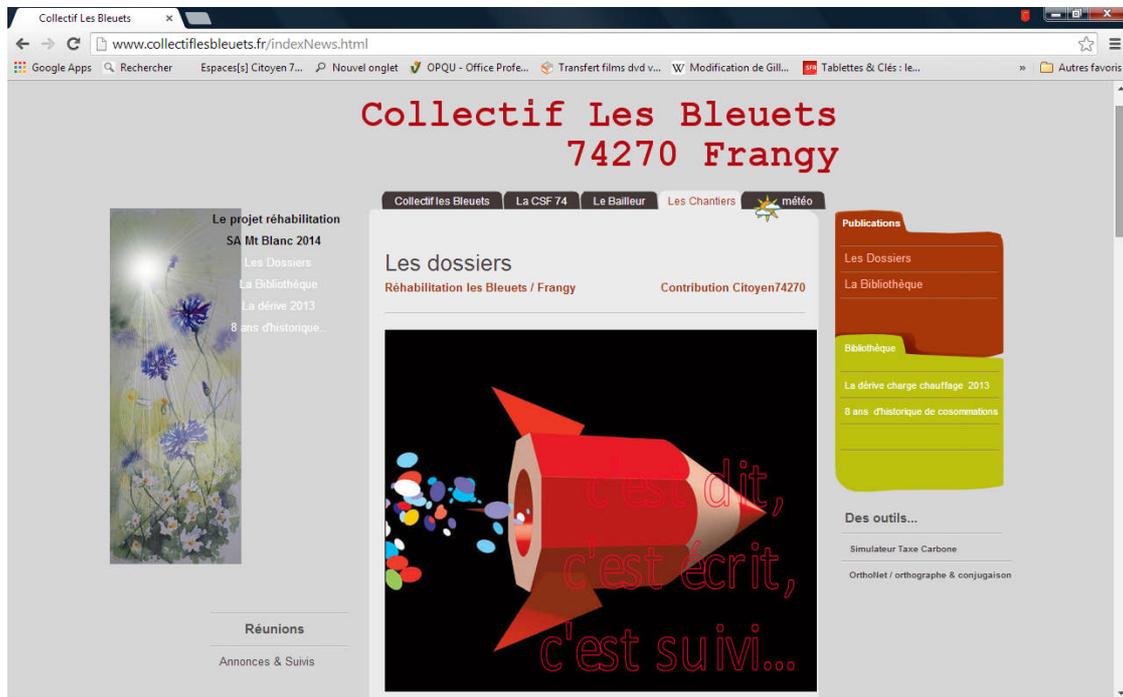


Site et sources



<http://www.collectiflesbleuets.fr/indexNews.html>



Analyse de la fiabilité des outils de simulation et des incertitudes de métrologie appliquée à l'efficacité énergétique des bâtiments
Thèse pour obtenir le grade de DOCTEUR DE L'UNIVERSITÉ DE GRENOBLE / Spécialité : Génie Civil et Sciences de l'Habitat
Présentée par Clara SPITZ



**Une sortie dominicale des internes / Classes préparatoires Maths Sup & Maths Spé
Annecy – Lycée Sommelier**



The Great Mental Calculators By Steven B. Smith. 1983

Wim Klein

WIM KLEIN [also sometimes referred to as Willem or William Klein] was born in Amsterdam on December 4, 1912

Klein's interest in calculation began at age 8, when he discovered factoring.

By exposure he has learned the multiplication tables up to 100 by 100, the squares of integers up to 1000, the cubes of numbers up to 100 and roughly all prime numbers below 10'000. He deliberately committed to memory the decimal logarithms to five places of the first 150 integers. He also knows "some other small things like the first 32 powers of 2, the first 20 powers of three and so on; some logarithms base e, a lot of history; and I also learned by heart the date of birth and death of about 150 composers."

In 1952 Klein got a job at the Mathematisch Centrum in Amsterdam, where he did various sorts of numerical calculations. "Computers-they didn't exist, or nearly not. I sat in a room with these five heavy-reformist members of the Netherlands Reformed Church, always talking about God and the clergy. I would say 'Good God' and 'God damn it,' and they went to the boss and said, 'Klein is swearing like a docker.' He told them, 'Don't quarrel, let him swear.' They said, 'Yes, but...' So he called me in and said, 'Liten, Klein, quiet down. I know they are idiots, but try to do better.' 'I try, I try very hard, but you know..'"

