

ANNALES SCIENTIFIQUES DE L'UNIVERSITÉ DE CLERMONT-FERRAND 2 *Série Mathématiques*

A. WALTHER

De Pascal et Schickard au calcul électronique

Annales scientifiques de l'Université de Clermont-Ferrand 2, tome 8, série *Mathématiques*, n° 2 (1962), p. 89-96

[<http://www.numdam.org/item?id=ASCFM_1962__8_2_89_0>](http://www.numdam.org/item?id=ASCFM_1962__8_2_89_0)

© Université de Clermont-Ferrand 2, 1962, tous droits réservés.

L'accès aux archives de la revue « Annales scientifiques de l'Université de Clermont-Ferrand 2 » implique l'accord avec les conditions générales d'utilisation (<http://www.numdam.org/conditions>). Toute utilisation commerciale ou impression systématique est constitutive d'une infraction pénale. Toute copie ou impression de ce fichier doit contenir la présente mention de copyright.

NUMDAM

Article numérisé dans le cadre du programme
Numérisation de documents anciens mathématiques
<http://www.numdam.org/>

DE PASCAL ET SCHICKARD AU CALCUL ÉLECTRONIQUE

A. WALTHER

Professeur à l'Institut für Praktische Mathematik
Technische Hochschule Darmstadt

L'ABACUS ET L'ALGORITHME -

La machine à calculer la plus ancienne est l'Abacus des Romains (ou le Chou Pan des Chinois). On le rencontre déjà vers 1100 av. J. Chr. C'est la table bien connue avec boutons ou cailloux mobiles rangés sur des fils métalliques. Les chiffres sont représentés ou codés dans le système biquinaire, système qui s'emploie encore aujourd'hui dans la calculatrice électronique IBM 650 par exemple. Même de nos temps les habitants des pays orientaux se servent de l'abacus pour effectuer leurs calculs quotidiens.

Vers 1500 ap. J. Chr. une nouvelle méthode se répandit en Europe, la méthode algorithmique, ce qui donnait naissance à une forte compétition entre les partisans de l'abacus et ceux de la nouvelle méthode.

La dénomination "algorithmique" se dérive du nom du mathématicien arabe Alchwarizmi, qui vivait vers 820 ap. J. Chr. Les partisans de l'algorithme faisaient leurs calculs d'après le modèle des Arabes en écrivant avec un crayon sur du papier comme nous faisons tous aujourd'hui. Ils représentaient les nombres dans le système positionnel des chiffres profitant de l'invention du chiffre zéro par les Hindous vers 400 ap. J. Chr.

A partir de là se développaient les méthodes numériques, le calcul avec des variables ou plus généralement les mathématiques des formules. De l'autre côté, on a essayé avec du succès croissant à remplacer le simple abacus par d'autres machines à calculer plus complexes et plus puissantes. De nos jours, les langages algorithmiques pour calculatrices électroniques, le langage ALGOL par exemple, forment un lien très effectif entre les mathématiques des algorithmes, c'est-à-dire des formules, et les mathématiques de l'abacus, c'est-à-dire des machines.

LA MACHINE DE BLAISE PASCAL -

L'année 1642 a vu la naissance de l'admirable machine arithmétique de Blaise Pascal dont cette année nous célébrons le troisième centenaire de sa mort. Nous nous inclinons en profonde révérence devant le génie créateur de ce grand Français.

La machine à calculer de Blaise Pascal est une machine à additionner, inventée pour aider son père dans des calculs financiers. Le report des retenues est effectué automatiquement.

