

EUROPEAN ORGANISATION FOR NUCLEAR RESEARCH

PS/ER /Note 78-19

PS/CCI/Note 78-24

25.11.1978

Compte rendu de visite de laboratoires américains

du 3 au 17 Octobre 1978

P. Heymans - Ch. Serre

## Table des Matières

1. Introduction	1
2. Comparaison Entre les Différents Systèmes de Contrôle	2
2.1. Ordinateurs et Topologie	2
2.2. Interface Avec le Processus	4
2.3. Consoles et Aspects Opérationnels	5
2.3.1. Philosophie	5
2.3.2. PPM	6
2.3.3. Réservation et Consoles Locales	6
2.3.4. Moyens Interactifs à la Console	7
2.3.5. Signaux Analogiques	8
2.3.6. Alarmes	8
2.3.7. Génération de Fonctions	9
2.4. Programmation D'application	9
3. Systèmes de Contrôle des Laboratoires Visités	12
3.1. BROOKHAVEN	12
3.1.1. AGS	12
3.1.2. ISABELLE	13
3.1.3. Electron Light Emission (ELE)	15
3.2. BATAVIA - FNAL	16
3.3. BERKELEY	20
3.3.1. HILAC	20
3.3.2. BEVATRON	22
3.3.3. Autres Projets	23
3.4. STANFORD (*)	24
3.4.1. SLAC	24
3.4.2. Correction du Faisceau Dans le BSY du SLAC	26
3.4.3. PEP	27
3.5. LOS ALAMOS	31
3.5.1. LAMPF	31
3.5.2. PIGMI	34
3.5.3. FMIT	34

## 1. Introduction

Cette note est un compte rendu du voyage d'étude que nous avons effectué aux Etats-Unis du 3 au 17 Octobre 1978. Nous avons visité les laboratoires de Brookhaven, Batavia, Berkeley, Stanford et Los Alamos. La durée du séjour dans chacun de ces laboratoires a été de deux jours en général; nous nous sommes intéressés principalement au contrôle d'accélérateurs par ordinateur. Dans cette optique nous avons discuté des principaux systèmes actuels et futurs en insistant sur les points suivants :

- réseau d'ordinateurs et logiciel d'opération,
- interaction homme-ordinateur, consoles, aspects opérationnels,
- programmes d'application et leur implantation,
- facilités de développement de programmes et langages utilisés,
- système de transmission entre ordinateur et matériel.

Nous comparerons d'abord les différents aspects liés au contrôle par ordinateur dans les laboratoires américains et au CPS, puis nous mettrons à jour, dans la mesure du possible, les précédents rapports concernant des visites aux Etats-Unis [ Ref. 1, 2, 3, 4 et 5 ] en donnant les détails des différents systèmes discutés (existants ou en projet) à :

- Brookhaven : AGS - ISABELLE - ELE (Electron Light Emission).
- Batavia FNAL : Linac - Booster - Proton Synchrotron 400 GeV.
- Berkeley : HILAC, BEVATRON.
- Stanford : SLAC, PEP, BSY (Beam Switchyard).
- Los Alamos : LAMPF, PICMI, FMIT.

Indépendamment des systèmes de contrôle, il faut souligner l'importance que prend la recherche biomédicale et l'utilisation du faisceau produit par les accélérateurs à des fins thérapeutiques (essentiellement traitement des tumeurs, cancers, etc.) dans les laboratoires américains. Le succès remporté par ces traitements stimule les investissements dans ce domaine; d'où nouveaux projets spécifiques, tels que PICMI (Los Alamos), et budgets associés.

## 2. Comparaison Entre les Différents Systèmes de Contrôle

Nous allons essayer de comparer les systèmes de contrôle par ordinateurs des laboratoires visités aux Etats-Unis entre eux et avec celui qui est en préparation au CPS. Cette comparaison ne constitue qu'une vue personnelle [voir aussi Ref. 2, 3, 4 et 5]. Elle se limitera aux points principaux. Une description plus détaillée pour chaque laboratoire se trouve au chapitre 3.

### 2.1. Ordinateurs et Topologie

Les systèmes de contrôle par ordinateur ont été introduits dans les accélérateurs un peu partout dans le monde à partir des années 1966/1968. Le matériel de l'époque imposait l'utilisation d'un ordinateur central qui exécutait toutes les fonctions, comme l'IBM-1800 du CPS.

Au fil des ans, des processeurs satellites sont venus soulager la tâche grandissante de cet ordinateur unique pour réaliser des travaux plus spécialisés (VARIAN-620i pour la génération de fonctions, PDS1 pour les consoles au CPS) ou contrôler des sous-processus indépendants (PLS, CT, IT2, ... au CPS). Cette tendance s'est accentuée avec le développement de la technologie et l'avènement des microprocesseurs. Les réseaux d'ordinateurs ont fait leur apparition, mais leur implantation a fortement dépendu des contraintes historiques et seuls aujourd'hui les projets nouveaux (SPS, ISABELLE, PEP, CPS) réalisent ces réseaux selon un plan d'ensemble.

Les deux types de réseaux existants ont soit une structure en étoile, soit une structure hiérarchisée, à un ou plusieurs niveaux, avec des relations de maître à esclave.

1) en étoile : on ne les trouve que pour de grands projets nouveaux tels qu'ISABELLE et le futur CPS et sont basés sur les mêmes principes que ceux du SPS. Les informations y transitent par un centre de communication entre le processus d'une part et les consoles d'opérateur d'autre part. Le CERN a donc fait oeuvre de pionnier dans ce domaine. Il est à remarquer qu'ISABELLE penche plutôt pour un système de commutation de circuits réalisé par "hardware" pour des raisons de fiabilité.

2) hiérarchisés : un ordinateur central (ou plusieurs, surtout pour des raisons de redondance) communique les informations reçues du processus ou envoyées par les consoles principales au travers d'un réseau arborescent de processeurs à un ou plusieurs niveaux. Les consoles sont directement raccordées (éventuellement via des microprocesseurs) à cet ordinateur central qui réalise les fonctions principales de gestion des consoles, de traitement et d'orientation vers le processus.

Certains systèmes, en général plus anciens, ont conservé leur autonomie comme au FNAL (un ordinateur par machine) où pourtant, lorsque le besoin s'en fait sentir, ils établissent [Ref. 6] une liaison provisoire pour l'échange de données entre le Booster et le Main Ring, ou à Berkeley pour le contrôle du BEVATRON où chaque ordinateur s'occupe indépendamment d'une tâche spécifique.

Les systèmes à 3 niveaux ou plus permettent de réaliser des prétraitements successifs au départ de petites tâches autonomes en général situées dans des microprocesseurs :

- ELE : 2 DG-250 + 3 NOVA-3/4 + 35 INTEL-8080
- SLAC : 1 PDP-9 + 1 PDP-8E + 15 PDP-8F (+ des microprocesseurs)
- PEP : 2 MODCOMP-IV + 6 MODCOMP-II + 1 M-6800 par "crate-controller" du CAMAC.

Les systèmes à 2 niveaux sont soit plus anciens, soit plus petits et permettent de faire exécuter les tâches plus spécifiques au niveau des "Front End Computers" :

- AGS : 1 PDP-10 + 6 PDP-8
- AGS/Linac 200 MeV : 1 PDP-11 + des microprocesseurs
- FNAL/Booster : 1 XEROX-530 + 4 MAC-16
- FNAL/Main Ring : 1 XEROX-530 + 8 MAC-16
- Berkeley/HILAC : 2 MODCOMP-IV + 3 MODCOMP-II
- PIGMI : 1 NOVA-3/D + des M-6800

Les systèmes à un seul niveau ne concernent que de petits ensembles ou seront amenés à être remplacés ou étendus dans un avenir plus ou moins proche :

- FNAL/Linac 200 MeV : 1 XEROX-530
- Berkeley/BEVATRON : 1 MODCOMP-IV et 6 PDP-8, tous indépendants
- SLAC BSY : (closed loop control) 1 LSI-11
- LAMPF : 1 SEL-840 ( + 1 PDP-11/10 esclave indépendant );  
24 PDP-11 indépendants dans le BSY.
- FMIT : 1 DG Eclipse S/200

## Conversion

Le CPS réalisant actuellement la conversion de son système de contrôle au départ d'un ensemble hétéroclite, il semblait intéressant de la comparer avec des problèmes semblables aux USA. La différence essentielle est qu'aucun des systèmes de contrôle anciens visités (AGS, FNAL, HILAC/BEVATRON, SLAC, LAMPF) n'envisage la conversion comme un nouveau projet mais plutôt comme des améliorations progressives dans le cadre des budgets de maintenance et de développement; lorsqu'on remplace un ordinateur par un autre de type plus récent, il ne s'agit pas de l'ordinateur central essentiel au fonctionnement de la machine, mais plutôt d'un satellite dont les fonctions, limitées, sont augmentées ou améliorées (exemple du contrôle du Beam Switchyard du SLAC où le SDS-925 est remplacée par 3 PDP-11/34). En général, on rajoute plutôt des ordinateurs esclaves qui reprennent une partie des tâches du processeur central dans le but de permettre un éventuel remplacement de ce dernier d'une manière moins dangereuse et plus progressive. Un exemple typique concerne le remplacement progressif du vieux SEL-840 du LAMPF par un PDP-VAX-11/780 où chacune des fonctions est d'abord reliée à un PDP-11/34 permettant la communication indépendamment avec le SEL ou le VAX jusqu'au jour où chacune des fonctions aura été ainsi doublement interfacée et où le SEL pourra être déconnecté.

## 2.2. Interface Avec le Processus

L'interface avec le processus est une partie du système de contrôle qui revient très cher [ Ref. 7 ]. En général, les laboratoires américains, même s'ils améliorent leur système, gardent leur interface développée dans les années 1967 à 1971. Les systèmes les plus modernes comportent en général des microprocesseurs. Lorsque les anciens systèmes évoluent, les microprocesseurs viennent se greffer sur eux, soit pour remplacer les miniordinateurs tels que PDP-8, soit pour remplir plus efficacement qu'avant certaines fonctions (PPM au SLAC par exemple).

### Interface commerciale

Cette interface directement achetée aux industriels se retrouve dans des systèmes petits tels que ELE (Electron Light Emission) à Brookhaven ou encore PIGMI à Los Alamos. Toujours pour de petits ensembles, "Beam Steering Closed Loop" à Stanford et FMIT (Fusion Material Irradiation Test) à Los Alamos emploient le CAMAC.

