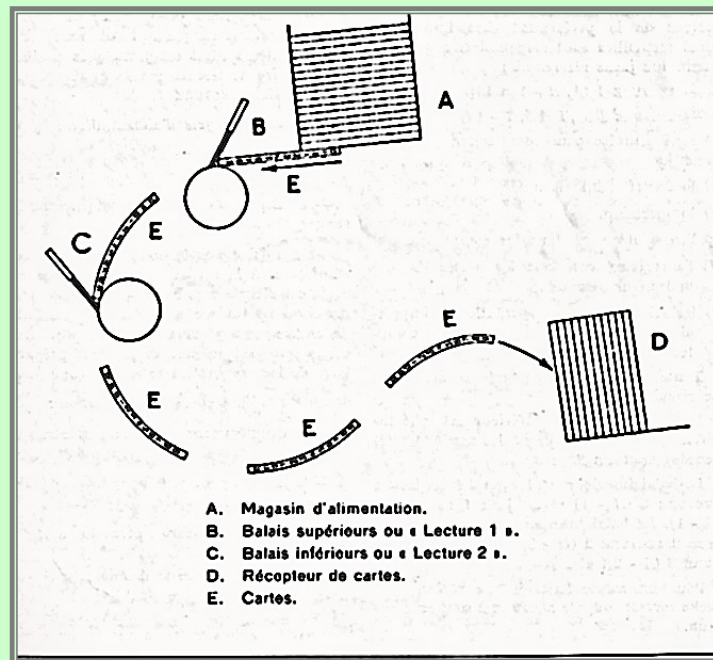
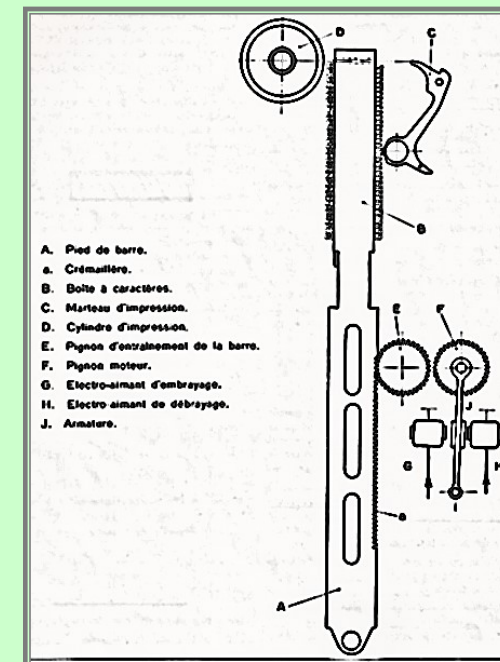
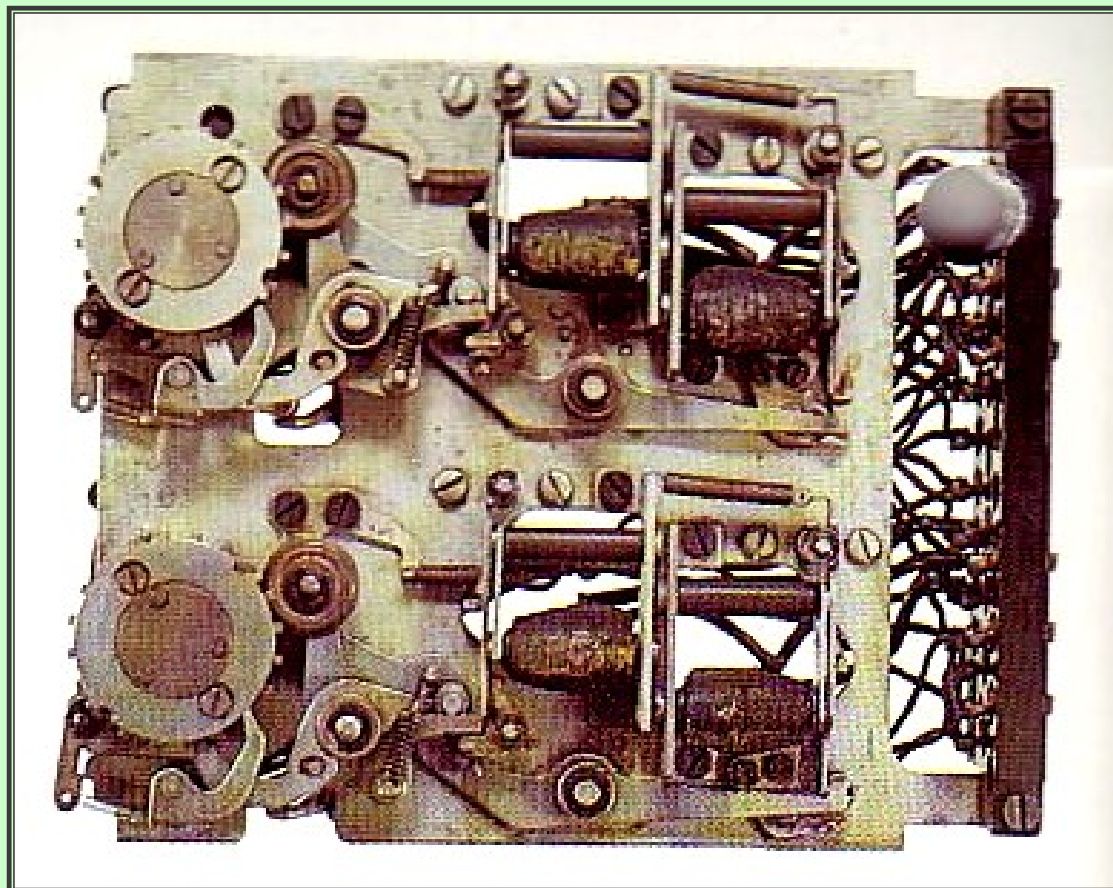


Schéma de la piste d'alimentation des cartes dans une tabulatrice



Mécanisme d'une barre d'impression dans une tabulatrice



Des électro-aimants commandent les roues des compteurs et positionnent les barres d'impression

7.4.2. *La perforatrice de cartes*

La perforation des cartes représente en général la phase d'ouverture de tout traitement mécanographique.

Les premières machines mécaniques datent du début des années 1900. Elles disposaient d'un clavier numérique exclusivement. Une touche permettait néanmoins d'entrer plusieurs perforations dans une colonne, comme c'est le cas pour les lettres et les signes spéciaux. Encore fallait-il connaître le codage de ces caractères formés de 2, 3, voire 4 perforations.

Depuis son origine, la perforation des cartes a heureusement connu de **multiples améliorations** au nombre desquelles il faut en retenir quatre. Il s'agit de l'introduction :

- du clavier alphabétique,
- du système de vérification,
- de la carte-programme,
- de l'impression des caractères perforés.