In 1952 Klein began seriously lecturing in schools; again it came about by accident. Whenever important people visited the Mathematisch Centrum, Klein was called upon to give a demonstration, "not as a human computer, but as a human attraction." A French professor from UNESCO saw him there and asked him if he would come to Paris and give a lecture in the Department of Mathematics at the Sorbonne. The planned fifty-minute appearance stretched to two hours. As a result of contacts made, Klein was able to obtain permission to give lectures in grammar schools throughout France. "So I wrote to the Mathematisch Centrum and asked for leave of two months or so. They replied, 'Wim, I'm afraid this means the end - that you will stay longer than two years. But I'm sure you will have tremendous success.'"

In 1954 Klein met the New Zealand mathematician and calculating prodigy, Alexander Craig Aitken, at a mathematical conference in Amsterdam. Later in that year they appeared together on a BBC program. Klein recalls: "He was a lovely man. When Britain had not yet the decimal system, I used to do problems like multiplying £3,7 shillings, 8 pence ha'penny by 29. When I asked Aitken about such problems, he said: 'Oh, I've got enough trouble when I have to fill out my income tax form."

In 1955 Klein toured for nine months as one of the attractions of the "MIRACLES OF THE MUSIC HALL, Starring Some of the Most Unusual People Ever Seen." He was billed as "the man with the £10000 brain. The cast included - the Dare-Devil Denglaros on their Racing Motor Bikes; the Amazing Devero, Escape from a Real Guillotine; Ladd West World's Fantastic Aerial Contortionist; Rondart, Worlds only Dart Blower; the Roller Skating Jeretz from Geneva; Reggie 'yer see' Dennis, Britain's new radio Comedian; the Incomparable Mime Star, Danny O'Dare; and Personal Appearance of The Man Who Was Buried Alive - already seen by 4719329 people in 8 years tour."

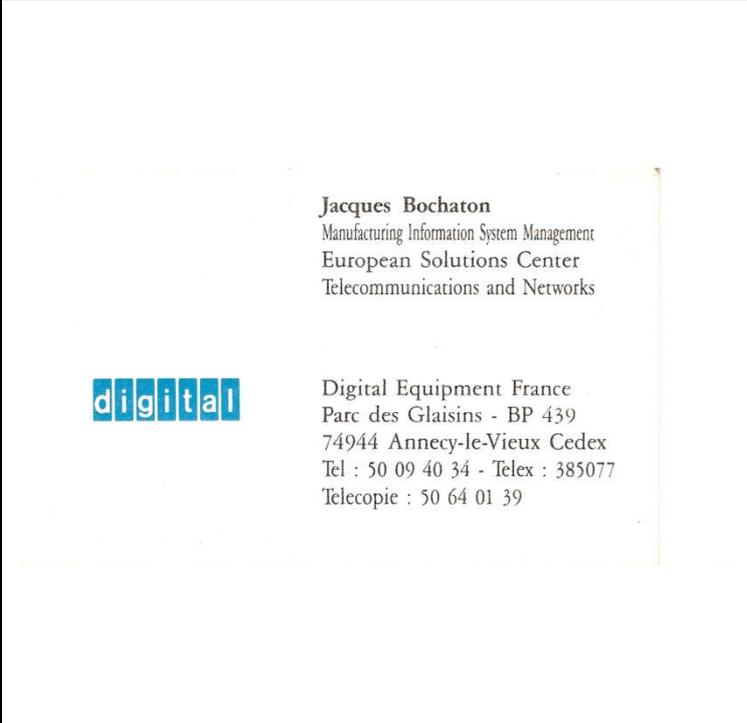
After Miracles of the Music Hall, Klein returned to touring schools, in France and then in Switzerland. But by 1957 he decided he wanted to settle down, so he returned to Amsterdam to work at the Mathematisch Centrum. During the summer of 1958 he arranged a two-week tour of Swiss schools. The giant research complex of CERN (European Organization for Nuclear Research) is located near Geneva. Klein was mistakenly under the impression that some of the work of the Mathematisch Centrum was done for CERN, so he decided to telephone CERN while he was in Geneva. He was told to "just pop over." He was introduced to a Dutch physicist, C. J. Bakker. Klein recalled: "We talked and he said, 'Would you like to work in Geneva?' I said, 'That's for other people to say. Is it a possibility for me to get a job here?' And then Professor Bakker said 'Listen, Wim, I cannot decide; I'm only the director general here, you see.' So I said, 'Not so bad.' Naturally, I had a feeling everything would be all right."