Les systèmes récents (1972 - 1974) sont dans la plupart des cas commerciaux. C'est le cas du Beam Switchyard (BSY) du SLAC (qui utilise un système d'acquisition type MPX pour l'analogique) et aussi celui du BSY du LAMPF qui travaille avec du CAMAC.

Cette évolution s'affirme pour les systèmes d'interface futurs, aussi bien pour ISABELLE à Brookhaven que pour le PEP à Stanford, ce dernier ayant choisi le CAMAC (bien que réputé cher aux USA).

### Interface "home made"

Ce sont des systèmes, en général importants, qui ont été étudiés dans les années 66 à 70 et faits à la demande, en fonction du matériel à contrôler ou à acquérir. On les retrouve à l'AGS et au Linac 200 MeV de Brookhaven (DEDICAN), au FNAL à Batavia (très disparate, en général "home made" mais aussi quelques châssis CAMAC!), au HILAC/BEVATRON de Berkeley, au SLAC à Stanford (en évolution vers les microprocesseurs), au LAMPF à Los Alamos pour le Linac. Les laboratoires ne songent pas à les changer pour l'instant, pour des raisons de budget et de temps (bien que certains systèmes posent des problèmes de maintenance : pièces de rechange surtout), car les responsables les estiment fiables.

### Microprocesseurs

On trouve des microprocesseurs partout : dans les systèmes futurs bien sûr, tels qu'ISABELLE ("Clusters" avec des LSI-11 et "consoles locales" de test), PEP ("Crate Controller" et "Link Control"); dans ceux plus récents tels que "Closed Loop for Beam Steering" (avec des LSI-11) à Stanford, PIGMI à Los Alamos, ELE à Brookhaven. Des systèmes "anciens", tel celui du SLAC à Stanford pour résoudre le problème du PPM et celui du LAMPF pour le MASTER TIMING, acceptent volontiers leur puissance distribuée. C'est tout de même pour le futur système de contrôle d'ISABELLE que l'on verra nettement l'invasion des microprocesseurs et l'aide qu'ils peuvent apporter pour résoudre localement la majorité des problèmes.

Si l'on compare avec ce qui se passe au CPS du CERN, on s'aperçoit que les systèmes "home made" STAR et DTS (1967 et 1972) s'inscrivent bien dans leur époque, et l'évolution normale de l'interface est d'être achetée directement chez les industriels comme cela s'est passé pour le contrôle du "Continuous Transfer" (CAMAC), du nouveau LINAC (CAMAC) et comme il a été décidé pour le nouveau système de contrôle du CPS (CAMAC). Il est à noter que des "grands" accélérateurs, seul pour le moment, le CPS change complètement son interface.

## 2.3. Consoles et Aspects Opérationnels

### 2.3.1. Philosophie

En résumé, les salles de contrôle se ressemblent toutes, mais on peut en distinguer deux types, les anciennes avec de nombreux racks remplis de matériel disparate et celles plus récentes avec des consoles basses et banalisées. Les seuls endroits où l'on n'ait pas trouvé de consoles strictement dédiées à un sous-processus étaient le HILAC à Berkeley et LAMPF, bien que dans ces deux cas, elles ne servent au contrôle que d'une seule

machine, à la différence de l'ensemble du CPS.

Une autre observation s'impose : aucun ensemble d'accélérateurs contrôlé par ordinateur ne présente une opération aussi complexe et diversifiée que celle du CPS avec ses LINACs, son PSB, le PS et ses éjections multiples, avec des modulations de l'intensité (dans un rapport de 1 à 50) et des caractéristiques du faisceau aussi diverses; ceci explique peut-être aussi la nécessité de banaliser les moyens d'accès.

### 2.3.2. PPM

On rencontre, en dehors du CPS, la modulation de cycle à cycle des caractéristiques du faisceau (intensité, énergie, destination,...) au HILAC à Berkeley, au SLAC et dans une moindre mesure au LAMPF. Une première constatation est qu'il s'agit là uniquement d'accélérateurs linéaires à cyclage rapide (45 à 360 impulsions par seconde).

Le nombre de paramètres mis en jeu est de l'ordre de la centaine, sauf au LAMPF où les quelques éléments modulés ne le sont qu'un cycle sur dix à partir de mémoires locales et sans aucune intervention du logiciel. Au HILAC et au SLAC (en cours de réalisation pour ce dernier), des processeurs spécialisés (MODCOMP-II au HILAC, MCTOROLA-6800 au SLAC) réalisent la modulation à l'aide d'une tâche en temps réel simple liée aux interruptions de la machine, au départ de tables de valeurs. Ces principes seront ceux mis en oeuvre au CPS mais en tenant compte d'une logique à deux niveaux (jusqu'à 128 lignes de programme élémentaires groupées et lignes d'utilisation) au contraire du HILAC (4 "modes" de fonctionnement) et du SLAC (où il est prévu de 8 à 15 "types de faisceau" différents). Au SLAC en plus, ils conserveront dans un premier stade la possibilité de modifier les tables de modulation internes au microprocesseur par accès manuel local au moyen d'une série de boutons.

### 2.3.3. Réservation et Consoles Locales

Nulle part dans les systèmes de contrôle existants nous n'avons trouvé de principe de réservation des paramètres de façon systématique. Une des raisons est que le plus souvent, les consoles sont spécialisées et donc sans conflits possibles. Là où des conflits pourraient exister (FNAL, HILAC, SLAC, LAMPF), les responsables estiment qu'ils sont assez peu fréquents pour être pris en compte et que de toute façon, les opérateurs sont dans un espace suffisamment exigü pour pouvoir communiquer entre eux ! Il n'y a qu'au LAMPF, où une console d'opération locale a été installée pour le contrôle par les physiciens d'une petite partie d'une des lignes d'éjection, qu'un système de protection rudimentaire a dû être mis en place.



Même les nouveaux projets en cours de réalisation (ISABELLE, ELE et PEP) n'ont pas soulevé ce problème, à notre connaissance, bien que les consoles locales y fassent leur apparition en force; mais celles-ci semblent plutôt être dédiées aux accès de développement et de maintenance, et accessoirement en tant que "back-up" en cas de panne du système central.

#### 2.3.4. Moyens Interactifs à la Console

Les procédés d'interaction homme-machine divisent les Etats-Unis en 2 parties géographiquement distinctes :

\* L'Est (AGS, ELE, FNAL) où l'on utilise essentiellement la boule roulante pour la sélection des programmes (depuis un menu présenté sur une TV), des options internes à prendre et pour le choix des paramètres à contrôler et des actions désirées.

\* L'Ouest où l'on préfère utiliser des appareillages spécialisés tels que le "Touch-Panel" (SLAC, PEP, PIGMI, SPS ou futur CPS), le "Touch-Panel-Hybride" (boutons hardware associées à un texte sur une zone de l'écran principal à Berkeley) ou encore la PRU (Program Request Unit) programmable au LAMPF (cartes enfichables contenant toutes les options d'un programme). Il est à remarquer pourtant que dans tous les cas où le Touch-Panel est utilisé, contrairement à la philosophie SPS ou CPS, l'écran d'affichage de la sélection sert aussi à l'affichage du résultat des programmes ou de leurs options, aussi bien sous forme alphanumérique (SLAC, PEP, PIGMI) que graphique (PEP).

Les "knobs" se retrouvent partout, bien qu'ils soient rarement utilisés opérationnellement au profit de commandes "UP/DOWN" par boutons spécialisés, sauf au LAMPF; PIGMI et PEP proposent aussi l'utilisation des knobs de préférence aux boutons. L'affichage de la valeur du paramètre accroché (au knob ou au bouton) se fait presque toujours sur l'écran TV principal, au milieu d'une liste d'autres paramètres, sauf à LAMPF et PEP où l'on utilise des "self scan displays" à côté du knob concerné. Le nombre de knobs par console est en général de 1 ou 2, sauf sur une des consoles du FNAL (4, mais pratiquement jamais employés !) et au LAMPF (2 groupes de 3).

La boule roulante ("tracker-ball") est également présente (sauf à Berkeley, au SLAC et pour PIGMI), et elle sert le plus souvent à la sélection des programmes. Elle est quelquefois utilisée pour l'interaction graphique (FNAL), mais alors uniquement pour délimiter l'espace graphique sur un Tektronix-611 et obtenir un effet de ZOOM.

Boutons spécialisés : de nombreuses salles de contrôle continuent à proposer des séries de boutons, plus ou moins spécialisés et reliés à l'ordinateur, aux opérateurs qui semblent en général préférer ce moyen d'action aux knobs pour la variation des paramètres et à la boule roulante pour le choix de certaines

options. Seuls les nouveaux projets paraissent vouloir les abandonner.

Le clavier, présent à peu près partout, est le plus fréquemment spécialisé et peut aussi servir à l'appel des programmes par leur numéros (quand il est connu !) ou au choix des paramètres par leur nom (dans l'Est). Nulle part un système de type interpréteur tel qu'ISAAC ou NODAL n'est installé ou même envisagé.

L'affichage des résultats de programmes de contrôle ou de mesure se fait presque exclusivement sur un moniteur TV noir et blanc ou couleur (qui est parfois celui utilisé en tant que Touch-Panel) de manière alphanumérique ou semi-graphique (histogrammes). Seul FMIT à Los Alamos nous a présenté des synoptiques du type de ceux en usage au nouveau Linac du CPS.

Les graphiques sont en général pauvres sauf au LAMPF et n'utilisent que des mémoscopes du type Tektronix-611 ou équivalent: ils sont là pour afficher la variation de paramètres au cours du temps ("stacked mode") ou des formes de fonctions (rampes du Main Ring au FNAL), mais ne sont jamais interactifs.

Peut-être les nouveaux projets tels qu'ISABELLE et PEP amélioreront-ils la situation dans la plupart de ces domaines où le CERN semble avoir une longueur d'avance (SPS, nouveau Linac, futur contrôle du CPS).

### 2.3.5. Signaux Analogiques

Les signaux analogiques sur oscilloscopes sont partout présents (bien qu'au FNAL ils soient presque tous digitalisés), mais leur multiplexage se fait soit manuellement (câblage) soit par commande hardware. Aucune sélection par ordinateur n'existe; elle reste un apanage européen (MPX de signaux analogiques CPS, SPS et futur SCS du CPS).