L'apparition du clavier alphabétique coïncide naturellement avec celle des tabulatrices alphanumériques. Pour les entreprises engagées dans la mécanographie, le simple traitement de l'alphabet représente une hausse importante des coûts du matériel.

L'absence de vérification du travail effectué par les perforatrices était, à l'origine, considérée comme une source importante d'erreurs. Le système de vérification imaginé consiste en **une seconde frappe des données encodées** au moyen d'une machine vérificatrice, par une opératrice appelée aussi ... vérificatrice. Si le caractère frappé par la vérificatrice ne correspond pas au caractère perforé dans la carte et lu par la machine, un signal d'erreur est envoyé à l'opératrice. Celle-ci effectue la correction en créant nécessairement une nouvelle carte.

Si la vérification accroît de manière très sensible la qualité du travail produit, l'invention de la **carte programme** quant à elle améliore nettement le taux de productivité des opératrices. La carte programme est composée par l'opératrice ; elle correspond au dessin de carte du fichier à traiter. C'est une carte perforée enroulée sur un cylindre amovible que l'opératrice place à un endroit réservé de la machine. La rotation du cylindre est synchronisée avec l'avancement de la carte sur la piste de perforation.

Les fonctions programmées sont lues par des balais de lecture qui commandent les fonctions attendues. **Ces fonctions réduisent le temps de frappe et de manipulation au clavier.** En effet, par ces commandes, la machine peut automatiquement dupliquer des informations de la carte précédente, distinguer une zone numérique d'une zone alphabétique, effectuer les sauts de zones vides d'informations.

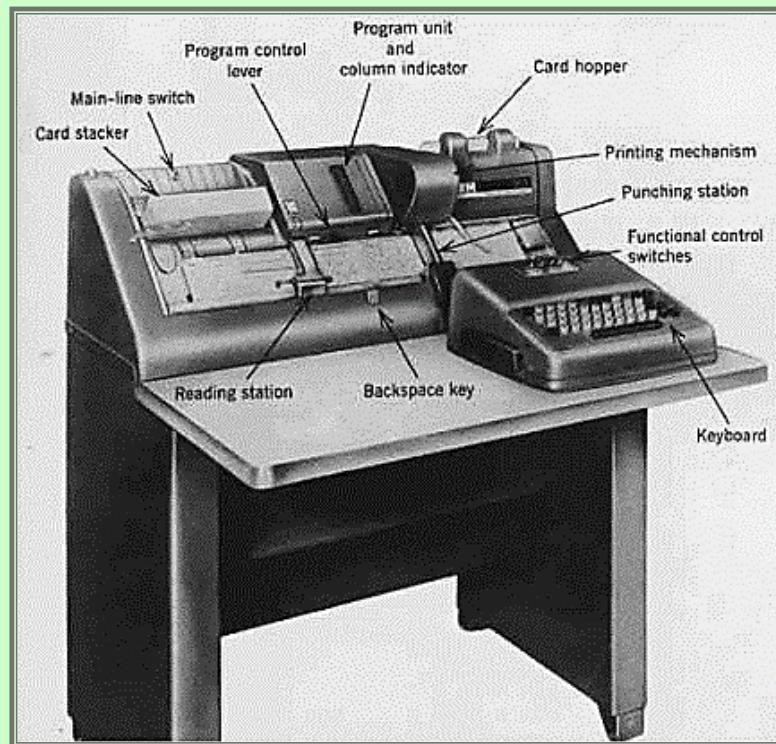
Sur les perforatrices IBM, une perforation 12 dans toutes les colonnes (sauf la première) de la zone correspond à la longueur de celle-ci. La fonction programmée se trouve dans la première colonne de la zone : 11 pour le saut automatique, 0 pour la duplication automatique, et 1 pour le positionnement alphabétique du clavier.

L'impression du caractère perforé dans chaque colonne facilite la lecture des cartes au sein des fichiers, tant pour le personnel en mécanographie que pour le personnel administratif.

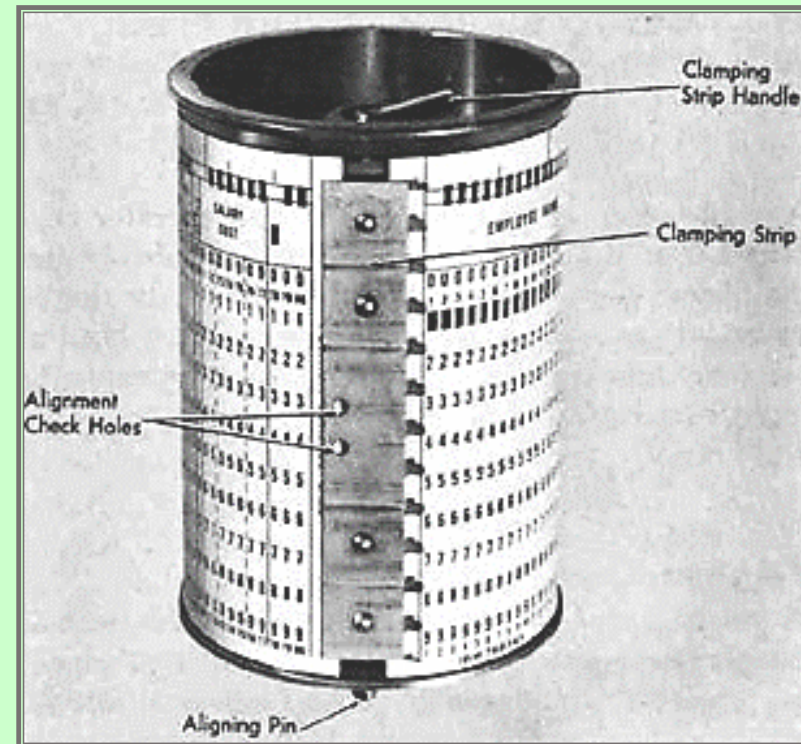
Afin de permettre la duplication d'une information d'une carte dans sa suivante, les machines perforatrices et vérificatrices disposent d'une station de perforation suivie d'une station de lecture.

Contrairement à la plupart des machines, l'avancement des cartes sous les stations s'effectue dans le sens horizontal. Un indicateur de colonnes informe l'opératrice de la position de la carte sous les stations.

Les informations qui doivent être perforées sont lues sur des documents généralement manuscrits, appelés bordereaux d'entrée ou bons de perforation. La plus grande rigueur est requise de la part des personnes qui rédigent ces documents. Dans le cas d'une information de longueur réduite, celle-ci peut être transcrite sur la carte elle-même, à un endroit à convenir avec l'opératrice.



La perforatrice de cartes IBM 026



Une carte programme sur son cylindre

7.4.3. La trieuse de fichiers

Le travail sur une trieuse se distingue de celui pratiqué sur les autres machines en raison de la vitesse de lecture et du travail demandé à cette machine.