An arrangement was made with the Mathematisch Centrum for a three-month leave of absence. After four weeks, CERN asked Klein to themselves. From '58 to '65 it was all right for me. And then, it went down, because young physicists did their own programming, and they did not need me as much as before. But the idea to kick me out never came, because of public relations. Very often when physicists came they could not see the machine, someone would say stay on permanently. "These three months became eighteen years. That's the CERN story."

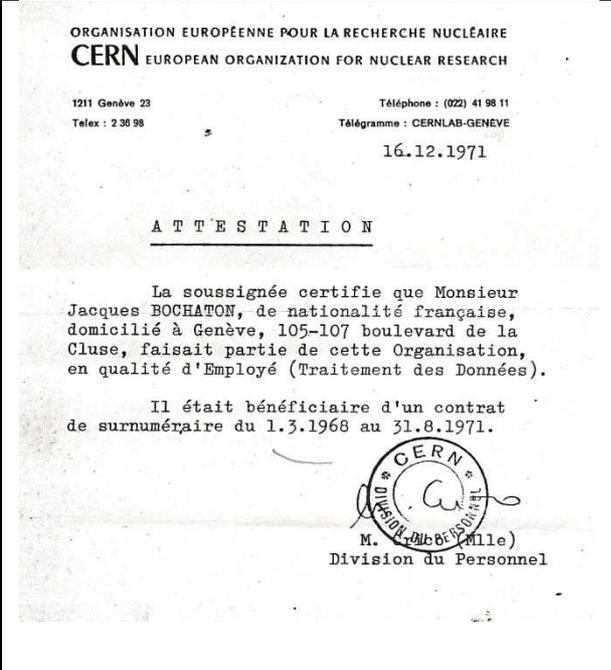
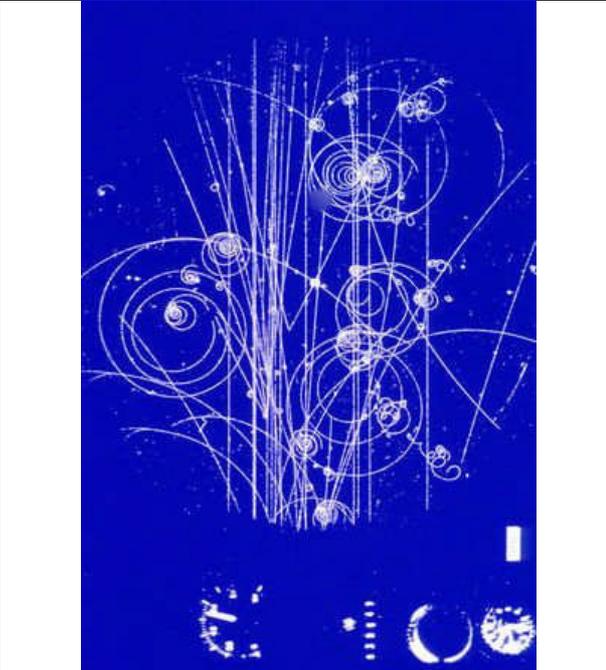
Klein was in considerable In the early days demand at CERN. "Computers were not very well developed, and the physicists did not yet program them, 'Hey, Wim, do thing for them.'

Mes backgrounds, mes expériences et compétences en études & analyse de données...

Digital Equipment [DEC] / Division Computer Special System

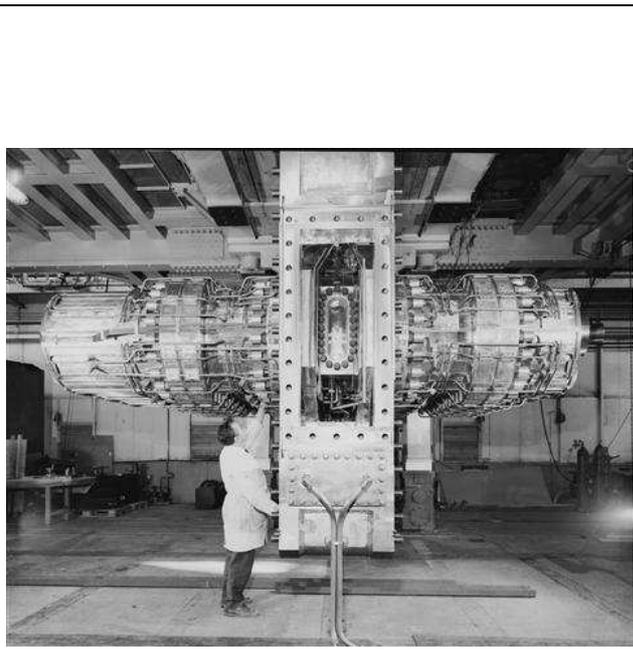
 <p>Jacques Bochaton Manufacturing Information System Management European Solutions Center Telecommunications and Networks</p> <p>digital</p> <p>Digital Equipment France Parc des Glaisins - BP 439 74944 Annecy-le-Vieux Cedex Tel : 50 09 40 34 - Telex : 385077 Telecopie : 50 64 01 39</p>	 <p>digital</p> <p>BOCHATON Jacques 75 007</p>
<p>Ingénieur conseil / Chef de projets GPAO MRP II & SAP</p>	