### 2.3.6. Alarmes

On ne trouve pour ainsi dire nulle part de système d'alarmes semblable à ceux du CERN. Les éléments en faute n'apparaissent qu'au moment de leur appel dans la liste de paramètres. Si surveillance il y a, elle reste au niveau local et hardware. Seules les alarmes radiations sont rapportées au centre, de façon hardware. Il n'y a qu'au FNAL que des listes d'éléments fautifs sont affichées sur des écrans TV dédiés à chaque machine et agrémentées d'un signal sonore distinctif annonçant une modification de la liste; une interaction depuis un programme de la console y est possible pour quittancer ou inhiber certaines alarmes connues.

### 2.3.7. Génération de Fonctions

Comme pour les deux paragraphes précédents, la génération de fonctions par logiciel est quasi inexistante dans les laboratoires US. Nous ne l'avons trouvée qu'au FNAL pour les fonctions lentes (rampes de l'alimentation principale du Main Ring [Figures 5, 6]) qui sont générées point par point depuis une table de valeurs dans un MAC-16 qui les délivre directement sur un ADC.

En tous cas, aucune interaction graphique interactive n'existe (au FNAL, la fonction est calculée à partir de points clefs).

Pour ISABELLE, il est projeté d'équiper les alimentations de microprocesseurs internes qui réaliseraient la fonction désirée; l'interaction n'a pas encore été définie.

### 2.4. Programmation D'application

L'impression générale qui se dégage des discussions que nous avons eues avec les responsables "Software" américains est que le seul langage de programmation accepté est le FORTRAN, que les programmes se décident autour d'une tasse de "café", et que l'équipe d'opération de la machine peut très bien se contenter de ce qu'elle reçoit (au point de vue appareillage de mesure, outils interactifs aux consoles et programmes).

### Organisation Générale

Dans la grande majorité des cas les programmes sont faits à la demande, par discussions entre opérateurs et programmeurs directement, quelquefois tout de même avec une certaine centralisation comme au FNAL (depuis peu) ou au LAMPF où un groupe (après décisions communes avec le client) produit les programmes suivant des priorités. Pour PEP, par exemple, un petit nombre de programmeurs professionnels (3 à 4) va implanter le système et la bibliothèque de routines et ensuite les ingénieurs des différentes parties pourront écrire les programmes qui leur semblent nécessaires.

Les équipes (quand elles existent) sont en général petites (entre 3 et 7 programmeurs, mais jusqu'à 12 au LAMPF) et constituées en majorité par des "professionnels". Nous n'avons trouvé nulle part d'organisation structurée où les demandes sont étudiées en parallèle comme cela se passe pour le nouveau système de contrôle du CPS.

### Langages

A quelque rares exceptions où nous avons entendu parler de BCPL (PEP et Berkeley) ou de PL11 ("Closed loop" à Stanford), c'est le FORTRAN qui est le langage universel. Quelques uns parlent du BASIC pour certains tests, ou connaissent des pré-processeurs FORTRAN pour

aborder la programmation structurée.

Le sentiment qui se dégage est que l'on utilise le FORTRAN pour des raisons d'efficacité (tout le monde le connaît, les industriels le proposent), mais aussi parce que l'on est trop vieux pour changer (certains le reconnaissent). Pour le futur système de contrôle du CPS, l'utilisation d'un langage permettant la programmation structurée devrait faciliter la tâche des programmeurs.

### Organisation des paramètres

Les plus vieux systèmes (AGS, BEVATRON) ne possèdent aucune organisation des paramètres. Ensuite on semble avoir hésité entre le "Data Pool" et la "Data Base". Maintenant la Banque de Données semble avoir gagné la partie.

Le "Data Pool" avec collection régulière des données et stockage dans la mémoire est utilisé au FNAL où l'on peut si on le désire utiliser le nom des paramètres dans les programmes (Recherche à l'aide d'index). Au SLAC, le "Data Pool" est localisé dans les ordinateurs de tête (PDP-8), tout comme au HILAC de Berkeley.

Une banque de données centrale régit le fonctionnement des programmes au LAMPF : elle est stockée sur disque et lors de l'appel du programme, une partie de cette banque est amenée en mémoire où le programme peut s'en servir sans autre communication avec le disque. Pour le système de PEP, ce sera aussi une banque de données centrale : les paramètres seront dénommés suivant un code structuré comportant une partie indiquant l'action à prendre. Les programmes auront une partie d'initialisation permettant la traduction de ces noms à l'aide de la "Data Base". Pour l'autre système futur, celui d'ISABELLE, ce sera au contraire une banque de données distribuée qui sera comparable au concept des "Data Modules" du SPS. (L'étude détaillée n'est pas encore commencée).

Le nouveau système du CPS avec une banque de données distribuée (Equipment Module) et l'utilisation dans les programmes compilés de noms de paramètres régis par un code structuré semble donc pour cette partie aussi s'inscrire dans les voies modernes de la programmation.

### Programmes de mesure

Nous n'avons pas vu beaucoup de programmes de mesure comme ceux que nous avons au CPS (mesure de Q, orbite du faisceau, etc.). Les deux laboratoires qui utilisent le plus les écrans graphiques et qui possèdent une instrumentation correcte associée à des programmes de mesure sont le FNAL et le LAMPF. Les autres nous ont semblé pauvres en instrumentation de mesure et à l'AGS par exemple l'opération s'en plaignait beaucoup.

C'est une grande différence avec le CPS où beaucoup d'appareils de mesure, secondés par une importante série de programmes, permettent aux opérateurs et aux ingénieurs-machine d'effectuer des études et de régler les accélérateurs dans de bonnes conditions.

### Documentation

Partout elle est laissée à la discrétion du programmeur et nulle part nous n'avons entendu parler de documentation. Seul au SLAC, le responsable du "Beam Steering Closed Loop" a pu nous présenter une documentation tenue à jour sur ordinateur ! Espérons là, que le nouveau système du CPS tiendra ses promesses et présentera à la fin du projet une documentation complète et à jour sur ordinateur !. Nous ne pouvons que l'espérer pour le moment, et y travailler !

### 3. Systèmes de Contrôle des Laboratoires Visités

Une table résumant les caractéristiques de chacun des systèmes de contrôle visités dans ces laboratoires est annexée à cette note.

#### 3.1. BROOKHAVEN

##### 3.1.1. AGS

###### Généralités (J.Smith)

Ce système est maintenant stable, on ne songe pas à le modifier immédiatement. Il est centré autour d'un PDP-10 associé à 6 PDP-8 qui servent à concentrer les données. Le PDP-10 n'est pas synchronisé avec l'AGS, il va interroger ou contrôler les PDP-8, qui eux sont liés aux diverses parties de l'accélérateur. Le PDP-10 est arrivé à sa taille mémoire maximum (minimiser le "swapping"); si l'on veut augmenter la vitesse il faudra changer le processeur [ Figure 1 ].

48 terminaux sont raccordés au PDP-10 servant à la fois au développement des programmes et aux tests "on-line". On peut faire exécuter jusqu'à 5 tâches par terminal avec un maximum de 48 tâches au total (y compris les consoles d'opération).

Les deux seuls langages utilisés sont l'Assembler, lorsque c'est nécessaire, et surtout le FORTRAN pour toute la gamme des applications.

###### Consoles [ Photo 1 ]

Essentiellement la console est composée de

- un écran video alphanumérique
- une boule roulante
- un clavier spécial (non alphanumérique)
- des boutons spécialisés (on, off, standby, send, save,...)
- deux knobs
- un Tektronix pour sortie graphique.

La majorité des interactions est faite à l'aide de la boule roulante sur l'écran, aussi bien pour choisir le programme à

exécuter (choix dans un menu général) que pour les actions spécifiques à chacun d'eux. Les programmes peuvent être appelés directement par leur numéro au moyen du clavier.

Lorsqu'un paramètre est sélectionné, on peut modifier sa valeur soit par un knob, soit par bouton "up-down". Pour les actions globales (ou spécifiques) on peut également les exécuter en tapant sur le clavier le numéro correspondant (exemple : 1 = save, 2 = restore, etc.).

On trouve quelques signaux analogiques avec raccordement manuel sur deux scopes. Les appareils les plus utilisés sont la boule roulante et l'écran alphanumérique. On se sert rarement du "knob", on utilise plutôt le "up-down".

### Opération (W.Glenn)

Une rapide discussion avec le chef de l'opération nous a appris qu'il n'y a pas de PPM prévu, que l'instrumentation est pauvre et qu'ils utilisent peu les moyens graphiques (à son plus grand regret). Pas de display d'orbites opérationnel, pas de BLM, ni de mesure de Q et l'IBS a été sorti de l'anneau. Il espère que le MCR sera refait bientôt, et qu'il n'y en aura qu'un pour AGS et ISABELLE.

### Linac 200 MeV (J.W.Humphrey, R.Frankel)

La console est semblable à celle de l'AGS, mais le système de contrôle est actuellement en modification : les programmes concernant le contrôle du Linac de 200 MeV sont transférés du PDP-10 sur un PDP-11. Ils comptent également distribuer le contrôle dans un certain nombre de microprocesseurs (LSI-11).

L'interface de liaison avec le processus (DEDICAN) est semblable à celui de l'AGS. Ils veulent introduire des ICC (Intelligent Crate Controller) dans leur chassis DEDICAN, qui est un système développé à Brookhaven (ressemblant au MPX du SPS).

Cette modification vise entre autres à permettre des possibilités de "Stand alone" et à une utilisation extensive de disques rapides.

### 3.1.2. ISABELLE

#### Généralités (J.W.Humphrey, R.Frankel, G.Dimmler)

Les grandes lignes du système de contrôle ont été définies dans la Ref. 8 [p. 139-144]. Cependant les détails concernant son implantation, les moyens d'interaction (console) ainsi que le système d'alarme n'ont pas encore été arrêtés.

Actuellement ils sont polarisés sur l'étude et les tests des prototypes des composants principaux [ Ref. 9 ] : Alimentations, Aimants, Cavités RF, Vide. Les microprocesseurs devraient être employés très largement, cependant ils ne conçoivent pas un système de contrôle construit seulement à l'aide de microprocesseurs; ils estiment que de tels systèmes sont valables uniquement pour de petits ensembles localisés.

Sur le plan software ils comptent utiliser une Banque de Données contenant les noms et les caractéristiques des différents paramètres et les archives d'opération, cet archivage prenant d'autant plus d'importance qu'il s'agit d'anneaux de stockage de haute intensité ( $8A = 6.10E14$  protons) longs à remplir. Dans les ordinateurs près du processus (FEC) ils envisagent d'utiliser quelque chose qui ressemble aux "Data Modules" du SPS pour gérer les divers microprocesseurs.