Après la perforation des données dans un fichier de cartes, le tri de ce fichier représente la première opération indispensable à tout traitement. Sans tri préalable, toute opération telle que la comparaison de deux fichiers sur un même indicatif ou encore l'établissement d'une liste avec impression de totaux sur un indicatif donné serait impossible à réaliser.

Le tri d'un fichier requiert autant de passages en machine que le nombre de positions contenues dans la zone de tri. Le tri débute toujours sur la première colonne de droite de la zone de tri ; il se termine sur la colonne extrême gauche de cette zone.

Si le travail est réalisé sur une machine dont la vitesse de lecture est de 650 cartes par minute, comme sur la trieuse IBM 082, le temps nécessaire pour trier un fichier de 6 500 cartes sur une information de 10 positions numériques est de 100 minutes $((6.500 \times 10) : 650)$, soit un peu moins de deux heures compte tenu du temps pris par la manipulation des cartes. Au début des années '60, la vitesse de lecture des trieuses les plus performantes atteignait la vitesse de 2 000 cartes à la minute, soit, par seconde, 33 mouvements mécaniques des couteaux d'entraînement !

Contrairement à toutes les autres machines, la trieuse ne dispose que d'un seul balai de lecture couissant sur un axe horizontal. Le déplacement du balai s'exerce en suivant une règle graduée des colonnes. Avant de démarrer l'opération, l'opérateur positionne le balai de lecture sur la première colonne de droite de la zone sur laquelle s'opère le tri. L'opérateur dépose ensuite le premier paquet de cartes dans le magasin d'alimentation et lance le démarrage de la machine.

L'impulsion recueillie par le balai, au moment où la perforation passe sous celui-ci, atteint un électro-aimant. Ce dispositif agit sur un groupe de 12 lamelles horizontales. Par l'attraction de son armature, il libère le passage de la carte en fonction de la perforation lue. Si la colonne explorée par le balai contient une perforation 4, l'armature attire vers le bas les lamelles 5 à 12. La carte est entraînée par les galets presseurs dans cet espace jusqu'à sa chute dans le magasin de réception 4.

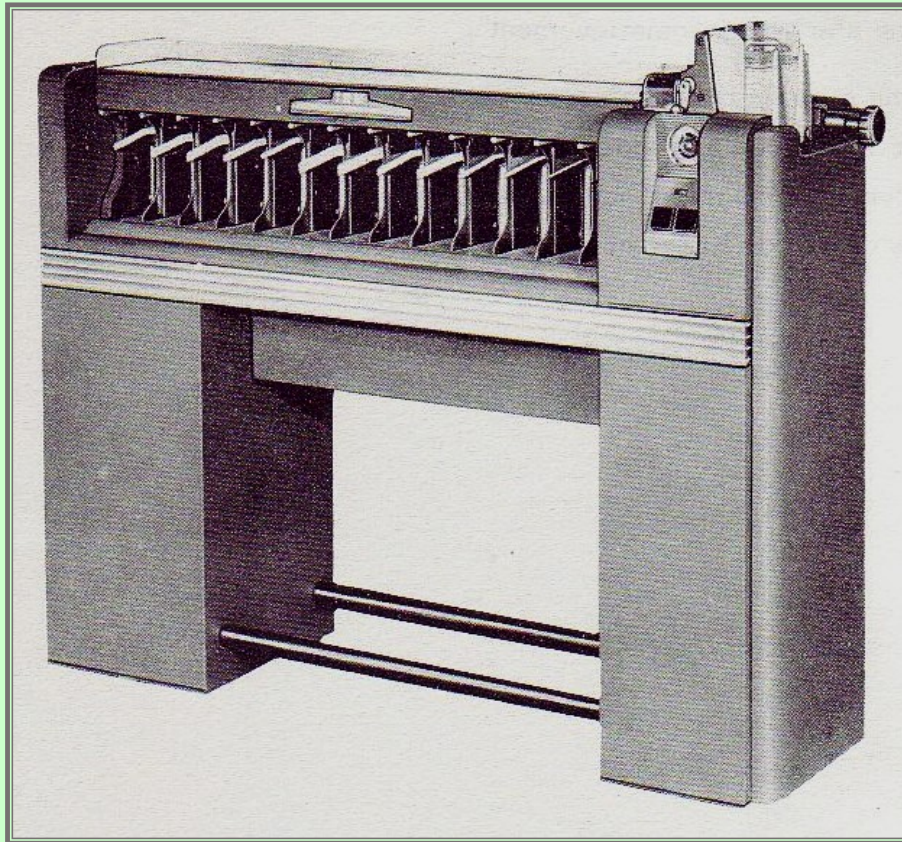
La trieuse est pourvue de 13 magasins de réception : 12 correspondent à une des 12 perforations que peut contenir une colonne. Le 13^{ème} magasin (rebut) est prévu pour recevoir les cartes qui ne contiennent pas de perforation dans la colonne explorée (colonne blanche).

Dans un tri numérique, seuls les magasins de réception numérotés de 0 à 9 sont susceptibles de recevoir des cartes pendant un tri. Une zone numérique ne peut, en principe, contenir aucune colonne blanche. Chaque fois qu'un magasin de réception est rempli, la machine s'arrête. À chaque fois l'opérateur retire le paquet de cartes du magasin concerné et place ce paquet dans la case correspondante d'un râtelier ad hoc.

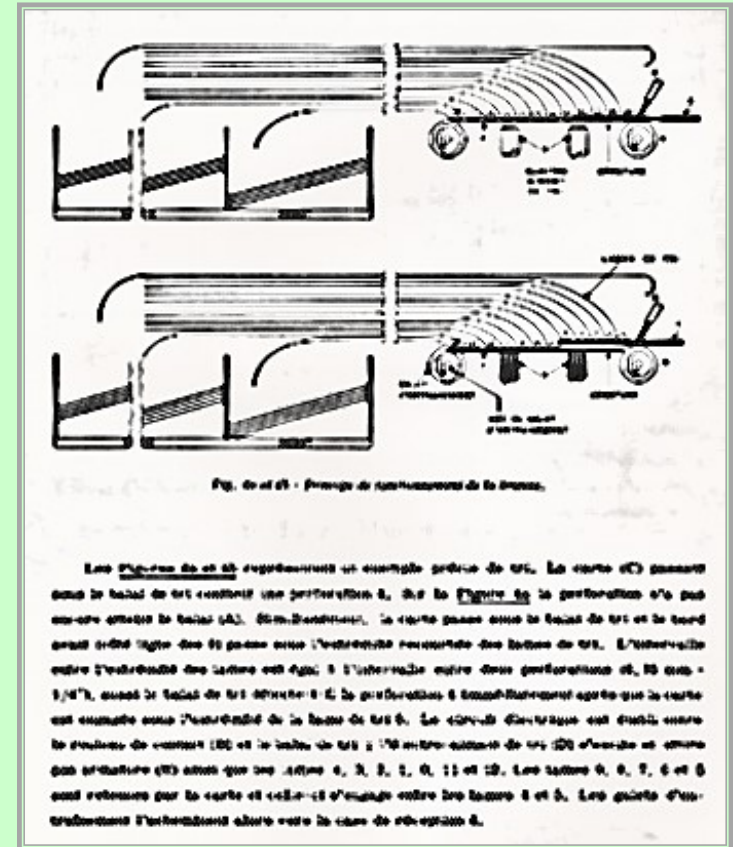
Lorsque le fichier a été entièrement lu sur une colonne, l'opérateur positionne le balai de lecture sur la colonne suivante. Il alimente à nouveau la machine en ayant bien soin de commencer par les cartes déposées dans la case rebut (zone alphabétique) ou la case 0 (zone numérique) du râtelier afin de respecter scrupuleusement l'ordre des cartes établi au cours des passages précédents.