Les éléments de base de la construction mécanique sont des roues à dix tenons. Chacun d'eux réalise un des chiffres de zéro à neuf dans les différentes positions décimales (voir a et b dans la figure 1). Les roues sont fixées par des verrous dans les positions désirées (voir d dans la figure). Après de tourner une des roues, à savoir a, de neuf unités, un poids (c dans la figure) est soulevé. Si maintenant on tourne la roue a d'une unité de plus, le poids soulevé auparavant se baisse. Ainsi elle avance d'une unité la roue b qui représente la position décimale suivante. Cette idée a permis à Blaise Pascal d'effectuer automatiquement le report des retenues. En même temps avec les roues à tenons un tambour e est propulsé sur lequel sont écrits les chiffres qui indiquent le résultat. Il y a deux lignes de ces chiffres, une pour lire le résultat d'une addition, l'autre pour lire le résultat d'une soustraction.

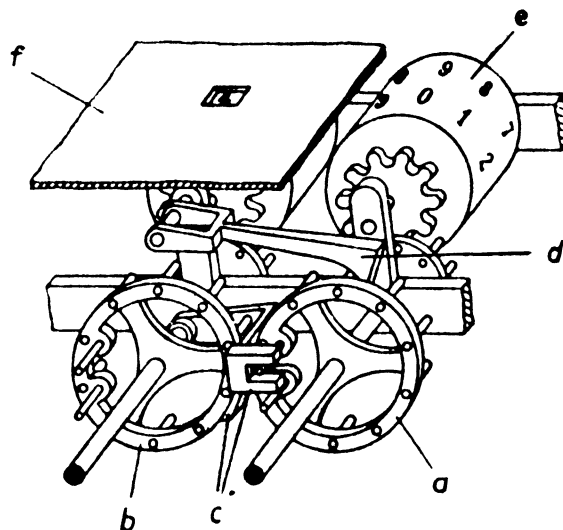


Fig. 1

Le mécanisme de la machine de B. Pascal
 a, b Deux roues représentant deux positions décimales
 consécutives
 c mécanisme pour le report des retenues
 d verrou de blocage
 e tambour
 f plaque supérieure avec trou viseur pour le tam-
 bour suivant

LA MACHINE DE WILHELM SCHICKARD -

Lors d'un séminaire sur l'histoire des mathématiques qui a eu lieu à l'Institut de Recherches mathématiques à Oberwolfach en 1957, le docteur Franz Hammer de la Landesbibliothek Stuttgart a tiré l'attention sur un dessin d'une calculatrice qu'il avait trouvé parmi des notes posthumes de Johannes Kepler (voir figure 2 II). Ce dessin provenait de la main du professeur Wilhelm Schickard (1592-1635), d'un ami de Kepler et qui enseignait à l'Université de Tübingen.