CERN Genève / Division Données & Documents

 <p>ORGANISATION EUROPÉENNE POUR LA RECHERCHE NUCLÉAIRE CERN EUROPEAN ORGANIZATION FOR NUCLEAR RESEARCH</p> <p>1211 Genève 23 Téléphone : (022) 41 98 11 Telex : 2 38 98 Télégramme : CERNLAB-GENEVE</p> <p>16.12.1971</p> <p><u>A T T E S T A T I O N</u></p> <p>La soussignée certifie que Monsieur Jacques BOCHATON, de nationalité française, domicilié à Genève, 105-107 boulevard de la Cluse, faisait partie de cette Organisation, en qualité d'Employé (Traitement des Données).</p> <p>Il était bénéficiaire d'un contrat de surnuméraire du 1.3.1968 au 31.8.1971.</p> <p> M. (Mlle) Division du Personnel</p>	
<p>Calibrations mécanique & optique des tables de dépouillement des événements de la chambre à bulle de 2m produits par collisions avec un accélérateur de particules. Programmation de synthèse des 3 vues planes pour un calcul spatial sur le CDC 6600 qui fournira des données requises par les physiciens et théoriciens</p>	

Analyse de la fiabilité des outils de simulation et des incertitudes de métrologie appliquée à l'efficacité énergétique des bâtiments
Thèse pour obtenir le grade de DOCTEUR DE L'UNIVERSITÉ DE GRENOBLE / Spécialité : Génie Civil et Sciences de l'Habitat
Présentée par Clara SPITZ

La chambre à bulles de 2m & Les tables de dépouillement et pré-mesures



La chambre à bulles de 2m



Les tables de dépouillement et pré-mesures

b) Expériences en chambre à bulles ii) Acquisition des données provenant des films

W. Blair, J. C. Gouache

Après enregistrement sur film de plusieurs vues stéréoscopiques des interactions de particules dans une chambre à bulles, l'étape suivante consiste à convertir sous forme numérique l'information contenue dans ces clichés. Comme indiqué dans l'article précédent, le nombre énorme des photographies à traiter a fortement contribué à accélérer la mise au point de machines automatiques pour la mesure des films.

Malheureusement, il n'est arrivé très difficile d'automatiser avec un rendement satisfaisant l'ensemble du processus de dépouillement et de mesure. Bien que des succès importants aient été obtenus dans le dépouillement et la mesure automatisés des films de chambres à étincelles optiques (sur lesquels l'événement recherché a peu de chances d'être entouré de traces parasites), pour le traitement des films de chambres à bulles, il a fallu pratiquement renoncer à l'automatisation complète et adopter des systèmes homme-machine.

Le présent article décrit le rôle des ordinateurs dans trois types de systèmes de mesure employés au CERN: — le HPD ou «Hough Powell Device», du nom de ses inventeurs système d'exploration du film à balayage, de type télévision, effectué par un spot opto-mécanique réalisant l'enregistrement des traces photographiques des particules chargées. Deux HPD ont été largement utilisés pour les films de chambres à étincelles optiques et pour les films de la chambre à bulles à hydrogène de 2 m du CERN; — le LSD (ou lecteur à Spirale Digitalisée, mis au point à Berkeley sous le nom de «Spiral Reader») qui effectue un balayage en spirale autour du vertex de l'événement à mesurer au moyen d'une lentille opto-mécanique. Deux LSD servent à la mesure des films de la chambre de 2 m; — un système manuel appelé RAM-SES (pour «ReActive Measurement Scanning and Evaluation System») — système réactif de mesure, dépouillement et évaluation, employé ex-

clusivement pour la mesure des films de Gargamelle, la chambre à bulles de 4,5 m à liquides lourds.