Le tri sur une information alphabétique requiert deux passages. Pour le premier passage, un dispositif spécial est mis en fonction par l'opérateur. Ce dispositif consiste à limiter l'exploration des colonnes de tri sur les lignes 0, 11 et 12. Dans le codage IBM, ces trois perforations répartissent les 26 lettres de l'alphabet en 3 groupes. La perforation 12 correspond aux lettres A à I ; la perforation 11 correspond aux lettres J à R et la perforation 0 correspond aux lettres S à Z. Si la colonne explorée ne contient pas de perforation, la carte tombe dans le magasin des rebuts. Le second passage consiste à trier les cartes 12 selon le mode numérique afin de les classer dans l'ordre alphabétique (la lettre A est formée

des perforations 12 et 1, la lettre I est formée des perforations 12 et 9). L'opérateur trie ensuite les cartes 11 et 0 afin d'obtenir également pour celles-ci un ordre alphabétique correct. Il en sera de même pour toutes les colonnes de la zone de tri.



La trieuse de cartes IBM 082



Mécanisme de tri

7.4.4. *L'interclasseuse de fichiers*

L'interclasseuse élargit considérablement le rôle joué par la trieuse. Avant sa mise en service, la fusion sur un même indicatif de deux fichiers préalablement triés sur cet indicatif ne pouvait se faire qu'en ... triant l'ensemble des cartes des deux fichiers.

Par la présence de ses deux magasins d'alimentation, cette machine permet de traiter simultanément deux fichiers. Un magasin est considéré comme primaire et l'autre comme secondaire. La machine dispose de quatre magasins de réception. La vitesse de l'interclasseuse IBM, type 077, est de 240 cartes par minute.

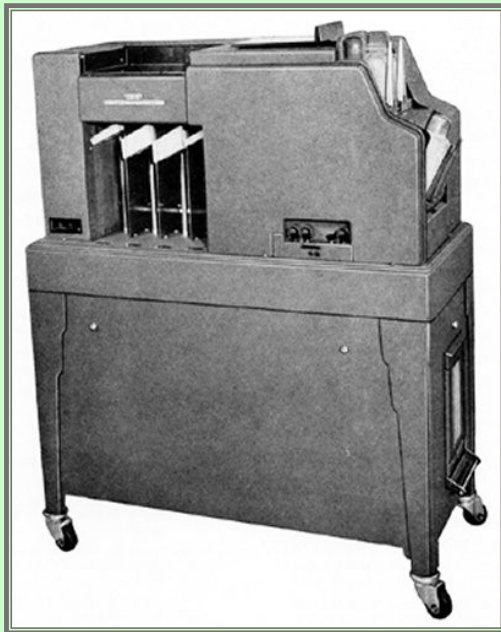
Outre la simple *vérification de séquence correcte* des cartes dans un fichier, trois grandes opérations fondamentales sont réalisables sur cette machine :

1. la fusion :

L'opération permet de réunir en un seul fichier toutes les cartes de deux fichiers, classées au préalable sur un indicatif commun. Les cartes introduites dans les deux magasins sont acheminées, sans aucune sélection, dans le magasin 2.

2. l'interclassement :

L'opération consiste à réunir en un seul fichier les cartes de deux fichiers, classés dans la même séquence, lorsqu'il y a correspondance sur l'indicatif ; les cartes sans correspondance dans l'un ou l'autre fichier sont écartées du fichier résultat. Les cartes correspondantes tombent dans le magasin 2. Les cartes sans correspondance du fichier primaire tombent dans le magasin 1 et celles du magasin secondaire dans le magasin 4.



3. l'assortiment :

Cette opération permet, à partir de deux fichiers (préalablement triés sur un indicatif commun), de contrôler que les cartes d'un fichier primaire possèdent bien une ou plusieurs cartes correspondantes dans le fichier secondaire, attendu qu'après passage dans la machine les deux fichiers initiaux doivent être recueillis séparément. Les cartes correspondantes du fichier primaire sont aiguillées vers le magasin 2 et celles du fichier secondaire vers le magasin 3. Les cartes sans correspondance du fichier primaire tombent dans le magasin 1 et celles du fichier secondaire dans le magasin 4.

La machine dispose encore d'un **grand nombre de fonctions** qui répondent à des besoins plus spécifiques, comme : la sélection de cartes solde zéro, la sélection de la première carte d'un groupe, la sélection de cartes uniques sur un indicatif donné, la comparaison de deux zones d'une même carte, l'insertion d'une carte blanche entre chaque groupe de cartes d'un même indicatif, etc. ...

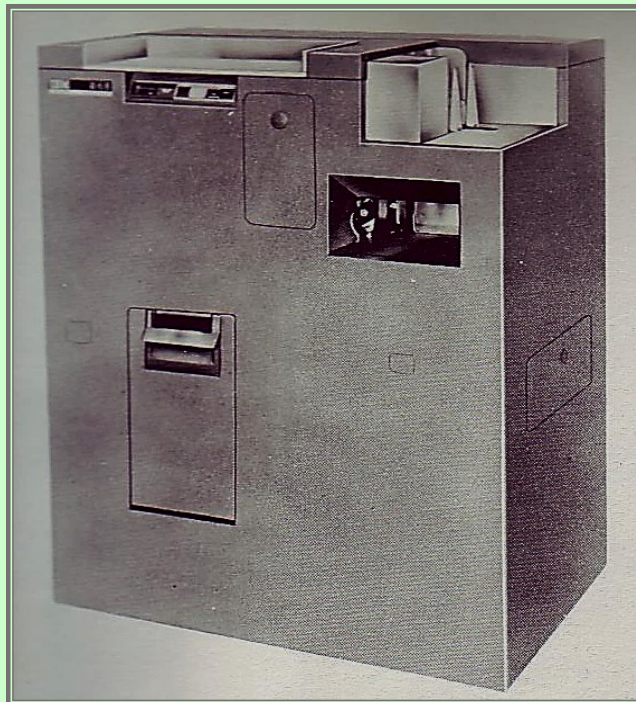
L'interclasseuse de fichiers IBM 077

7.4.5. L'interpréteuse – traductrice des perforations

Cette machine imprime sur la carte elle-même les informations alphabétiques ou numériques contenues dans la carte. L'impression peut s'effectuer sur 19 lignes (soit 6 lignes par pouce) à raison d'une ligne par passage des cartes en machine. Le nombre de caractères par ligne est généralement limité à 60.