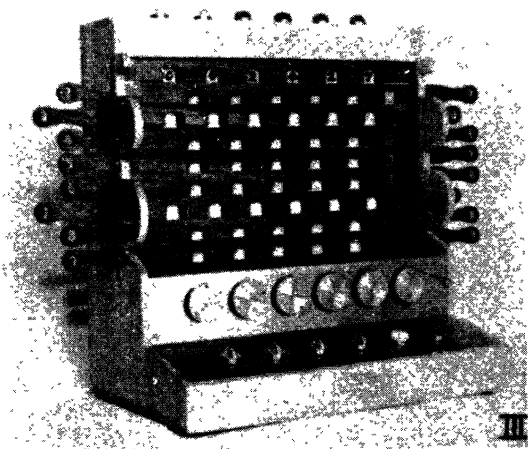
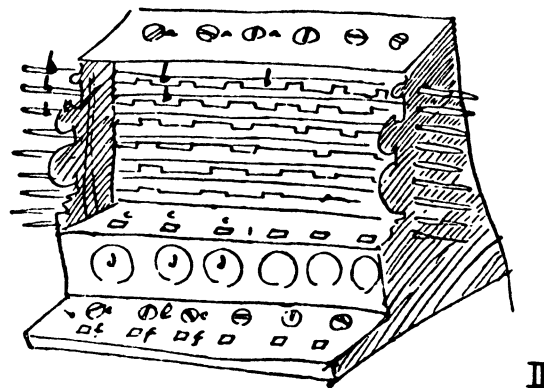
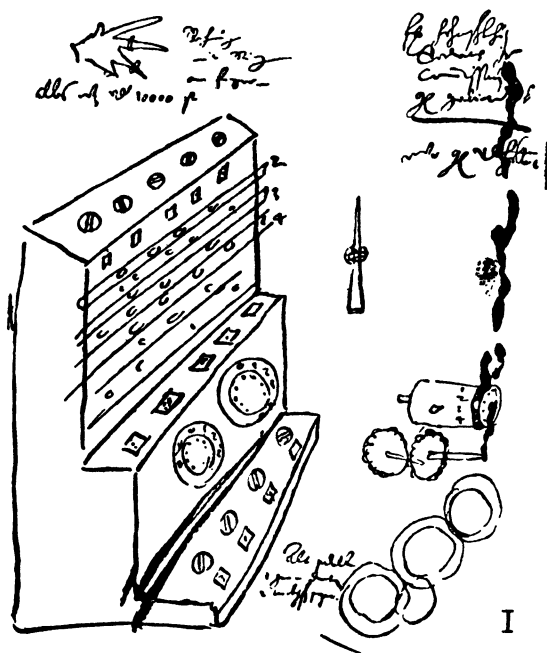
En scrutant l'œuvre posthume de Schickard M. Hammer trouva le dessin figure 2 I. D'après ces dessins et d'autres descriptions écrites, le professeur B. von Freytag Löringhoff a construit 3 copies de la machine que Schickard avait mise en oeuvre en 1623, l'année de naissance de Blaise Pascal. Les figures 2 III et IV, sont des photographies d'une des reconstructions. J'ai même le plaisir de vous présenter ici l'un des modèles.

La machine de Schickard accomplit, elle aussi, le report automatique des retenues. En plus, elle a des dispositifs à faciliter la multiplication et la division, et ceci 50 ans avant l'invention de Leibnitz en 1673 d'une machine à multiplication automatique. Les dispositifs de Schickard sont des cylindres rotateurs qui correspondent aux bâtonnets chiffrés de Napier et qui représentent des tables de multiplications. Ils ne rendent pas la multiplication complètement automatique, comme on est forcé de transférer à la main des cylindres chiffrés au totalisateur le résultat de la multiplication du multiplicande par une position décimale du multiplicateur.

LE DEVELOPPEMENT AUX 18^{ième} ET 19^{ième} SIECLES -

Franz Xavier Thomas de Colmar a réussi à fabriquer dans la période de 1820 à 1878 une série de 1 500 machines qui étaient employées dans l'industrie et dans le commerce. Ces machines étaient basées sur le principe de Leibnitz qui consistait à représenter les chiffres par des saillies axiales de longueurs croissantes montées sur un cylindre.

Un autre principe a été conçu en 1709 par le Marchese Giovanni Poleni, à savoir celui des roues à dents mobiles en sens radial. Ceci permet de varier le nombre effectif des dents. C'étaient l'Américain Frank S. Baldwin en 1872 et le Suédois Willgodt T. Odhner en 1878 qui ont commencé à fabriquer des machines à calculer du type Poleni.



- I Ebauche tirée du carnet de Schickard
- II Notes d'une lettre de Schickard à Kepler 1624
- III Modèle construit par le Prof. von Freytag Löringhoff, Tübingen 1961. On voit la multiplication des chiffres 002427×37 .

IV Revers du modèle. Les cylindres tournants contiennent la table de multiplication dans la notation de Napier.