Pour l'écriture de leurs programmes, le FORTRAN et le EASIC seront les langages principaux, là où l'Assembler ne sera pas nécessaire. Ils réfléchissent à l'utilisation de programmation structurée avec l'aide d'un "Préprocesseur FORTRAN". Actuellement pour les programmes de test de matériel, les ingénieurs hardware écrivent leurs programmes en EASIC. Ils sont traduits en FORTRAN, stockés sur des disquettes et utilisés sur des consoles de tests situées près du matériel. Ces mini-systèmes sont construits autour d'un LSI-11 et d'un écran vidéo plus clavier.

La structure générale [ Figure 2 ] ressemblerait au réseau SPS avec un système de communication entre ordinateurs axé sur la commutation hardware. Il est prévu de gérer les consoles uniquement à partir de microprocesseurs.

#### Liaison avec le processus (G.Dimmler)

Cette partie est la plus avancée actuellement et sa réalisation est basée sur l'emploi d'une soixantaine de microprocesseurs LSI-11 (compatibilité avec les PDP-11) et des mémoires de 128K partagées par différents microprocesseurs [ Ref. 10 ].

Ces ensembles microprocesseurs-mémoires constituent ce qui est appelé des "clusters". Ces derniers sont reliés entre eux par des MCDEM, via des cables vidéo. Ces ensembles sont complètement modulaires et d'utilisation générale ("drive" de console, de "touch-panel", contrôle d'alimentation par générateur de fonction).



### 3.1.3. Electron Light Emission (ELE)

#### "Layout" Général (R.Culwick, J.Smith)

Le futur système de contrôle [ Figure 3 ] du projet "Light Source", qui sera opérationnel début 1979, est essentiellement centré sur du matériel commercial. Les ordinateurs seront des Data General : 2 ordinateurs principaux DG-250 "Eclipse" (chacun avec 8 terminaux) reliés entre eux par DECNET et au réseau par un bus géré par Data General, auquel seront raccordés un certain nombre (3) de NOVA-3/4 qui jouent le rôle de concentrateurs pour un quarantaine de microprocesseurs (INTEL-8080 achetées via NATIONAL!). Ces derniers sont reliés aux NOVA par des liaisons série asynchrones (38 à 64 Kbaud) et attaquent le processus directement ("interrupt driven" : 8 niveaux hardware de priorité).

Les microprocesseurs s'occupent quasi exclusivement d'acquisition de données en temps réel et d'un peu de surveillance sur le hardware et sur la qualité du faisceau. Leur logiciel est maintenu très simple, pour des raisons de temps réel, et très spécifique (un logiciel à structure générale est considéré comme trop contraignant !) : donc, pas de banque de données centralisée.

Le langage utilisé pour les programmes d'application sera le FORTRAN ( peut-être le PLM ) et l'Assembleur pour les microprocesseurs.

#### Consoles

Les consoles seront raccordées aux "Eclipse" et seront dédiées aux différents sous-processi. Elles comporteront

- un écran vidéo
- un écran graphique
- des boutons
- une boule roulante
- et surtout pas de "touch-panel".

L'accès local se fera directement sur les microprocesseurs.

### 3.2. BATAVIA - FNAL

#### Généralités (M.Gormley)

Le système de contrôle de l'accélérateur peut être divisé en trois parties : le LINAC de 200 MeV, le BOOSTER de 8 GeV, l'ensemble "Main Ring/Extraction/Switchyard". Ces trois parties, dont l'implantation chronologique reflète la division du processus, sont indépendantes les unes des autres [ Ref. 6 et 11 ].

#### A) Linac 200 MeV

Le contrôle s'effectue à travers un ordinateur XEROX X-530 avec une mémoire de 64K et 256 niveaux d'interruption. La liaison avec le processus se fait directement par une interface spécialisée achetée à l'extérieur. Environ 3000 paramètres, acquis et contrôlés, sont accessibles par cette interface.

Le Linac fonctionne en permanence à 15 Hz (66 msec de temps de répétition). D'une façon régulière, un aimant commute le faisceau à 66 MeV pour une utilisation thérapeutique (traitement des cancers) du faisceau. Lorsque le Booster demande le faisceau, l'aimant commute (environ 1 seconde) et le Linac accélère 13 impulsions de particules jusqu'à 200 MeV.

Liée à cet ordinateur, une seule console standard (voir plus loin) permet de contrôler le fonctionnement du Linac dans toutes ses utilisations.

#### B) Booster 8 GeV

Le Booster est un anneau d'environ 150 mètres de diamètre (500 pieds). Il est contrôlé par deux consoles standard reliées à un ordinateur central XEROX X-530 de 64K de mémoire. La liaison avec le processus se fait par l'intermédiaire de 4 ordinateurs LOCKHEED MAC-16 (mémoire de 8K à 48K suivant le sous-ensemble à contrôler). Ces MAC-16 servent essentiellement à la "data-collection" et au pré-traitement. Le matériel pour contrôler les 4000 paramètres est réellement très divers : il a chaque fois été conçu par les gens du système concerné; il existe même quelques crates CAMAC (très peu).

Le Booster fonctionne également à 15 Hz, mais il ne prend que 13 pulses Linac, les accélère très rapidement jusqu'à 8 GeV/c et envoie les protons vers le "Main Ring".

#### C) Main Ring/Extraction/Switchyard

Un troisième système de contrôle est affecté à cet ensemble; l'interaction se fait grâce à trois consoles standard. Elles sont

connectées à un ordinateur XEROX X-530 de 64K. Pour commander les 5000 paramètres, de la même façon que pour le Booster, 8 MAC-16 permettent la collection des données.

Le contrôle des protons se fait jusqu'au Switchyard et ensuite chacun des faisceaux est à la charge des physiciens. Le cycle du synchrotron est de l'ordre de 8 à 10 secondes suivant la longueur du ou des paliers. Il accélère environ  $2.10E13$  protons/cycle d'une façon régulière avec des pointes entre 2.5 et  $3.10E13$ . L'opération se fait en éjection rapide ou en éjection lente (sans debunching !).

### Système de contrôle

Ils sont très semblables, en particulier le Booster et le Main Ring, même si leur système d'interface ne présente pas une standardisation très poussée : ils reconnaissent d'ailleurs avoir des problèmes pour la maintenance et dépendre de personnes-clé.

#### A) Ordinateur Central = XEROX X-530

C' est une machine de la deuxième génération avec un système d'opération (du constructeur) très simple. Il a été complété par une Bibliothèque de routines qui permet de gérer les différentes interfaces et également un Data Pool où sont concentrés à chaque cycle tous les paramètres acquis. Cet ensemble de valeurs peut être retrouvé directement soit par une adresse, soit par un nom.

La mémoire du X-530 est de 64K (pas de "paging"); les performances de cet ordinateur sont comparables à celles de l'IBM-1800. Un point important cependant : la gestion des niveaux d'interruption est prévue pour 256 niveaux. L'archivage de données est possible sur bande magnétique; des disques de 24 MBytes contiennent les programmes et les fichiers de donnée.

#### B) Ordinateur de tête = MAC-16

C'est un ordinateur rustique, simple, très solide et fiable. Il peut tourner dans un environnement électronique bruyant et sans climatisation (en effet certains travaillent dans des halls d'appareillage sans soins particuliers). Le système d'opération est qualifié d'inexistant, il se charge de gérer l'exécution de la (ou des) tâche(s) en mémoire de 8K à 48K suivant le sous-système.

Ces tâches, écrites en Assembler, sont chargées depuis le X-530 et très souvent modifiées (environ tous les mois) à la demande des spécialistes "hardware" en général. La tâche se répète régulièrement; elle est gardée très simple : collection des données et pré-traitement. Cependant dans le cas du Booster il existe une tâche qui permet de gérer l'affichage des données importantes sur un ou deux Iektronix (en général sous forme graphique).

## Programmation

Tous les programmes d'application dans les X-530 sont écrits en FORTRAN et le développement de programmes est fait à l'aide de cartes perforées tout comme l'IBM-1800. Ils disposent d'une bibliothèque de routines en FORTRAN, ou si nécessaire en Assembleur, pour les diverses activités : graphiques, actions sur les éléments, liaison avec les outils console. C'est une programmation conventionnelle, à la demande, avec peu de coordination. Il n'est pas prévu d'utiliser un interpréteur pour le moment.

Une gamme complète de programmes existe : settings, logs, displays, graphiques, mise en mémoire, rappel d'ensemble de données, statistiques, alarmes. Des programmes de type PARAM avec stockage possible permettent d'afficher sur demande jusqu'à 4 paramètres sous forme de graphiques [ Figure 4 ].

Dans ces programmes il est possible (par l'utilisation d'un certain nombre de "sense-switches" accessibles depuis les consoles) de faire les tests du matériel pour les spécialistes hardware ou les tests software pour les programmeurs.

## Console [ Photos 2 et 3 ]

Les consoles sont dédiées à une machine. Il existe 6 consoles (1 Linac, 2 Booster, 3 MR/EX/SY) semblables réunies dans la salle de contrôle principale. Elles comportent en général :

- un écran principal vidéo couleur
- des knobs (1, 2 ou 4)
- une boule roulante
- un clavier alphanumérique
- des boutons spécialisés, sense-switches, contravès,...
- des écrans graphiques (Tektronix-611 en général)

L'outil principal de travail est constitué par l'ensemble Ecran Vidéo Couleur, Boule Roulante, Clavier. Le choix des programmes est fait à l'aide d'un menu. L'interaction dans chaque programme dépend réellement du programmeur (il y a très peu de standardisation). Dans un programme, on peut reconnaître un semblant d'arbre, mais on ne dépasse jamais deux niveaux.

La boule roulante est très utilisée (choix des programmes, des paramètres, des actions, des graphiques) et agit également sur l'écran graphique. C'est leur outil universel !

Le clavier permet l'appel d'un programme par son numéro, la liaison d'un paramètre à un knob, le setting d'une valeur ou d'une calibration. Il est complété par une série de boutons spécialisés en ce qui concerne les actions et les spécifications à l'intérieur d'un programme.

Au réglage d'une valeur par un knob on préfère en général agir par incrément/décément à l'aide de bouton. Les knobs sont peu employés et ils regrettent même de les avoir mis sur les consoles.