Certaines de ces machines sont utilisées non seulement pour la simple traduction des perforations en caractères lisibles, mais également pour la tenue des comptes courants, par le report des informations d'un mouvement comptable sur la carte-compte qui est lue à sa suite.

L'impression de caractères au moyen de barres ne permet pas à cette machine d'atteindre une vitesse de travail très élevée. Celle-ci est de l'ordre de 50 à 60 lignes par minute sur la plupart des machines de ce type.



L'interpréteuse de cartes IBM 548

1	21	5303	1214	14	1	451	1	6010	9451	2874700104	4001	
CC	ORIG	DATE	N° ORDRE	TER	A	SERV.	B	C.G.	C.A.E	CPES/CPTE	CP	
125510										0154 KG ACIER SPECIAL		
MONTANT										QUANT. LIBELLÉ		
ORIG	DATE	N° ORDRE	TER	A	SERV.	B	CPTE	COMPTES / COMPTES	Y.S.	MONTANT		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
CARTE COMPTABLE												
LIBELLÉ												
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9

Traduction en caractères des perforations contenues dans la carte

7.4.6. La reproductrice de cartes

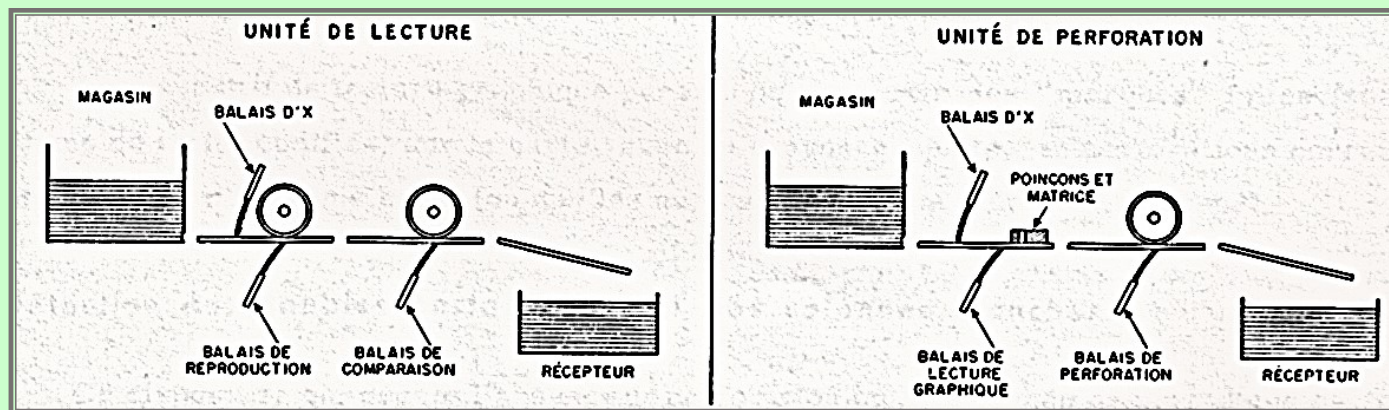
La machine présente deux magasins d'entrée des cartes dans la machine : un magasin où sont déposées les cartes à lire et un magasin où sont déposées les cartes à perforer, ainsi que deux magasins de sortie.

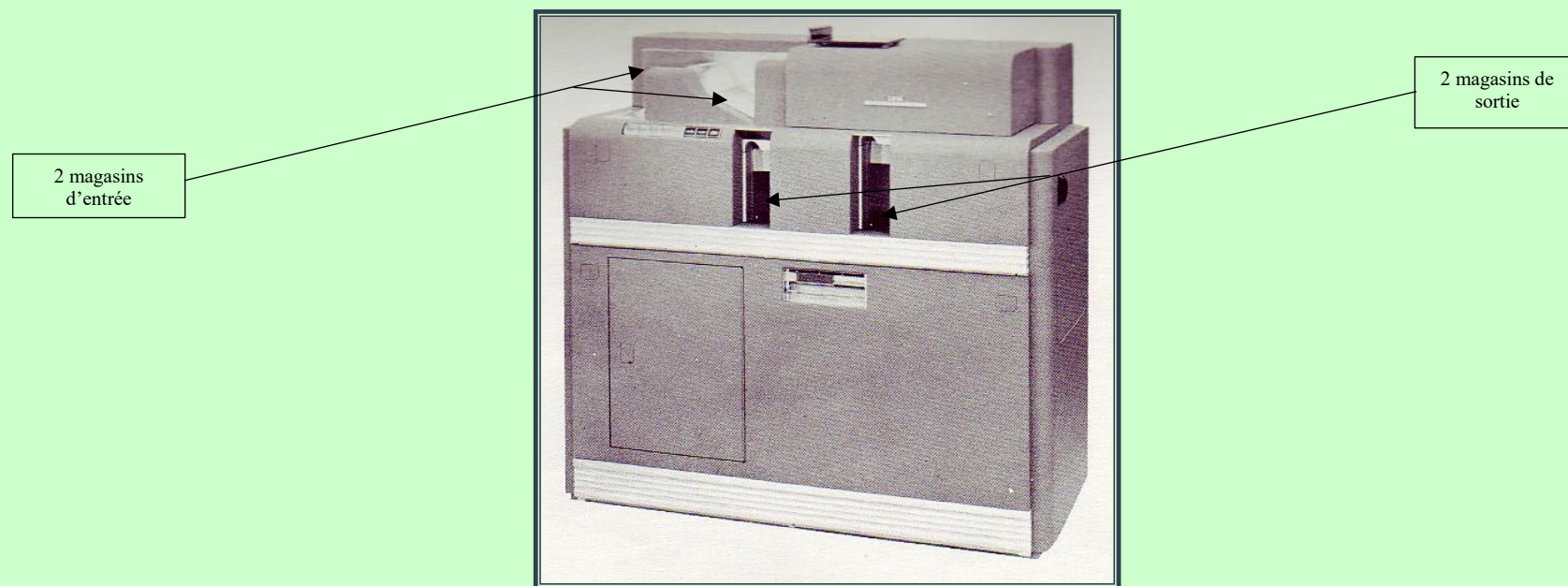
La piste de lecture est pourvue de deux sets de 80 balais de lecture. La piste perforation présente trois stations : les balais de lecture graphique, les poinçons de perforation et un set de 80 balais de lecture.