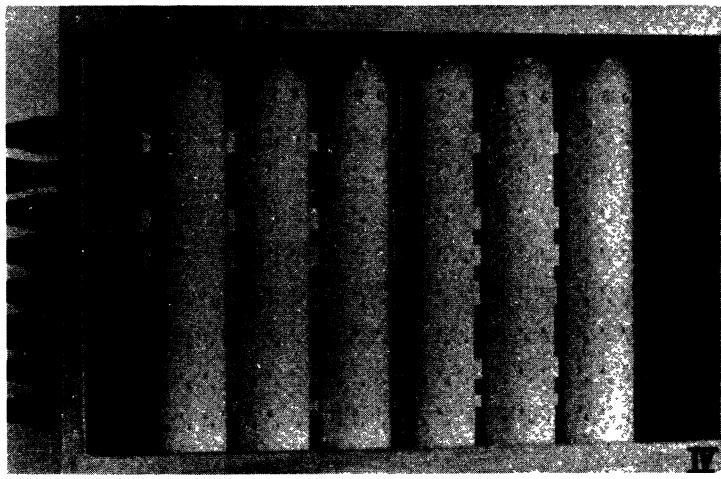


Figure 2 - La calculatrice de Wilhelm Schickard (Tübingen) 1623.

Les principes de Leibnitz et de Poleni et quelques autres principes se trouvent encore aujourd'hui dans les calculatrices modernes de bureau actionnées par des moteurs électriques.

L'AUTOMATISATION DU CALCUL -

Vers 1835 l'Anglais Charles Babbage, professeur à l'université de Cambridge, avait l'idée d'automatiser le processus de calcul. Il avait été incité par l'invention de J.M. Jacquard en 1805 à Lyon, qui automatisait le processus de tissage en commandant le métier à tisser par des cartes perforées. Babbage a le mérite d'avoir indiqué clairement la partition de la calculatrice automatique en les trois parties suivantes :

- Opérateur arithmétique,
- Mémoire,
- Organe de commande.

Ces parties centrales sont complétées par des organes d'entrée et de sortie.

Quoique les idées de Babbage étaient excellentes, il ne réussissait pas à surmonter les difficultés techniques. A la suite, l'oeuvre de Babbage était oubliée pendant longtemps.

Un premier pas vers l'automatisation couronné de succès était celui de Hermann Hollerith qui vers 1890 employait pour la première fois une machine à cartes perforées pour le traitement numérique de données statistiques. Dans cette connexion on devrait mentionner aussi les travaux du Norvégien Frédéric Bull vers 1923 qui sont exploités aujourd'hui par la Compagnie des Machines Bull à Paris. Le sommet de l'évolution des machines électromécaniques fut atteint par la construction du Mark I vers 1944 par l'Américain Howard H. Aiken.

Le système binaire pour la représentation des nombres dans les calculatrices automatiques a été proposé dans les années 1930 à 1940 par de différents auteurs : par L.R.A. Valtat et L. Couffignal en France, par M.A. Turing en Angleterre et, par K. Zuse en Allemagne.

Ces propositions ont prouvé leur véritable portée à l'apparition des calculatrices électroniques, parce que là on réalise les nombres par des éléments de construction bistables. La première machine de ce genre était la fameuse ENIAC de 1946 construite par H. Mauchly, J.P. Eckert et H.H. Goldstine. Les mathématiciens J. von Neumann, H.H. Goldstine et A.W. Burks ont contribué beaucoup en 1946/47 au perfectionnement de la logique de la programmation (ordinogramme, rupture de séquence).