Le système HPD porte la marque de sa conception originelle, c'est-à-dire celle d'un dispositif entièrement automatique dans lequel le programme devait effectuer la sélection et la mesure complète des événements intéressants, sans intervention humaine.

Les deux unités existantes sont reliées en ligne aux ordinateurs centraux (HPD) au CDC 6600 et HPD) au CDC 6500). Ils peuvent accepter des films de divers formats, jusqu'à 70 mm de large. Les premières difficultés liées aux conditions d'utilisation et à la capacité des ordinateurs (lorsque le système fonctionne, il absorbe environ 15 % de leur capacité) montrent que le développement d'une machine à usage général réellement automatique, en ligne avec un ordinateur, ne constitue pas la meilleure solution du point de vue économique, quand bien même les problèmes de programmation seraient entièrement résolus.

Toutefois, l'utilisation moins ambitieuse des HPD qui a été finalement adoptée a fourni des résultats impressionnants. Le nombre d'événements analysés sur ces machines a été supérieur à celui obtenu sur tout autre dispositif de mesure automatique des films (chambres à bulles ou à l'extérieur). En 1971, par exemple, 200 000 événements de chambres à bulles ont été mesurés au CERN, ce qui porte le total général à plus de 800 000 événements depuis 1964-65, auxquels s'ajoutent 1 100 000 événements de films de chambres à étincelles.

Dans le système HPD en service, le film de chambres à bulles est déposé par des opérateurs sur des tables de projection (connues sous le nom de «Misty») reliées à un ordinateur IBM 1130. On recueille des informations telles que le numéro du cliché, le type d'événement, et les coordonnées approximatives. Ces données sont vérifiées, ordonnées et enregistrées sur bande magnétique

par l'ordinateur qui dessert dix tables de dépouillement. Après un certain réarrangement des données pour tenir compte de la succession des étapes de mesure propre au HPD, l'information est utilisée par un programme résidant dans la mémoire du calculateur central pendant la mesure proprement dite.

Ce programme commande l'avancement du film et la direction du balayage. Il vise à réduire autant que possible la masse des données d'entrée, en fonction du mode de balayage. Dans le mode «guidage-couleur», une information grossière sur les directions et courbures des traces permet d'éliminer la masse des digitalisations qui ne peuvent se situer sur aucune des projections des traces de l'événement. Dans le mode «guidage-vertex», seules les coordonnées du vertex sont connues, ce qui requiert des méthodes de filtrage complexes, une grande capacité de mémoire, et un programme très long. Dans ces conditions, les contraintes liées à l'accès des privilèges d'une connexion en ligne sont telles que le filtrage est effectué suivant un mode «semi-en-ligne» (avec mémoire tampon à disque) ou totalement indépendant, les données transmises étant réduites au minimum: 60 000 paires de coordonnées X, Y par cliché! En dépit de la puissance de calcul disponible, les contraintes propres à une exploitation à usage général réduisent le rôle de l'ordinateur central à celui d'une petite machine d'acquisition des données.

L'absence de programmes de communication en ligne avec l'opérateur entraîne également un taux de rejet des événements mesurés voisin de 20 %, d'où nécessité d'un cycle de récupération grâce à un système dialéctique séparé mis en service en 1970. Il se compose d'un écran de visualisation et d'un crayon électronique (analogue au premier modèle utilisé à Brookhaven) relié à un ordinateur CDC 3200, et d'un dispositif de visualisation CDC 250.

Un rythme d'environ 30 événements par heure permet une récupération

Calcul électronique et CERN

Passé, présent et avenir du calcul électronique au CERN, et en particulier des puissants ordinateurs centraux qui supportent le gros de travail de Laboratoire.

D. Ball

Le passé

Le calcul électronique au CERN remonte à l'automne 1958, époque où fut acquis un Ferranti Mercury, pour le programme de physique; son installation apprit au CERN que les ordinateurs sont des armes à double tranchant exigeant une équipe d'experts pour les diriger, surtout au cours de leur très jeune âge. Mais en dépit des difficultés, les physiciens sont rapidement devenus des adeptes du calcul électronique.