Quatre grandes fonctions sont attribuées à cette machine :

1. **la reproduction** est l'opération par laquelle tout ou partie des informations lues dans les cartes d'un fichier sont perforées dans les cartes d'un autre fichier pour compléter celui-ci ou créer un nouveau fichier.
2. **la perforation en série** : c'est l'opération par laquelle des informations communes lues dans une carte maîtresse placée en tête d'un groupe de cartes sont perforées dans chacune des cartes de ce groupe.
3. **la perforation récapitulative** : quand la reproductrice est connectée à une tabulatrice, le contenu des compteurs de la tabulatrice, accompagné de données indicatives, peut être transféré vers la reproductrice et perforé dans des cartes. Ce système est utilisé notamment dans un calcul de solde.
4. **la lecture des marques graphitées** : le dispositif de lecture de marques graphitées conductrices de courant permet la perforation automatique d'informations transcrites sur la carte elle-même sous forme de traits tracés par un crayon graphiteux.

La vitesse de travail est généralement de 100 cartes à la minute, limite due au fonctionnement des poinçons de perforation.





La reproductrice de cartes IBM 514

STAM Nr		Uurloon		ASS	TAKS	NAAM		UREN	D	NORMAAL																																																																																																																																																																																												
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);"> Bell Telephone-MFG CY - IBM of Belgium - 4817 </div> <div> <table border="1"> <tr> <td>9</td><td>10</td><td>11</td><td>12</td><td>13</td><td>14</td><td>15</td><td>16</td><td>17</td><td>18</td><td>19</td><td>20</td><td>21</td><td>22</td><td>23</td><td>24</td><td>25</td> </tr> <tr> <td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td> </tr> <tr> <td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td> </tr> <tr> <td>2</td><td>2</td><td>2</td><td>2</td><td>2</td><td>2</td><td>2</td><td>2</td><td>2</td><td>2</td><td>2</td><td>2</td><td>2</td><td>2</td><td>2</td><td>2</td><td>2</td> </tr> <tr> <td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td> </tr> <tr> <td>4</td><td>4</td><td>4</td><td>4</td><td>4</td><td>4</td><td>4</td><td>4</td><td>4</td><td>4</td><td>4</td><td>4</td><td>4</td><td>4</td><td>4</td><td>4</td><td>4</td> </tr> <tr> <td>5</td><td>5</td><td>5</td><td>5</td><td>5</td><td>5</td><td>5</td><td>5</td><td>5</td><td>5</td><td>5</td><td>5</td><td>5</td><td>5</td><td>5</td><td>5</td><td>5</td> </tr> <tr> <td>6</td><td>6</td><td>6</td><td>6</td><td>6</td><td>6</td><td>6</td><td>6</td><td>6</td><td>6</td><td>6</td><td>6</td><td>6</td><td>6</td><td>6</td><td>6</td><td>6</td> </tr> <tr> <td>7</td><td>7</td><td>7</td><td>7</td><td>7</td><td>7</td><td>7</td><td>7</td><td>7</td><td>7</td><td>7</td><td>7</td><td>7</td><td>7</td><td>7</td><td>7</td><td>7</td> </tr> <tr> <td>8</td><td>8</td><td>8</td><td>8</td><td>8</td><td>8</td><td>8</td><td>8</td><td>8</td><td>8</td><td>8</td><td>8</td><td>8</td><td>8</td><td>8</td><td>8</td><td>8</td> </tr> <tr> <td>9</td><td>9</td><td>9</td><td>9</td><td>9</td><td>9</td><td>9</td><td>9</td><td>9</td><td>9</td><td>9</td><td>9</td><td>9</td><td>9</td><td>9</td><td>9</td><td>9</td> </tr> </table> </div> <div> EXTRA TYPKANT B.T.A. 4202 </div> </div>												9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25																																																																																																																																																																																						
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0																																																																																																																																																																																						
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1																																																																																																																																																																																						
2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2																																																																																																																																																																																						
3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3																																																																																																																																																																																						
4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4																																																																																																																																																																																						
5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5																																																																																																																																																																																						
6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6																																																																																																																																																																																						
7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7																																																																																																																																																																																						
8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8																																																																																																																																																																																						
9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9																																																																																																																																																																																						
OVER UREN CEPRESTIEFDE LIKENSHIP OVERWERK TWAARDGEWAFENTLIE																																																																																																																																																																																																						
<table border="1"> <tr> <td>CL</td><td>CL</td><td>CL</td><td>CL</td><td>CL</td><td>CL</td><td>CL</td><td>CL</td><td>CL</td><td>CL</td><td>CL</td><td>CL</td><td>CL</td><td>CL</td><td>CL</td><td>CL</td><td>CL</td> </tr> <tr> <td>CL</td><td>CL</td><td>CL</td><td>CL</td><td>CL</td><td>CL</td><td>CL</td><td>CL</td><td>CL</td><td>CL</td><td>CL</td><td>CL</td><td>CL</td><td>CL</td><td>CL</td><td>CL</td><td>CL</td> </tr> </table>												CL	CL	CL	CL	CL	CL	CL	CL	CL	CL	CL	CL	CL	CL	CL	CL	CL	CL	CL	CL	CL	CL	CL	CL	CL	CL	CL	CL	CL	CL	CL	CL	CL	CL																																																																																																																																																									
CL	CL	CL	CL	CL	CL	CL	CL	CL	CL	CL	CL	CL	CL	CL	CL	CL																																																																																																																																																																																						
CL	CL	CL	CL	CL	CL	CL	CL	CL	CL	CL	CL	CL	CL	CL	CL	CL																																																																																																																																																																																						

Les marques graphitées peuvent être transformées en perforations

7.4.7. La calculatrice

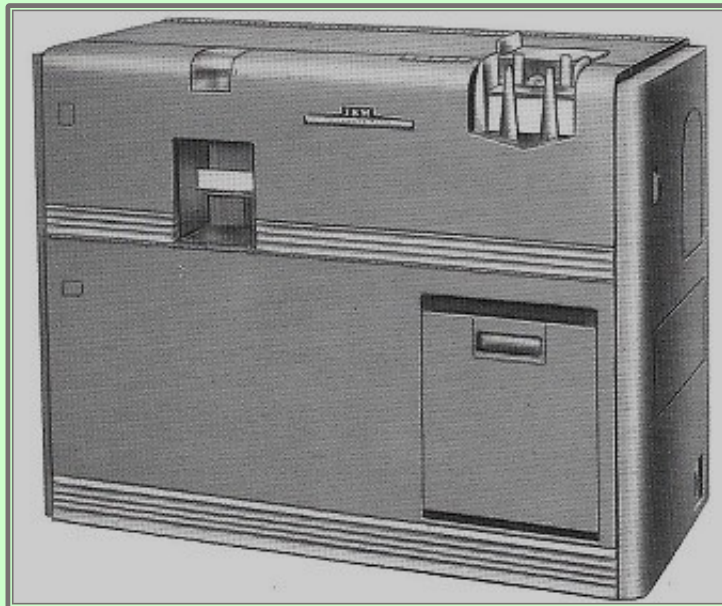
Comme les autres machines de l'époque, les premières calculatrices sont présentées dans un seul carter. Elles sont équipées de dispositifs électromécaniques et pourvues d'un magasin d'entrée et d'un magasin de sortie.