LA SITUATION A DARMSTADT -

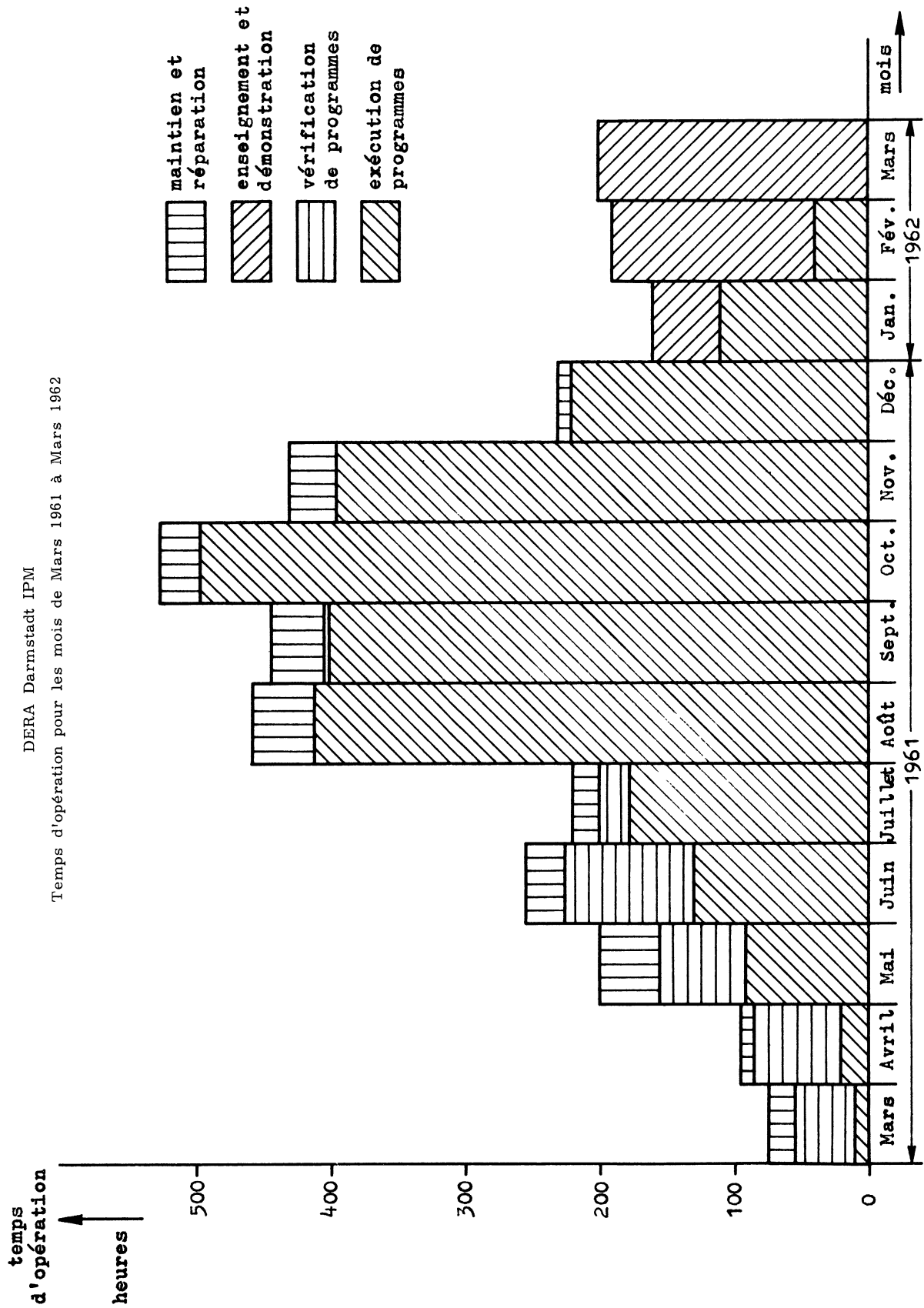
L'Institut für Praktische Mathematik (IPM) de la Technische Hochschule Darmstadt a pris naissance en 1928. Il a pour but de cultiver l'enseignement et la recherche sur les méthodes numériques, graphiques, machinelles et instrumentales, égales en importance aux méthodes classiques des formules. Nous travaillons sur les machines DERA (Darmstädter elektronischer Rechenautomat) et IBM 650.

La construction de DERA a été commencée en 1951 avec le support financier de la Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) et a été finie sous forme pas bien satisfaisante à la fin de 1956. Grâce aux efforts invaluables de l'ingénieur E.E. Pollmeier nous avons pu reconstruire la machine et la mettre définitivement en marche au mois d'avril 1961. Depuis ce temps-là elle a presque toujours travaillé 24 heures par jour, voir le tableau page 93. Maintenant nous sommes en train de connecter une nouvelle tabulatrice Bull pour l'entrée et la sortie des données.