Les écrans graphiques permettent les affichages de valeurs acquises de façon répétitive tous les cycles ("stacked"), mais aussi celles de valeurs stockées régulièrement ou sur appel [ Figure 4 ] : effet de ZOOM possible également dans certain cas. Un seul programme peut être affiché à la fois sur chaque écran.

Un écran TV noir et blanc par machine permet de récapituler les fautes (avec un avertissement sonore spécifique très important !).

Les informations générales sont répétées partout grâce à de nombreux écrans de télévision. Par contre il y a peu d'oscilloscopes et ils sont peu utilisés, seulement pour quelques signaux très rapides. Les autres sont digitalisés par des ADC et sont affichés soit d'une façon permanente, soit à la demande sur des écrans Tektronix [ Figures 5 et 6 ].

Il n'y a pas de "touch-panel" et bien qu'ils soient en train d'en étudier un (selon le principe de coupure de faisceaux de lumière), de grandes dimensions (19 pouces), avec 8 couleurs possibles, ils comptent l'utiliser pour des actions (ON, OFF, STANDBY, SET, SAVE, etc.) et pour des affichages plutôt que comme moyen d'appel de programme.

### 3.3. BERKELEY

#### 3.3.1. HILAC

Généralités (S.Lewis, H.Grunder, V.Elisher, F.Selph et al.)

Le HILAC est un accélérateur linéaire à ions lourds cyclant 45 fois par seconde. Son système de contrôle [ Figures 7 et 8 ] est centré sur 2 MDCOMP-IV (256 K mots) reliés entre eux par un link simple; l'un d'eux gère les 3 consoles semblables du centre de commande, tandis que l'autre sert de maître pour un ensemble d'ordinateurs de processus (FEC) attaquant directement le hardware via une interface spécifique faite chez eux. Ces FEC esclaves sont des MDCOMP-II de 64K (dont 30K pour le système opérationnel); les travaux qui leur sont dévolus doivent rester très simples étant donné le taux de répétition élevé : les tâches sont en principe liées à 3 niveaux d'interruption. Chaque fois que le CPU d'un FEC risque d'être saturé, on rajoute un nouveau MDCOMP-II !

Aux 2 ordinateurs centraux sont raccordés des disques de 52 MBytes, une unité de bandes magnétiques, une imprimante et 3 à 4 terminaux pour le développement des programmes. Ils s'occupent des affichages, du traitement des données échangées sous leur contrôle avec les FEC et de la reconnaissance des ordres demandés aux consoles. Toutes les tâches exécutées dans les MDCOMP-IV le sont sous appel, avec une moyenne de 33 tâches en mémoire : système, surveillance, acquisition de données, PPM, gestion des 3 consoles, etc.

S'ils avaient à refaire le système aujourd'hui, ils remplaceraient les MDCOMP-II par des microprocesseurs.

#### Représentation du travail de l'ordinateur central

Une réalisation intéressante nécessitée par le taux de répétition élevé du HILAC consiste en un appareillage permettant de visualiser sur un oscilloscope un signal analogique représentant la charge de travail du CPU d'un des MDCOMP-IV : les 16 niveaux de travail sont représentés par des amplitudes différentes.

Ce dispositif permet d'évaluer le degré de saturation du CPU entre deux impulsions du HILAC et de suivre à la trace l'exécution des divers programmes (lecture, écriture sur le hardware, affichage sur consoles, etc.).

Lors de la démonstration, nous avons ainsi pu constater que la charge du CPU n'excédait pas 50% du temps entre deux impulsions.

### "Pulse to pulse modulation" (PPM)

Le HILAC peut être alimenté par deux sources différentes d'ions et peut de plus servir deux clients simultanément (la physique des ions lourds et le BEVATRON). Les paramètres de la partie accélératrice commune doivent donc être modulés de cycle à cycle, selon 4 modes différents. Le PPM est décrit comme un système de "temps partagé" réalisé à l'aide d'une table à 72 entrées qui donne la séquence des modes pendant 2 secondes (4 éjections vers le BEVATRON). Ces modes comprennent une centaine de paramètres à modifier à chaque cycle (toutes les 22 msec). La table est préparée conversationnellement dans le MODCOMP-IV, puis envoyée vers les MODCOMP-II (jouant le rôle de microprocesseurs) qui débitent alors les différentes valeurs sur demande des interruptions externes en provenance du système de timing du HILAC.

Il est à remarquer que les paramètres non modulés sont également envoyés régulièrement vers le processus toutes les 10 impulsions (1/4 sec) par une tâche spéciale. Celle-ci va chercher une partie des valeurs à envoyer (en "roll-mode") dans une banque de données centralisée.

Le système de timing (également modulé) est sous le contrôle complet des ordinateurs.

Vu la haute fréquence d'acquisition des données, les valeurs sont traitées et affichées comme des valeurs moyennes mobiles ("moving average").

### Consoles et programmation [ Photos 4 et 5 ]

Les 3 consoles centrales sont semblables et en principe banalisées, sans aucune protection entre les paramètres. L'outil interactif principal est composé d'une TV noir et blanc (1 prototype couleur sur une des consoles) divisée en 3 parties logiques; la zone de droite fait face à 16 boutons dont la fonction est définie sur la TV (semblable à un touch-panel à boutons) et permet le choix du programme ou de ses options; la zone inférieure sert à l'affichage des interactions avec les paramètres depuis une liste dans laquelle on pointe avec un curseur commandé en Up/Down (2 des options); la zone supérieure est utilisée pour les affichages semi-graphiques du type histogramme (il n'y a pas d'autre possibilité graphique).

L'ajustage des paramètres peut se faire à l'aide de 2 "knobs" ou de boutons spéciaux.

Les programmes peuvent aussi être appelés directement à partir d'un clavier spécialisé.

Il n'existe pas de programmes d'optimisation ni de programmes de mesures (la plupart des moniteurs de faisceau ne sont pas

digitalisés : visualisation sur oscilloscopes sans multiplexage).

Par contre, il existe des programmes fonctionnant en boucle fermée pour le maintien de la valeur de certains paramètres à leur valeur de consigne.

Dans les ordinateurs centraux, le langage de programmation est le FORTRAN, le seul connu de tous et permettant donc un travail efficace...! Au niveau des FEC, tout est écrit en Assembleur sauf quelques sous-routines en BCPL. La programmation de l'ensemble est réalisée et maintenue par 2 à 3 personnes, plus quelques opérateurs et physiciens qui écrivent leurs programmes sur les MODCOMP-IV, à l'aide d'une librairie de sous-routines leur permettant d'accéder aux données d'une part et aux consoles de l'autre. Cette librairie constitue la seule systématique de programmation.

### 3.3.2. BEVATRON

(S.Lewis)

Le système de contrôle du BEVATRON, bien qu'essentiellement différent (cyclage = 6 sec) est maintenant semblable à celui du HILAC par sa philosophie et par les outils d'interaction qui deviennent les mêmes.

L'ordinateur principal est un MODCOMP-IV auquel s'ajoutent historiquement 6 PDP-8 complètement isolés les uns des autres. Lorsque les budgets le permettront, ils comptent remplacer les PDP-8 par soit 4 MODCOMP-II (principe HILAC), soit 2 MODCOMP-II et quelques microprocesseurs.

Le rôle de l'ordinateur central est identique à celui du HILAC (même console, même "facilités" de développement). Les programmes sont activés par des interrupts liés au cycle de l'accélérateur, comme au CPS.

Les PDP-8 sont dédiés [ Ref. 1 ] :

- au contrôle de l'aimant principal (liaison avec la RF au travers d'une courbe théorique),
- à l'ajustage des PFW,
- à l'extraction du faisceau,
- au réglage des perturbations rectangulaires ou triangulaires sur le "flat top",
- au système "économiseur d'énergie" : ce PDP-8 est raccordé en parallèle sur les compteurs de consommation d'énergie officiels; sur une base d'analyse d'une demi-heure, il prévoit au bout de 25 minutes s'il y aura dépassement de



consommation pour la tranche considérée, auquel cas il commande l'arrêt de la machine pour les 5 minutes suivantes. L'économie réalisée ainsi est estimée à 50'000 dollars par an, ce qui rembourse largement le prix de l'ordinateur !

### 3.3.3. Autres Projets

Berkeley faisant partie d'un complexe universitaire, tout projet permettant d'obtenir des budgets d'étude est le bienvenu. C'est ainsi qu'en plus d'une participation au projet PEP (voir paragraphe 3.4.3) à Stanford, le "Real Time Systems Group" étudie des projets tels que :

- a) EART (Bay Area Rapid Transit). Il s'agit du réseau de métro de San Francisco et de ses environs, de design moderne. Tout est automatique, le conducteur ne servant presque à rien sinon à choisir l'une des 4 vitesses, l'accélération étant progressive, ou à freiner en cas d'urgence ou d'imprévu.
- b) Projet de fusion à l'Université de Princeton (Tokamak). Mise au point d'un touch-panel à 64 positions (8 x 8) constitué de 2 feuilles dorées dont la distance est maintenue par surpression, et contrôlé par microprocesseur (INTEL-8080). Utilisation d'un knob pour le contrôle de paramètres (simulation) et affichage de résultats sous forme graphique sur une TV couleur servant par ailleurs de support au touch-panel.

### 3.4. STANFORD (\*)

#### 3.4.1. SLAC

##### Généralités (K.Mallory)

Cet accélérateur linéaire d'électrons ou de positrons est impressionnant par sa longueur (3.2 km) et également par l'appareillage de mesure installé dans les faisceaux du ESY (Beam Switchyard). Il est contrôlé depuis une salle de contrôle centrale (MCC) située au niveau du ESY. L'opération est continue et les runs durent six mois. Le système de contrôle pourrait être divisé en deux parties, le SLAC et le ESY. Nous traiterons plus spécifiquement la partie ESY lors de la description du MCC.

##### Système de contrôle par ordinateur [ Ref. 12 et 13 ]

Le système est en pleine évolution. Jusqu'à maintenant l'ensemble était constitué d'un PDP-9 (avec des PDP-8F esclaves) pour le contrôle du Linac, relié à un SDS-925 qui gère les consoles du MCC et qui était relié à des PDP-8 esclaves pour l'acquisition des données du ESY. Le SDS-925 vient d'être remplacé par 3 PDP-11/34 (voir plus loin), tandis que du côté Linac, les PDP-8F esclaves sont remplacés par des microprocesseurs Motorola-6800 qui auront la même fonction.