Recourant à l'électronique, fin des années '50, les constructeurs concentrent les triodes (tubes électroniques) dans une unité séparée. Les fonctions de lecture des données et de perforation des résultats étant assurées par une seconde unité reliée par câble à l'unité électronique. Une des plus répandues sur le marché fut la 604 d'IBM.

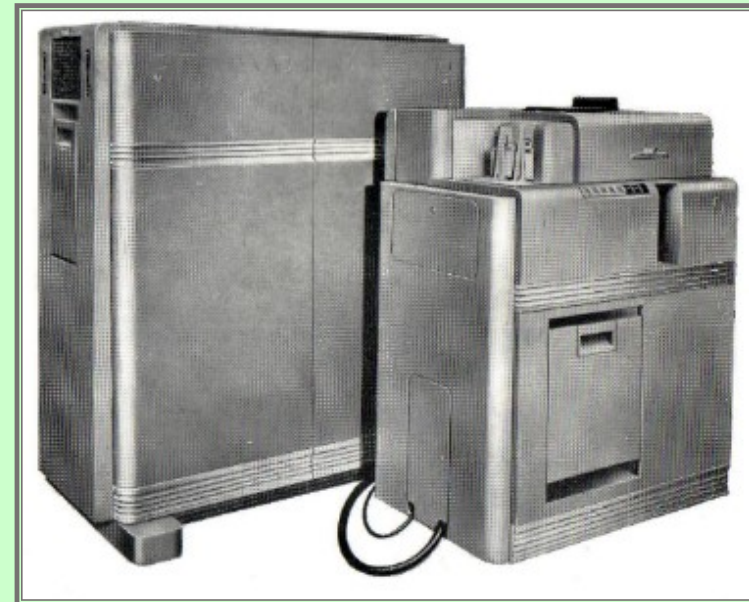
Trois stations sont prévues sur la piste d'entrée des cartes dans la machine : un premier set de 80 balais, un set de 80 poinçons et un second set de 80 balais.

Les données sont lues dans les cartes et les résultats sont, en général, perforés dans ces mêmes cartes.

Certains facteurs peuvent être lus, pour les besoins du calcul, dans des cartes maîtresses placées en tête de groupe. Certains résultats associés aux informations indicatives peuvent être perforés dans une carte en fin de groupe.



La calculatrice électromécanique IBM 602 A



Le calculateur électronique IBM 604

7.4.8. *La tabulatrice*

La tabulatrice est considérée comme **l'appareil central d'un atelier de mécanographie**. À ses débuts aux États-Unis, elle porte le nom de « tabulator » et un peu plus tard celui de « Accounting Machine ». La machine remplit deux fonctions essentielles : **le calcul et l'impression de données**. Ses fonctions de calcul sont cependant limitées aux opérations d'addition et de soustraction. Toute autre opération de calcul (multiplication et division) aura été réalisée par une calculatrice, préalablement au passage en tabulatrice.

La machine présente trois grandes fonctions :

L'impression de documents en continu (listings ou documents pré-imprimés)

- Deux modes d'impression :
 - **en liste** : chaque carte lue est imprimée sur le document, en tout ou en partie sur une ou plusieurs lignes,
 - **en tabulation** : toutes les cartes sont lues ; seuls les totaux calculés par groupe de cartes sont imprimés pendant les ruptures de groupes (trois niveaux de rupture sont disponibles).
- Obtention de copies :

Une première copie peut être réalisée, à faible coût, grâce à un dispositif standard au moyen duquel se déroule, entre les deux liasses, un fin ruban carbone. Une impression de deux copies ou davantage peut être obtenue par feuille de carbone intercalée en continu dans les liasses ou par un système plus onéreux de papier autocopiant.

La perforation de cartes récapitulatives,

Lorsque la tabulatrice est connectée à la reproductrice, le transfert du contenu des compteurs et des données indicatives de la carte est effectué pendant les ruptures de groupes.

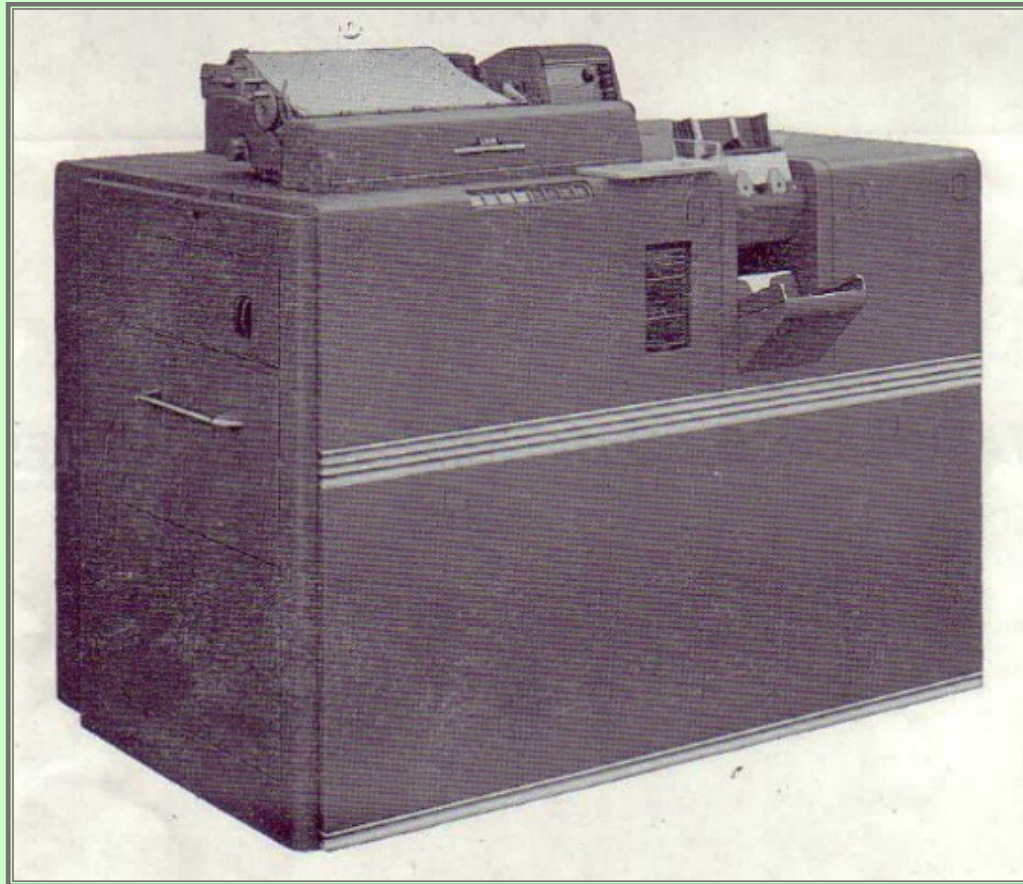
L'impression de documents sur formulaires séparés.