La calculatrice électronique IBM 650 est un don de la DFG de février 1957. Elle a trouvé de plus en plus de clients. Depuis quelques années elle travaille, elle aussi, 24 heures par jour, voir le tableau page 94. Presque tous les instituts de la Technische Hochschule et beaucoup de gens venant d'autres établissements scientifiques font usage de l'IBM 650. Tous ces clients opèrent eux-mêmes la machine. Pour plusieurs instituts, un total de 8 heures de calcul par jour est réservé constamment. Les travaux pratiques de 200 étudiants par semestre occupent 15 heures par semaine. A peu près la moitié de tous les programmes est codée à la main. Le reste est écrit dans le langage opérationnel FORTRANSIT et traduit après par le compilateur correspondant en langage machine. Depuis le démarrage de la machine en février 1957 nous avons traité environ 630 problèmes scientifiques.

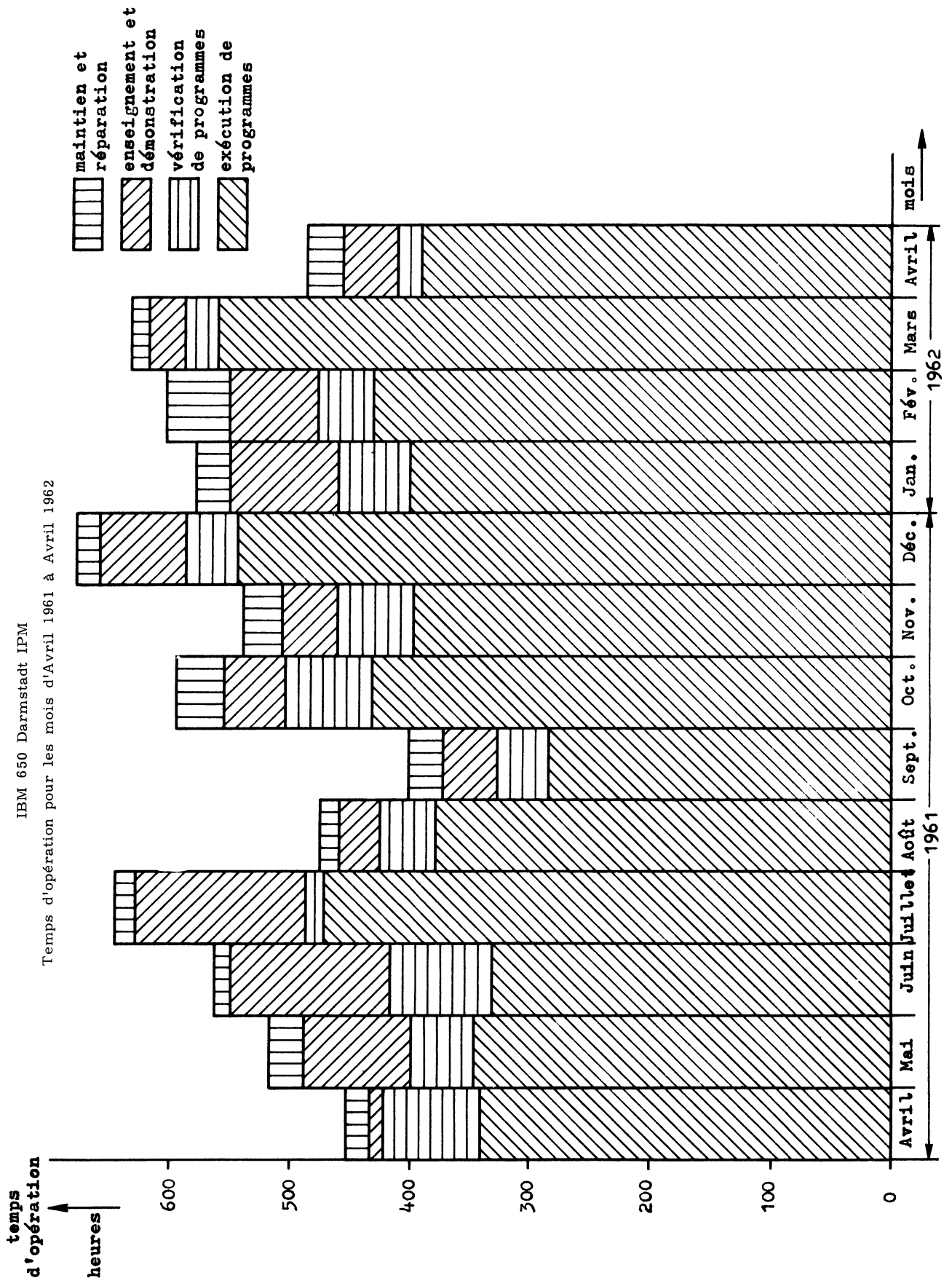
DERA Darmstadt IPM

Temps d'opération pour les mois de Mars 1961 à Mars 1962



IBM 650 Darmstadt IPM

Temps d'opération pour les mois d'Avril 1961 à Avril 1962



En outre, la Technische Hochschule a à sa disposition une calculatrice électronique National Elliott NE 803 B qui est placée à l'institut de "Statik und Stahlbau" du professeur K. Klöppel.

QUELQUES PROBLEMES TRAITES -

De juillet 1961 à janvier 1962 nous avons mis en jeu la DERA pour l'évaluation d'une statistique d'agriculture de la Libye. Ce problème nous avait été apporté par le Centre International de Calcul (CIC) et par l'Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture (FAO) à Rome. Il s'agissait de 160 000 questionnaires contenant des données agricoles de la Libye. Ces données ont été transférées sur 947 000 cartes perforées par le Statistische Bundesamt à Wiesbaden.

Comme problèmes traités sur l'IBM 650 je voudrais mentionner :

- a) Synthèse de Fourier en 2 et 3 dimensions pour l'analyse structurelle du samandarin (l'alcaloïde poisonneux du salamandre),
- b) Prophylaxie de la thrombose,
- c) Synthèse de circuits électriques,