Ces microprocesseurs se chargeront des tâches spécifiques telles que préparation du matériel (setting), réglage le long des lignes (steering and focusing), ajustement de la phase des klystrons, contrôle fin de l'énergie des particules accélérées [ Ref. 14, 15 et 16 ].

Le PDP-9 agit comme concentrateur de données et organe de traitement pour envoyer des tables vers les 3 PDP-11/34 du MCC (par un data-link série opérant à 9600 Baud). Le nombre total de paramètres géré par l'ensemble est de l'ordre de 6000.

---

(\*) SPEAR : Nous n'avons pas pu visiter SPEAR, les personnes en charge étant trop occupées par la remise en route de leur machine après un arrêt (shut-down).

### Pulse to Pulse Modulation (PPM)

Originellement le PPM était fait directement par hardware sans ordinateurs. Les valeurs étaient stockées dans le matériel pour 6 impulsions. La nouvelle version de ce PPM est prévue à l'aide de microprocesseurs distribués le long du Linac (Motorola-6800). Grâce aux microprocesseurs, il est possible d'avoir un nombre d'impulsions non défini, puisque les valeurs de contrôle de chaque impulsion sont stockées dans les mémoires des microprocesseurs. Contrairement à ce qui était jusqu'à maintenant (6 ensembles de matériel pour 6 impulsions), un seul ensemble de matériel est nécessaire, les valeurs de contrôle sont envoyées en temps réel depuis la mémoire du microprocesseur vers le matériel en fonction de l'impulsion demandée. Le logiciel du microprocesseur est gardé aussi simple que possible (environ 40 instructions) et reconnaît l'impulsion requise à partir d'une interruption de priorité. Le logiciel est prévu pour permettre le service de 15 impulsions différentes.

Le contrôle de la mémoire du microprocesseur passe par le PDP-9 (qui est conservé pour l'instant). Cependant au début une possibilité de contrôle manuel sera gardée. L'opérateur, grâce à une série de boutons, pourra localement modifier le contenu de la mémoire du microprocesseur, en agissant sur chacune des valeurs par incrément/décrément. Ce système sera complètement opérationnel dans six mois environ.

### Interface avec le processus (K.Crook)

Elle a été étudiée au SLAC, aux environs de 1968 et elle s'explique par sa liaison avec le SDS-925. Actuellement, après modification, la liaison avec le processus est faite à l'aide de microprocesseurs (Motorola-6800). Ceux-ci commandent le système MPX (commercial) lié aux paramètres analogiques; il acquiert les données, les vérifie avec des tolérances et les met dans une table pour le PDP-8. Ils contrôlent le scanning des signaux numériques et les stockent dans des tables avant de les envoyer vers le système de contrôle suivant les requêtes. C'est un système lent et la surveillance du processus se fait directement par hardware [à l'aide de SEM (Secondary Emission Monitor) qui vérifient les pertes : si les pertes sont trop importantes le fonctionnement du SLAC est arrêté en quelques millisecondes.].

### Main Control Center (MCC) et Consoles (R.Johnson et V.Davidson)

L'ensemble des contrôles pour le Linac et les faisceaux (ESY) est effectué depuis le MCC [ Photo 6 ] qui se trouve au niveau du ESY, au bout du Linac. L'opération se fait à

l'aide de 9 "touch-panels" [ Ref. 17 ], qui servent également d'écrans alphanumériques, et d'écrans graphiques Tektronix. En Octobre 1978 le SDS-925 venait d'être remplacé par 3 PDP-11/34 partageant une mémoire de 32K. Ces trois PDP-11 ont comme fonction :

- le premier, gestion des displays de la console du MCC,
- le deuxième, développement des programmes,
- le troisième contrôle le travail des "touch-panels", permet la liaison avec le PDP-9 du Linac et est prévu pour la liaison avec le futur système de contrôle de PEP.

La mémoire de chacun de ces 3 PDP-11 est constituée

- de 32K interne (core) [ adresse : 0 à 32K ]
- de 32K de "multiport memory" externe partagée par les 3 ordinateurs [ adresse : 33 à 64K ]
- de 16K de mémoire locale (RAM) [ adresse : 65 à 80K ]

Le seul outil interactif de la console est le "touch-panel" [ Photo 7 ]. Il utilise des fils croisés étalés sur la surface d'un écran TV. Il peut y avoir jusqu'à 10 fois 13 boutons. L'emplacement de ces 130 boutons est délimité par une grille en plastique, pour éviter les problèmes de parallaxe. Ce "touch-panel" permet l'appel des programmes, le choix des variables, le contrôle des valeurs des paramètres. Sur l'écran du touch-panel, on affiche les menus des programmes, le choix des spécifications, les boutons de contrôle, ainsi que les displays résultant des programmes : c'est l'outil universel.

Sur les différents "touch-panels" on peut appeler n'importe quel programme. Cependant il n'existe aucune protection, ni entre paramètres, ni entre pages de programmes. Les consoles, bien que semblables et banalisées, sont plus ou moins dédiées à une partie donnée de la machine, par habitude.

#### 3.4.2. Correction du Faisceau Dans le PSY du SLAC

(L.Cottrell)

Ce système [ Ref. 18 ] est le seul pour lequel nous avons obtenu une documentation détaillée, y compris le mode d'emploi.

Son but est de maintenir le faisceau accéléré par le SLAC et éjecté dans la ligne "A" sur une cible de façon aussi

précise que possible en position et en énergie, ceci pour augmenter l'efficacité d'utilisation du faisceau et la précision des études de physique.

Il consiste en un microprocesseur LSI-11 interfacé au processus par du CAMAC et travaillant en boucle fermée après chaque impulsion du SLAC sur la position du faisceau et son énergie :

- la position du faisceau est mesurée à l'aide de 4 paires (H/V) de moniteurs de position non destructifs et de 2 moniteurs de charge et est corrigée grâce à 4 paires (H/V) d'aimants dipolaires.
- L'énergie du faisceau est mesurée par un moniteur de position placé à un endroit où le déplacement horizontal du faisceau est proportionnel à son énergie. Elle est corrigée par réglage de la phase et du gain des deux klystrons de la dernière cavité du SLAC.

Le programme pour le microprocesseur est écrit sur l'IBM-370 du centre de calcul (avec WYLBUR) en PL-11 avec l'aide de MACRO-11 [ Ref. 19 ].

Le contrôle des paramètres du programme se fait soit au travers d'une miniconsole spécialisée locale [ Photo 8 ], soit via la console de contrôle du Beam Switchyard raccordée à un ordinateur XDS-9300 et manipulée par les physiciens (sur certains paramètres seulement). Sur demande, le microprocesseur fournit un graphique (sur Tektronix-4013) donnant le profil du faisceau.

### 3.4.3. PEP

(R.Melen, R.Belshe, N.Spencer, S.Howry, A.Millich)

#### "Layout" général

Selon les plans, PEP [ Ref. 20 ] devrait fonctionner en Octobre 1979. Son système de contrôle, de type hiérarchisé comme la plupart des précédents, est basé sur 2 ordinateurs centraux MODCOMP-IV de 196K identiques, reliés entre eux par une liaison directe fournie par le constructeur; ils se partagent le travail et se "back-upent" mutuellement.

Ils sont reliés au monde extérieur par 3 "bus-switchers" dont deux font la liaison avec les périphériques (disques, bandes magnétiques, imprimantes, lecteur de cartes), et dont le troisième donne l'accès d'une part aux systèmes d'affichage et d'autre part à 6 ordinateurs satellites MODCOMP-II répartis géographiquement autour de l'anneau via une liaison à 500 KBaud fabriquée par MODCOMP.

Chacun des satellites est relié au processus par un SDLIC (Serial Data Link Controller) de 1 MBaud pouvant contrôler jusqu'à 16 crates CAMAC dont le contrôleur, fait dans le groupe PEP, contient un microprocesseur (Motorola-6800) qui peut recevoir un terminal permettant l'accès local en "stand-alone" [ Photo 9 ]. Le "debugging" du microprocesseur (HW + SW) est réalisé à l'aide d'un analyseur logique HP-1611/A. Au total, il est prévu environ 40 chassis et 600 modules CAMAC.

Les différents systèmes contrôlés par ordinateur sont le système RF, les alimentations, le vide, l'instrumentation du faisceau, les status d'interlocks et la ligne d'injection depuis le SLAC.

### Consoles

Les consoles, réalisées par PEP, sont basées sur 3 outils principaux, à savoir :

- le touch-panel, attaché à une TV (noir et blanc), à 64 (8 x 8) boutons, est réalisé par deux grilles de fils croisés; son rôle est triple :
  - afficher les menus pour la sélection des programmes,
  - permettre certains affichages alphanumériques et même graphiques (512 x 512 points),
  - permettre les contrôles des paramètres choisis.
- les knobs [ Photo 10 ], montés par groupe de quatre dans un chassis et auxquels sont reliés logiquement quatre "self scan displays" pour l'affichage de 32 caractères.
- un moniteur TV couleur de Grindel, fonctionnant en mode "repetitive refresh" et qui permet l'utilisation de facilités graphiques complètes (256 x 512 points). Un des programmes du menu actuellement en élaboration permet de transférer l'image de cet écran vers celui du touch-panel (et vice-versa).

L'usage d'une boule roulante n'est pas envisagé.

### Programmation

La programmation (système et applications) se fait à l'aide de trois langages : BCPL, Assembleur et FORTRAN, ce dernier selon les normes ANSI "F77" permettant la gestion des caractères ("string facilities").

La mise en oeuvre de toute la programmation est faite sous la responsabilité du groupe Instrumentation et Contrôle (R.Melen). La partie logicielle de PEP est prévue pour 10 hommes-années dont 6 restent à faire par 6 "programmeurs" travaillant à plein temps. Ceux-ci se sont d'abord attelés à la réalisation du logiciel de base (banque de données, touch-panel, contrôleur de châssis CAMAC, etc.); à partir de janvier 1979 commencera la production des programmes d'application spécifiques, à laquelle participeront quelques personnes à temps partiel dans le cadre de leur spécialité.

La banque de données comprendra quelques 8000 paramètres appelés par leur nom de façon structurée; on y retrouve 4 groupes logiques chacun avec leur indice :

- le système concerné et son emplacement géographique (numéro du secteur),
- le sous-ensemble considéré et son numéro d'ordre,
- l'élément et son numéro,
- l'action à entreprendre sur cet élément.

exemples : \* V8S1P2/DM1  
= Vacuum sector 8, Supply No. 1,  
Ion pump No. 2 / ON or OFF

\* R04S1K1/AC3  
= RF region 4, station 1,  
klystron No. 1 / Voltage control

On peut constater que si la dénomination contient des abréviations mnémoriques, l'action apparaît de façon plus sibylline :

AC = Analog Control (de la valeur)

AM = Analog Monitoring (de la valeur)

DC = Digital Control (= actuation)

DM = Digital Monitoring (=status).