L'augmentation du volume des travaux, au début de 1960, en liaison avec les expériences en chambres à bulles et électroniques effectuées au PS a provoqué la saturation du Mercury, avant que son successeur n'arrive sur le site. Il s'agissait d'un IBM 709 quadruplant la capacité de calcul. Cette machine bien éprouvée a gagné au CERN toutes difficultés de mise en service, et fut à l'origine de l'emploi du langage FORTRAN. L'écart entre les vitesses de traitement et

d'entrée-sortie par organes mécaniques devient bientôt apparent, et un petit ordinateur «satellite», type IBM 1401, fut installé afin de soulager le 709 de certaines tâches fastidieuses. En 1962, un digitalisateur à spot volant, mesurant les films de chambres à bulles, fut relié au calculateur IBM 709: c'était la première utilisation des ordinateurs en ligne, au CERN.

Vers le milieu de 1963, le 709 s'est trouvé saturé, et en septembre de cette même année, il fut remplacé par un IBM 7090, quadruplant une seconde fois la capacité. Les utilisateurs n'eurent pas à souffrir de cette relève car la nouvelle machine était totalement compatible avec le 709 et aucune modification de la programmation n'était nécessaire. Le mode d'exploitation restait également le même: le cycle de calcul d'un programme devait être achevé avant de passer à un autre.

Les demandes de calcul électronique continuant de croître sans relâche

l'ordinateur de la salle des ordinateurs n'est pas le même l'ordinateur principal du CERN, le CDC 6600. A gauche et au-dessus, les opérateurs de bande magnétique. Au premier plan, le papirier qui relie les opérateurs aux machines d'exploitation. Sur les écrans de visualisation, les opérateurs peuvent voir ce qui se passe dans les programmes qui passent sur ordinateur, ainsi que leurs études de dépouillement.



CERN 368.89

Acquisition des données

Le calculateur CDC 6800

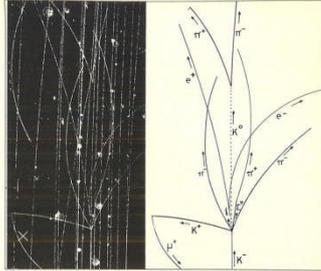
Le HPD

Un bel exemple de photo de chambre à bulles, prise au cours d'une expérience récente. Axia-Chapuis, Batis, CERN, Londres, Vienne.

ses raisons, de couper carrément les ponts avec le passé et de mettre au point un nouveau programme destiné à remplacer THRESH, GRIND et SLICE. La tâche essentielle était de préparer le traitement des clichés de BEGO, la nouvelle chambre à bulles de 3,7 m qui doit être mise en service au CERN en 1972 et dont le système optique diffère de celui des chambres actuelles. Les difficultés rencontrées dans les tentatives d'adaptation du programme de reconstruction géométrique existant montrèrent que les trois programmes de la chaîne présentaient une lacune fondamentale, à savoir le faible degré d'indépendance des trois éléments de la chaîne. Toute modification en un point donnait occasion des désordres qui se propagent à la manière d'un tremblement de terre dans l'ensemble du programme, puisque chaque partie est reliée aux autres, d'une manière limpide certes pour le spécialiste mais inaccessible au non-initié.

Pour servir de cadre au nouveau programme destiné à analyser des événements de chambres à bulles, un système appelé HYDRA a été défini. Il vise à organiser en modules les données et le programme avec un maximum de simplicité et un minimum de concepts, tout en maintenant une exécution rapide et un encombrement limité.

L'organisation des données en modules s'opère en regroupant toutes les informations du programme au sein de super-éléments adressables ou blocs (en anglais « banks »), localisés dans une seule mémoire dynamique, au lieu de les disperser dans une multitude de variables et de tableaux FORTRAN à affectation spéciale. Ainsi, un « bloc traces » contiendra tous les renseignements géométriques concernant une trace donnée, tandis qu'un « bloc titres » contiendra les paramètres du champ magnétique. Ces blocs créés et abandonnés en fonction des besoins, sont repérés dans la mémoire grâce à leur adresse mais ne sont pas fixés, même à l'intérieur d'un programme. Les relations logiques entre blocs sont exprimées par incorporation de l'adresse de l'un dans le tableau de remoi des autres. Ainsi, toutes les traces d'un même vertex sont reliées entre elles par le fait que chacune d'elles renvoie à la suivante. Une telle structuration des données permet non seulement



310 31/78

l'accès aux informations numériques mais aussi aux informations logiques sur l'objet qu'elle décrit.