- d) Lignes d'influence de ponts,
- e) Diffusion turbulente,
- f) Antennes absorbant d'ondes ultra-courtes,
- g) Calcul du flux de trafic dans un réseau urbain,
- h) Comportement temporel de la température et des concentrations dans un réacteur chimique sous conditions extrêmes,
- i) Etude de la dureté du diamant et du silicium par analyse structurelle,
- j) Valeurs critiques et formes de bossuage de plaques rectangulaires renforcées dans des directions orthogonales.

ENSEIGNEMENT -

Dans l'enseignement à Darmstadt nous pratiquons le principe de ne pas laisser partir d'étudiant sans connaissance des traits principaux des calculatrices électroniques et de leur programmation. Pour cette raison nous destinons 4 heures à l'instruction des étudiants du premier semestre (800 à peu près en 1961/62) dans le calcul électronique. Nous traitons un exemple pratique dans les exercices (31 groupes à 25 participants chacun).

Dans les semestres suivants les étudiants plus intéressés ont l'occasion de suivre un cours spécial de 2 heures par semaine accompagné de 2 heures de travaux pratiques (380 étudiants en été 1960) et d'autres cours et séminaires avancés.

Pour l'admission à l'examen final l'étudiant doit avoir écrit un travail d'étude sur un sujet scientifique. Voici quelques exemples :

- 1/ Etude des perturbations séculaires des trajectoires des satellites de la terre. Comparaison à des résultats expérimentaux américains et russes.
- 2/ Calcul des fonctions de Bessel et de Neumann à l'aide de calculatrices automatiques.
- 3/ Etude numérique du procédé de Galerkin.
- 4/ Programmation du QD-algorithme de H. Rutishauser pour la détermination des valeurs propres d'une matrice.
- 5/ Comparaison de différents procédés pour la génération de nombres aléatoires
 - a) à l'aide de dispositifs physiques,
 - b) à l'aide de programmes pour calculatrices automatiques.
- 6/ Connexion entre "linear programming" et l'approximation au sens de Tchébycheff.
- 7/ Etude théorique et numérique de la fonction zéta de Riemann et des fonctions incomplètes adjointes.