Chaque nom correspond dans la banque de données à une liste d'informations donnant le nom du paramètre, son emplacement, son adresse, sa calibration, etc.

Les paramètres sont référencés dans les programmes d'application par ces noms codés, la traduction s'effectuant lors de l'exécution du programme au moment de l'initialisation.

Il est à remarquer que si un indice manque dans la dénomination du paramètre, cela indique au programme qu'il doit exécuter l'action demandée sur l'ensemble de tous les éléments portant le même nom. Ainsi, V8SP/DM1 signifie "lire le status de toutes les pompes de toutes les 'supplies' du vide dans le secteur 8".



### 3.5. LOS ALAMOS

#### 3.5.1. LAMPF

##### Généralités (H. Butler)

Le système de contrôle du LAMPF est divisé en deux parties distinctes, l'une concernant le Linac lui-même, l'autre le "Beam SwitchYard" (ESY). Ces deux parties s'expliquent :

- par leur ordre chronologique d'implantation. Le système du Linac a été étudié entre 1967 et 1969, implanté et rendu opérationnel en 1971; celui du ESY, étudié en 1972-1973 et en fonctionnement en 1974. Le matériel choisi diffère énormément : on passe d'un ordinateur de la deuxième génération (SEL-840) pour le Linac à des mini-ordinateurs (PDP-11) pour le ESY.
- par la différence des contrôles à réaliser. Pour le Linac, c'est une série de 68 modules à peu près semblables répartis le long du demi-mile (environ 800 mètres) de l'accélérateur avec des commandes simples (et une possibilité de contrôle local); pour le ESY ce sont de nombreux instruments de mesure et appareillages d'acquisition de données où il faut stocker beaucoup de données en peu de temps; cet appareillage est plus proche de l'instrumentation des expériences de physique.

Au point de vue accélérateur, le LAMPF fonctionne régulièrement avec une intensité de 360  $\mu$ A (en MD : 650  $\mu$ A) et devrait tourner en Novembre 1978 avec 500  $\mu$ A. Les runs durent 5 mois, avec ensuite 1 mois d'arrêt (périodes de maintenance = 1 jour tous les 15 jours). Il fonctionne à la fréquence de 120 cycles à la seconde.

Le faisceau à 800 MeV alimente 10 à 13 expériences différentes travaillant en même temps. Les expériences biomédicales (traitement des tumeurs et des cancers en particulier) semblent donner des résultats particulièrement intéressants.

##### Système du LAMPF

###### A) Acquisition et Contrôle des paramètres

Les données du Linac sont acquises et contrôlées à partir de 68 points de collection (MCP : Module Control Point) répartis tout au long de l'accélérateur. On compte environ 150 données par point [60 à 70 status, 50 à 120 valeurs (stepping motors et ADC)]. A chacun de ces MCP, on peut

passer sur contrôle local avec vérification des états. L'ensemble de ces MCP forme le RICE ("Remote Interface & Control Equipment").

La centralisation des données vers l'ordinateur se fait au travers du RIU (RICE Interface Unit). Le nombre total des données est d'environ 10800. Au point de vue technologie, ce système est tout à fait comparable au STAR; s'il était projeté aujourd'hui, chaque MCP serait remplacé par un microprocesseur. Ce système est très fiable; ils ne songent pas à le changer : le prix de revient serait trop élevé et le temps disponible entre les runs trop faible.

#### E) Ordinateur central et Programmation

C'est un ordinateur de la génération de l'IBM-1800 = un SEL-840 (System Engineering Lab) de 128 Kmots de 24 bits, cycle de base 1.75 usec. Il possède une bonne unité "floating point". La capacité des disques a été portée jusqu'à 96 MBytes. Le système d'opération a été fait complètement au LAMPF en prenant comme base celui du fabricant mais en ajoutant à la demande (selon les besoins des programmeurs !) 15 instructions nouvelles et un stack (pile de 256 "mots" de 240 bits) pour sauver les registres. La maintenance est faite par le LAMPF (1 personne !)

Une banque de données centrale contenant tous les paramètres avec leur nom et leurs caractéristiques est stockée sur disque (temps d'accès moyen environ 100 msec). Au moment de l'exécution des programmes, il y a un temps d'initialisation pour l'accès au disque.

Les programmes d'application sont écrits en FORTRAN. Ils bénéficient d'une bibliothèque de routines importante. Ils ont des ensembles complets, aussi bien de setting (à partir d'archives) que de displays ou de contrôles particuliers. Pour le futur ils pensent à la "Structured Programming" mais envisagent d'utiliser un précompilateur FORTRAN : FLEX (trouvé par l'intermédiaire de DECUS).

#### Système du Beam Switch Yard

Il est basé sur un système d'acquisition (et de contrôle) CAMAC parallèle contrôlé par des PDP-11/10 jouant le rôle de microprocesseurs. Le système fonctionne de la façon suivante:

- le SEL-840 envoie ses requêtes vers le PDP-11/10 à travers un data-link entre les chassis CAMAC.
- le PDP-11/10 s'occupe de faire les acquisitions, de préparer les tables de données et de les transmettre

vers le SEL. Il fonctionne réellement en esclave.

Il y a trois satellites pour les différentes parties du ESY et un quatrième s'occupe de l'affichage sur différents écrans (16 écrans à mémoire).

Du côté expérimentateurs, il existe 24 PDP-11 (en général des PDP-11/34). Les programmeurs peuvent utiliser des facilités logicielles importantes pour l'écriture de leurs programmes [ Ref. 21 ].

### Consoles [ Photos 11 et 12 ]

Actuellement 2 consoles dans le MCR (la troisième est encore toujours en construction...) avec :

- display alphanumérique
- boule roulante et clavier
- knobs (2 fois 3) avec self-scan displays
- écrans graphiques (Tektronix-611).

L'appel des programmes se fait par le nom (clavier) ou par PRU (carte enfichable sur un "Program Request Unit") et le choix des spécifications par boule roulante sur l'écran alphanumérique ou (surtout) par action sur des boutons (modifiables par carte enfichable). Ce système de cartes enfichables semble bien fonctionner; ils ne songent pas à changer. Ils introduisent des microprocesseurs au niveau des consoles pour gérer les affichages.

### Améliorations prévues

Ils doivent développer l'instrumentation qui leur fait défaut sur la ligne d'injection et les tubes de glissement (jusqu'à 40 MeV) : là aussi, utilisation prévue de microprocesseurs.

L'amélioration la plus importante sera le changement du SEL-840 par un VAX-11/780 de DEC; ils comptent effectuer ce changement petit à petit, par parties, sur deux ans. Les différentes parties du SEL-840 (disques, liaison console, liaison satellite, Master Timing, interface RIU) passeront l'une après l'autre sur le VAX. L'interface RIU sera reliée au VAX par un PDP-11/34. Il y aura des conflits à régler lorsque les deux ordinateurs se partageront le travail...

### 3.5.2. PIGMI

(J.Stovall)

PIGMI (PIon Generator for Medical Irradiation) [ Ref. 22 ] est un générateur de pions de 650 MeV (longueur 120 mètres, environ 100  $\mu$ A) qui est étudié pour être construit par des firmes extérieures au LAMPF. Il est prévu pour être installé dans les hopitaux, encore une fois pour le traitement des tumeurs et des cancers. (Coût : de l'ordre de 10 à 20 M-dollars).

Son système de contrôle par ordinateur [ Photo 13 ] doit être d'une utilisation simple. Il comporte le plus possible d'appareillage commercial. Il est chargé de gérer l'instrumentation de mesure (diagnostic, spectre, émittance) et également d'assurer la mise en route de l'accélérateur ainsi que son réglage.

Ce système possède un ordinateur Data General NOVA-3/D avec une mémoire de 48K et "hardware mapping". Il est relié à un ensemble de plusieurs microprocesseurs (Motorola-6800) qui s'occupent de la console et, à travers des EIC (Equipment Interface Chassis), de l'équipement de contrôle et de mesure et du système RF. La liaison entre eux se fait par un data-link lent (série) très simple réalisé par des coupleurs optoélectroniques. La console est simple d'utilisation [Photo 14]; elle se compose d'un "touch-panel" à 16 touches à senseurs photo-optiques. Ces touches sont actionnées, lorsqu'on coupe les faisceaux de lumière (on ne "touche" pas, on "montre"! ). Il permet d'appeler des programmes, de choisir des paramètres, de les lier à deux knobs. Une boule roulante et un clavier numérique peuvent agir sur l'écran du "touch-panel". Un Tektronix-611 permet d'afficher des graphiques.

Les programmes de contrôle, simples, sont écrits en FORTRAN. Ils viennent en mémoire depuis le disque sous forme d'overlays. Quatre programmes peuvent tourner simultanément.

### 3.5.3. FMII

(M.Thomas, J.Sutton)

#### Généralités

A côté du LAMPF, dans le "Los Alamos Scientific Laboratory", l'EBS (Eight Beam System), qui est un ensemble de lasers à CO<sub>2</sub>, a été étudié pour produire des énergies de 10 KJoules dans une impulsion de 1 nanoseconde. Cet appareillage est utilisé pour des recherches sur la fusion des matériaux; le projet s'appelle FMII = Fusion Material Irradiation Test. Il est composé de quatre groupes de deux amplificateurs laser au

CO2 avec une cible en leur centre. Le déclenchement des lasers fait entrer en fusion le matériau essayé qui se trouve dans la cible [ Ref. 23 et 24 ]. On peut déclencher jusqu'à 20 fois dans une même nuit. Il n'y a aucune contrainte de temps, c'est un système lent. Une impulsion est considérée comme étant une expérience.

Le système de contrôle est chargé d'aider l'opération de cet ensemble, et d'accumuler les données de chaque impulsion. L'opération consiste (i) en la préparation des lasers (setting du vide, de la tension, etc.), vérifiée et suivie à l'aide d'affichages, (ii) en leur mise à feu et (iii) à l'acquisition des données de l'impulsion qui sont archivées sur disque et sur bande magnétique.