La modularité du programme est obtenue par sa subdivision en plusieurs programmes de traitement affectés chacun à une tâche nettement définie. Cette tâche peut être décrite entièrement comme une transformation appliquée à la structure de base de certains langages, mais certains blocs fournissent les données d'entrée au programme de traitement et certains autres contiennent les résultats souhaités. Pour chaque application, un programme directeur est rédigé en vue de coordonner les opérations des programmes de traitement requis. Chaque programme de traitement se compose d'un sous-programme FORTRAN au moins, et sa mise en route s'opère par le transfert du contrôle à ce sous-programme. Sur le plan interne, le programme de traitement peut se subdiviser en un sous-programme primaire et plusieurs sous-programmes secondaires. L'utilisation d'un programme de traitement doit respecter certaines conventions pour demeurer compatible avec le système HYDRA. Ce sont précisément ces conventions, identiques pour l'ensemble du programme, et même pour toute la chaîne HYDRA, qui simplifient le travail de documentation et assurent une facilité de lecture satisfaisante.

Les programmes de traitement s'appuient sur le système HYDRA. Les services de ce système sont commandés au moyen de l'instruction

« CALL », de la même manière que les services du système FORTRAN qui font partie de la définition de langage de base. Dans ce sens, on peut dire que le système HYDRA est une extension du langage FORTRAN réalisée essentiellement dans le but de permettre l'emploi d'une mémoire dynamique. Cette possibilité est certes déjà présente dans la définition de base de certains langages, mais la combinaison HYDRA-FORTRAN offre deux grands avantages : la vitesse d'exécution est celle d'un programme FORTRAN normal, le système HYDRA n'entraînant qu'une surcharge négligeable, et le FORTRAN est un langage très largement répandu. Par suite de la nécessité d'assurer l'indépendance des programmes vis-à-vis de la machine, afin que ceux-ci puissent être utilisés sur des ordinateurs différents, les programmes de traitement de cette nouvelle chaîne, et même que les programmes particuliers au système HYDRA, ont été écrits en ANSI FORTRAN, ce qui correspond au minimum normalement requis d'un compilateur.

Les programmes pour l'analyse de clichés de chambres à bulles du type HYDRA seront opérationnels en 1972. Ils devraient contribuer à abattre les barrières qui ont parfois menacé de séparer, en matière de traitement de données, les physiciens des spécialistes des ordinateurs, ou des différents groupes d'expérimentateurs utilisant les chambres à bulles, ou enfin ces groupes des physiciens spécialistes dans d'autres techniques de détection.

11

Calcul électronique et CERN

Passé, présent et avenir du calcul électronique au CERN, et en particulier des principaux ordinateurs nouveaux qui marquent le gros du travail du Laboratoire.

D. Ball

Le passé

Le calcul électronique au CERN remonte à l'automne 1960. Epoque où fut acquis un Ferranti Mercury, pour le programme de physique; son installation apprit au CERN que les ordinateurs sont des armes à double tranchant exigeant une équipe d'experts pour les doter, surtout au cours de leur très jeune âge. Mais en dépit des difficultés, les physiciens sont rapidement devenus des adeptes du calcul électronique.

L'augmentation du volume des travaux, au début de 1960, en liaison avec les expériences en chambres à bulles et électroniques effectuées au PS a provoqué la saturation du Mercury, avant que son successeur n'arrive sur le site. Il s'agissait d'un IBM 709 quadruplant la capacité de calcul. Cette machine bien approchée à départir au CERN toutes difficultés de mise en service, et fut à l'origine de l'emploi du langage FORTRAN. L'écart entre les vitesses de traitement et

d'entrée-sortie par organes mécaniques devint bientôt apparent, et un petit ordinateur « satellite », type IBM 1401, fut installé afin de soulager le 709 de certaines tâches fastidieuses. En 1962, un digitaliseur à spot volant, mesurant les films de chambres à bulles, fut relié au calculateur IBM 709 : c'était la première utilisation des ordinateurs en ligne, au CERN.

Vers le milieu de 1963, le 709 s'est trouvé saturé, et en septembre de cette même année, il fut remplacé par un IBM 7090, quadruplant une seconde fois la capacité. Les utilisateurs n'eurent pas à souffrir de cette relève car la nouvelle machine était totalement compatible avec le 709 et aucune modification de la programmation n'était nécessaire. Le mode d'exploitation restait également le même : le cycle de calcul d'un programme devait être achevé avant de passer à un autre.