8/ Méthodes itératives pour la solution d'équations aux différences finies (méthode des directions alternées, méthode des surrelaxations successives).

9/ Comparaison de la méthode Monte-Carlo à d'autres méthodes pour la solution de l'équation aux dérivées partielles de la diffusion à l'aide de calculatrices automatiques.

CENTRE DE DOCUMENTATION DE LA DFG A DARMSTADT -

Celui-ci a été établi en 1954 à l'IPM comme le centre de documentation central allemand dans le domaine des calculatrices. Il édite tous les 3 mois une bibliographie "Titel von Veröffentlichungen über Analog und Ziffernrechner und ihre Anwendungen". Depuis 1961 le Centre International de Calcul (CIC) à Rome participe à cette édition. En même temps on a ajouté un texte anglais à côté du texte allemand. Les titres sont tirés de 150 journaux et dans la mesure du possible de toutes les apparitions nouvelles de livres, de reports de conférences et de demandes de brevets etc. Jusqu'au 15 mai 1962 un total de 20 000 titres a été publié. Dans l'année 1961 seule il y en avait 3 300.

Occasionnellement le centre de documentation édite des revues générales comme par exemple la brochure "Stand des elektronischen Rechnens und der elektronischen Datenverarbeitung in Deutschland" datant de la fin de l'année 1961.

CENTRE ALLEMAND DE CALCUL (DRZ) A DARMSTADT -

Cette institution, indépendante de la Technische Hochschule et sous la direction du docteur E. Glowatki, est créée pour les fins suivantes :

- Traitement de problèmes scientifiques extrêmement vastes,
- Recherches scientifiques en calcul numérique,
- Formation de spécialistes pour les calculatrices électroniques.

Le centre dispose d'une IBM 704 qui est un don de la compagnie IBM Allemagne. Elle sera remplacée en 1963 par une IBM 7090.

CONGRES INTERNATIONAL POUR LE TRAITEMENT NUMERIQUE DE L'INFORMATION (IFIP CONGRESS 62) A MUNICH -

Le premier congrès de ce genre a été organisé en juin 1959 à Paris par l'Unesco. L'organisation IFIP (International Federation for Information Processing) est en charge de l'organisation du congrès de cette année qui va avoir lieu à Munich du 27 août au 1er septembre. En même temps avec le congrès il y aura une exposition internationale sous le nom d'IFIP INTERDATA qui commencera le 26 août et qui se terminera le 2 septembre.

En plus des séances d'ouverture et de clôture il y aura une vingtaine de sessions et 26 symposia et discussions de groupes. Les 9 divisions du congrès seront :

- 1/ Traitement de l'information dans la gestion d'entreprises,
- 2/ Traitement de l'information en science,
- 3/ Traitement de l'information en temps réel,
- 4/ Recherche de documents,
- 5/ Analyse et traduction automatique des langues,
- 6/ Transmission digitale de l'information,
- 7/ Domaines frontières du traitement de l'information,
- 8/ Progrès dans les fondements logiques et techniques du traitement de l'information,
- 9/ Enseignement universitaire du traitement de l'information.

L'un des domaines frontières du numéro 7/ est l'analyse et l'imitation de processus mentaux. Je voudrais citer le cas de la musique composée par une calculatrice électronique. Un exemple en est le quatuor à cordes de la calculatrice ILLIAC à Urbana, Illinois.

En face des progrès énormes dans le calcul électronique nous ne devrions pourtant pas oublier la parole de Blaise Pascal qui se trouve dans ses "Pensées" et qui nous dit : "On se fait une idole de la vérité même ; car la vérité hors de la charité n'est pas Dieu, et est son image et une idole, qu'il ne faut point aimer, ni adorer".