L'opération est réalisable moyennant l'installation d'un dispositif spécial (non standard) d'entraînement des formulaires en lieu et place de l'entraînement de papier continu.

Outre les dispositifs et mécanismes que l'on rencontre sur les autres machines, la tabulatrice est pourvue de plusieurs dispositifs standards :

- le dispositif d'entraînement des formulaires continus,
- le dispositif de contrôle du saut de papier,
- le dispositif de déroulement du ruban carbone pour l'impression d'une 1^{ère} copie, sachant que les 2^{ème} et 3^{ème} copies ne sont réalisables qu'avec du papier autocopiant ou avec du papier carbone intercalé,
- le bloc d'impression qui peut compter jusqu'à 100 barres d'impression alphanumériques,

- les compteurs : un certain nombre de roues réparties en compteurs de 2, 4, 6 et 8 positions pour des calculs limités à l'addition et à la soustraction,
- les sélecteurs : ils permettent la sélection des informations dirigées vers les barres d'impression ou vers les compteurs,
- le dispositif de contrôle automatique : la comparaison d'une carte avec celle qui la précède effectuée par le système de lecture sur un indicatif donné permet d'établir une rupture entre les différents groupes de cartes (par exemple, rupture sur un numéro de dossier) ; c'est pendant cette rupture que sont imprimés les totaux accumulés dans les compteurs.



La tabulatrice électromécanique IBM 421

8. LA FIN DE LA MÉCANOGRAPHIE

L'ère de la mécanographie prend fin avec l'entrée sur le marché des premiers ordinateurs de deuxième génération. Ce sont précisément, faut-il s'en étonner, les trois grands constructeurs et fournisseurs de machines mécanographiques qui donnent naissance à ces nouvelles machines. Ils ont, l'un et l'autre, pris conscience de l'état de saturation des ateliers de mécanographie et d'un besoin pressant de performances accrues. Chacun bénéficie du résultat des recherches entreprises dans ses laboratoires, depuis le début des années '50. Ces recherches avaient pour objectif le recours au transistor pour remplacer les triodes utilisées dans les ordinateurs de première génération. Fin des années '50, début des années '60, chacun de ces trois constructeurs annonce, pour sa part de marché, **deux types d'ordinateurs**.

Les premiers sont de nature à satisfaire les demandes d'accroissement de performances et de capacités émises par **les utilisateurs d'ordinateurs de première génération** ; ce sont chez REMINGTON, l'UNIVAC SOLID STATE et les familles 400 et 1100, chez IBM, le STRETCH, le 708 et le 709 et chez BULL, le GAMMA 3.

Ceux du second type vont être proposés aux **entreprises prêtes à abandonner la mécanographie** pour se lancer sur la voie de l'ordinateur. Ces nouvelles machines sont appelées des « ordinateurs à cartes », dans le fonctionnement desquels la carte perforée peut rester l'unique support d'informations. La présence de la carte perforée permet aux mécanographes d'envisager une période de transition n'impliquant pas une remise en question fondamentale des traitements mécanographiques.

Au cours des années '50, IBM avait échoué dans le lancement sur le marché de l'IBM 3000, unité multifonction utilisant une carte plus petite que la carte 80 colonnes. En 1959, le constructeur annonce l'ordinateur 1401. Le succès est proportionnel à l'importance du parc mécanographique installé. Occupant environ 70 % de ce marché, IBM fournira en six ans plus de 12 000 exemplaires de cette machine. Il est vrai que, dès le départ, le 1401 se présentait dans différentes versions nettement plus sophistiquées que le simple ordinateur à cartes, parce que le constructeur offrait des configurations incluant des bandes et des disques magnétiques, ceux-ci nés du célèbre RAMAC ! À cette époque, IBM lance également sur le marché trois autres modèles d'ordinateurs : le 1440, le 1130 et le 1620 à vocation scientifique.

En 1961, BULL présente à sa clientèle le GAMMA 30. La machine est une version légèrement transformée de l'américain RCA 301. Réussite plus que mitigée. Par contre, le lancement du GAMMA 10, en 1963, est un réel succès pour le constructeur. Il en vendra plus de 1.000 en 5 ans. S'inspirant d'une machine OLIVETTI, BULL fabrique également le GE 115. Lancé trop tardivement sur le marché en 1964, cet ordinateur sera rapidement confronté en 1965 aux ordinateurs de la famille IBM 360 auxquels il se révélera de loin bien inférieur.

L'orientation prise par REMINGTON en faveur des ordinateurs de grande puissance ne permettra pas au constructeur de s'imposer sur le marché des ordinateurs à cartes. Il tentera bien de concurrencer le 1401 avec deux ordinateurs mal adaptés au marché de la mécanographie : le 1050 et le 1004. Ce fut sans grand succès.

Bon nombre d'entreprises se félicitèrent de l'acquisition de leur premier ordinateur à cartes. Elles bénéficiaient non seulement de la programmation des traitements en mémoire vive mais également de performances nettement accrues dans les opérations d'entrée et de sortie. La rapidité de lecture des cartes était de l'ordre de 300 cartes par minute et l'impression des documents atteignait sur certaines imprimantes la vitesse de 650 lignes par minute.

D'autres constructeurs, aux ambitions et aux moyens plus modestes, maintinrent la vente de machines mécanographiques jusqu'à l'apparition, au début des années '70, des premiers mini-ordinateurs. Parallèlement aux minis proposés chez BULL et chez IBM, apparaissaient à cette époque de nouveaux fabricants-fournisseurs de ce type d'ordinateurs tels que HEWLETT - PACKARD, PHILIPS et GENERAL ELECTRIC.



Un ordinateur à cartes, l'IBM 1401

Perforateur – lecteur de cartes

Unité centrale

Imprimante