Les demandes de calcul électronique continuant de croître sans relâche

l'intérieur de la salle des ordinateurs où se trouve l'ordinateur principal du CERN, le CDC 6600. À gauche et au fond, des ordinateurs de bande magnétique. Au premier plan, le digitaliseur qui relie les ordinateurs au spot volant d'exploitation. Sur les écrans de visualisation, les spécialistes peuvent voir leurs programmes qui passent en continu, ainsi que leurs copies de déchargement.

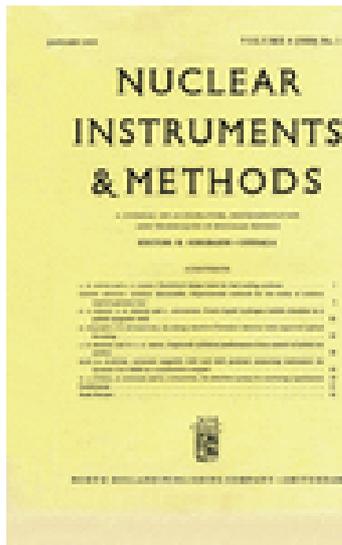


4

CERN 302.10

Le HPD / Digitaliseur à spot volant

Le calculateur CDC 6800



Instrumentation

Brian Williamson Powell Biographical history

Brian Williamson Powell was born at Welwyn Garden City (England) on the 18th March 1934.

He graduated in physics in 1954 at the University of Manchester. From 1954 to 1955, still in Manchester, he joined the Anthony Newth group in order to work in the field of Cosmic Ray Physics. After working in the same field for the Imperial College of Science and Technology (University of London). He was awarded a Research Fellowship by the DSIR in 1957 to continue working on equipment for the semi-automatic measurement of bubble chamber photographs. In 1959 he obtained the Degree of Doctor of Philosophy in Cosmic Ray Physics. For the period from 1959 to 1969, he joined in the development of the CERN IEPS (Instrument pour l'Evaluation des Photographies).

Also involved in the development of the future Hough-Powell device (the HPD), Paul Hough came to CERN at about the same period. At the end of 1959, together they talked about Hough's ambition to find better ways of measuring photographs. They came up with the idea of what was initially called IEP-X and later became the HPD. In 1960, they developed and presented the basis of a technique for the automatic exploration of photographs under on-line computer control. This method allows faster measurement and analysis of bubble chamber photographs. Its construction and programming developed form with the collaboration between the Laboratories of Berkeley, Brookhaven, CERN and Rutherford.

Le HPD / Digitaliseur à spot volant

Département des Travaux Publics / Canton de Genève

Etudes des performances et des rendements biologique/écologique de la station d'épuration d'Aire.

Compilation de relevés d'exploitations et d'observations in situ à l'attention d'une EPF.

<p style="text-align: center;">DÉPARTEMENT DES TRAVAUX PUBLICS Service de l'Assainissement</p> <p style="text-align: center;">A T T E S T A T I O N</p> <p>Nous soussignés, certifions avoir eu à notre service, du 6 septembre 1971 à ce jour, Monsieur Jacques BOCHATON, né le 26.8.1942 et domicilié 105, Bvd. de la Cluse, à Genève.</p> <p>En tant qu'auxiliaire, Monsieur BOCHATON s'est occupé de l'élaboration d'un rapport en vue d'une expertise, destiné à l'EAWAG (école polytechnique fédérale).</p> <p>Ce travail consistait à dépouiller des archives pour répertorier les essais entrepris sur la station d'épuration d'Aire, à analyser et exploiter les données pour élaborer des méthodes permettant l'évaluation de certaines inconnues, et à mettre les résultats sous forme de tableaux ou graphiques.</p> <p>Monsieur BOCHATON s'est acquitté de sa tâche à notre entière satisfaction.</p> <p style="text-align: right;">Le chef du service de l'Assainissement  P. LAROCUD</p> <p>Aire, le 23 décembre 1971/5214.1.jpS</p>	<p>Travail de dépouillement d'archives pour répertorier les essais entrepris sur la station d'épuration d'Aire consistant à analyser et exploiter les données pour élaborer des méthodes permettant l'évaluation de certaines inconnues, et à mettre les résultats sous forme de tableaux et graphiques, en vue d'une expertise, destinée à l'EAWAG. [Ecole polytechnique fédérale]</p>
<p>Etude enrichie par des observations matinales et quotidiennes de la turbidité des bassins de décantation.</p>	

De la complexité d'une station d'épuration des eaux usées :