L'ordinateur est un Data General Eclipse S/200 avec une mémoire de 72 K mots de 16 bits, un disque de 96 MBytes et deux terminaux (Foreground/Background). Le système d'opération est celui de Data General.

L'interface avec le processus se compose de deux boucles CAMAC parallèle :

- une pour le contrôle et l'acquisition des paramètres de l'EBS
- l'autre pour l'acquisition des données au moment de l'impulsion.

### Console

Elle est très simple, centrée autour d'un très grand écran video couleur et d'un Tektronix-4014 (avec clavier) pour les graphiques [ Figure 9 ]. L'écran couleur est contrôlé à travers le CAMAC et permet l'affichage de très beaux displays couleur, aussi bien des histogrammes que des diagrammes synoptiques (qui suivent le déroulement de la préparation de l'EBS), des tables de données résumant l'état du matériel (avec beaucoup de couleurs), ou des displays d'information. Le Tektronix-4014 permet l'interaction avec le processus; on peut par le clavier lancer les programmes, mais aussi modifier les valeurs de contrôle. Il existe aussi 8 boutons sans étiquette qui permettent de choisir des options internes. La programmation, comme toujours, est faite en FORTRAN. Les programmes viennent en mémoire et sont exécutés sous forme d'overlays.

Références

1. C.Barbalat, E.Brouzet  
"Rapport sur les visites de laboratoires americains, effectuees entre le 8 mai et le 30 mai 1973".  
MPS/CC/Note 73-46.
2. K.H.Reich, K.Schindl  
"Contribution to the current discussion on the man-computer interface for the new PS central control room".  
MPS/ER/Note 74-10
3. M.Boutheon : communication personnelle (fin 1974).
4. H.Koziol  
"A machine experimenter's impressions of some US accelerator control systems".  
PS/Int. ER/75-13.
5. J.P.Potier : communication personnelle (13.5.1977).
6. H.R.Barton Jr.  
"Network aspects of the FERMILAB control system".  
IEEE Transactions on Nuclear Science, Vol. NS-24, No. 3, June 1977, p. 1719.
7. R.A.Belshe, V.P.Elischer, V.Jacobson  
"The feasibility and advantages of commercial process I/O systems for accelerator control".  
IEEE Transactions on Nuclear Science, Vol. NS-22, No. 3, June 1975, p. 1036.
8. "ISABELLE, a 400 x 400 GeV proton-proton colliding beam facility".  
BNL 50718, January 1978.
9. W.Euxton, R.Frankel, J.W.Humphrey  
"The ISABELLE half-cell control system".  
IEEE Transactions on Nuclear Science, Vol. NS-24, No. 3, June 1977, p. 1798.
10. D.Gerd Dimmler  
"Computer networks in future accelerator control systems".  
BNL 23433, November 1977.  
IEEE Transactions on Nuclear Science, Vol. NS-25, No. 2, April 1978, p. 974.

11. R.E.Daniels, R.W.Goodwin, M.R.Storm  
"The NAL computer control system".  
IEEE Transactions on Nuclear Science, Vol. NS-20,  
No. 3, June 1973, p. 505.
12. K.E.Mallory  
"Control through a system of small computers".  
IEEE Transactions on Nuclear Science, Vol. NS-22,  
No. 3, June 1975, p. 1086.
13. W.C.Struven  
"SLAC8's - A distributed accelerator control and  
monitoring system".  
IEEE Transactions on Nuclear Science, Vol. NS-22,  
No. 3, June 1975, p. 1088.
14. K.E.Mallory  
"Applications of microprocessors in upgrading of  
accelerator controls".  
IEEE Transactions on Nuclear Science, Vol. NS-24,  
No. 3, June 1977, p. 1677.
15. W.C.Struven, K.E.Mallory  
"Two microcomputer controller applications at SLAC".  
IEEE Transactions on Nuclear Science, Vol. NS-24,  
No. 3, June 1977, p. 1728.
16. S.K.Howry, A.R.Wilmunder  
"A microprocessor controller for phasing the  
accelerator".  
IEEE Transactions on Nuclear Science, Vol. NS-24  
No. 3, June 1977, p. 1804.
17. K.Crook, R.Johnson  
"A Touch Panel system for control applications".  
SLAC, Stanford University (IFAC 1977).
18. R.L.A.Cottrell, C.A.Logg, M.J.Browne  
"A feedback system for steering and correcting the  
energy of the SLAC beam in the beam switchyard".  
SLAC, Stanford University, June 1978.
19. R.L.A.Cottrell, C.A.Logg  
"An IBM 370/360 software package for developing  
stand alone LSI-11 systems".  
SLAC, Stanford University (contributed to the DECUS  
Spring Mini/Midi Symposium, Chicago, April 1978).
20. "A proposal for a positron-electron colliding beam  
storage ring project (PEP)".  
SLAC Report No. 171/LBL Report No. 2688, April 1974.

21. M.Kellogg, M.M.Minor, S.Shlaer, N.Spencer,  
R.F.Thomas Jr., H.van der Beken  
"Introduction to Q".  
LA-7001-M, June 1978, LAMPF, Los Alamos.
22. "A collection of papers on the PIGMI prototype"  
submitted to Fifth Conference on the Use of Small  
Accelerators in Research and Industrial  
Applications, Denton, Texas, November 1978.  
Los Alamos.
23. EOSD Staff  
"Report from Los Alamos" [on laser fusion].  
Electro-Optical Systems Design (EOSD), January 1978.
24. C.Martin Stickley  
"Laser fusion".  
Physics Today, May 1978, p. 50-58.



		Consoles et Aspects Opérationnels										PPM			Programmation			
Ordinateurs et topologie	Interface	Type	Réserveation + Consoles locales	Interaction principale	'Arbres'	Affichage (sur console)	Signaux analogiques + video	Alarmes	Génération de fonctions	Structure	Langages	Organisat. des paramètres	Programmes de mesure	Documentat. automatique				
BROOKHAVEN	AGS	1 PDP10 (univ.) 2 PDP8 (seconde) Linos 280k/4 PDP11+LSI-11	Home made + DECIMAN (1807)	1 spécialisée Linos + ides	2 TN 1 ES (Tak 611)	2 oeilles "touch-panel"	—	—	—	—	FORTAN assembleur	—	—	—				
		ISABELLE	Commercia. LSI-11's dans "olives"	3 banalisées ?	? ES pilotés par LSI-11 ?	? ? (Tak 611)	2 oeilles "touch-panel"	—	—	—	FORTAN assembleur BASIC assembleur (sp)	DB centrale : non param. enrichies. DB distrib. JMSC valeurs	?	?				
		ELE	Commercia. INTEL-8088 pour contrôle local de base.	1 spécialisée	1 TVC 1 ES	1 TVC 1 ES	—	—	—	—	FORTAN (PLM) assembleur (sp)	Centre de DB distribué dans les pp's	—	—				
BERKELEY HILAC + BEVATRON	FNAL	3 XEROX 530 indépendants (Booster) ou 8080 MAC-16 utilisant un habitacle	Home made Hilac + Bevatron + 1 spécialisée	TP hybride + TVC 2 hab. boutons épis.	Menu de zone spéciale de l'écran TV = TP.	1 TWG (zone) Pas de graph. (Gauss, Nucleo.)	1 oeilles "touch-panel"	—	—	—	—	—	—	—				
		3 banalisées en principe spécialisées par habitacle	Home made BSY + commercial	3 TP's (18x13) G par console + KB	Choix par TP. avec options Informat. et contr. param.	sur TV du TP 2 ES (Tak 611) + MPX HI	2 oeilles "touch-panel"	Tout HI	—	—	FORTAN assembleur	Param. PM CCY, REF, BUF. dans pp's	—	—				
STANFORD	SLAC	1 LSI-11	CMAC	1 spécialisée	—	1 ES (Tak 4813)	—	—	—	—	BASIC PL-11 GMOD-11	—	dispositif de position et d'énergie	• out • parfaits				
	PEP	2 MODCOMP-4 + 8 MODCOMP-2 (+ des H-8088 dans CC CMAC)	CMAC + H-8088 pour contrôle local de base	? TP's (8x4) (pas de TB) 4 hab.	Arbre de paramètres.	1 TN (+ TP) 1 TVC (case 2 graph.)	?	?	?	?	FORTAN assembleur EPL	DB centrale structures avec nom structures	?	en bonne voie				
LOS ALAMOS	LAMPF	1 SE-848 + 20P11/18 (657) dans l'avenir : TP-VAX11/780 + 3 PDP11/24	Home made sp (univ. t.s.) BSY + CMAC	Pas de réserv. seuf quelques paramètres sur 1 console locale.	Prog. et Opt. applées par - Fiche (PRD) - non OED	1 TN 2 ES (Tak 611) (sp prévu) + MPX HI	2 oeilles "touch-panel"	—	—	—	FORTAN assembleur pour système	DB centrale : non param. et caractéristique pour système	• out •	—				
	PIGMI	1 NOVA 3/0 + des H-8088 et front-end.	Commercia. H-8088 + console et front-end.	TP (4x4) + TVC 2 hab. KB simple	2 niveaux d'arbre sur TP.	sur TV du TP 1 ES (Tak 611)	—	?	?	?	FORTAN assembleur pour système	?	?	?				
CERN (futur CPS)	FMIT	1 DG EsLips S/280	CMAC	1 spécialisée	Appel par KB + options par boutons.	1 TVC (univ.) 1 ES (Tak 4814)	—	—	—	—	FORTAN	?	• out •	?				
		environ 28 MOD-18 en étoile + 88 TMS-0088 (Kern mod)	CMAC + AP's + ACC's (Kern mod)	Réserveation par paramètre. KB, TB 4 hab. (tous.) boutons épis. - sur EEE	4 arbres (TP) 4,75 niveaux (détection de prog. + param)	1 TVC (univ.) 1 TVC (univ.) 2 ES (EP) + 1 digitizer VIDE 1.4 TVN	SES + 2 TP's + 1 TP (orig.) + 2 oeilles + 1 digitizer	TP + TVC (G.L.) Equipement + Fetecon	GF's banalisées à commande sur console	1 section AP (serv. 28 param.) DB établis de 128 lignes de prog.	PASCAL + MODAL MOD-PL (Cyclo)	DB distribuée dans FE et AP Avec param. "Equipement" "Modèle"	• out •	expérim.				

TP=Tracker-ball, TN=TV oculier, KB=Keyboard, TP=Touch-Pannel, PRD=Program Request Unit, EP=Screen Graphique, DB=Data Base, ? = non encore défini ou inconnu

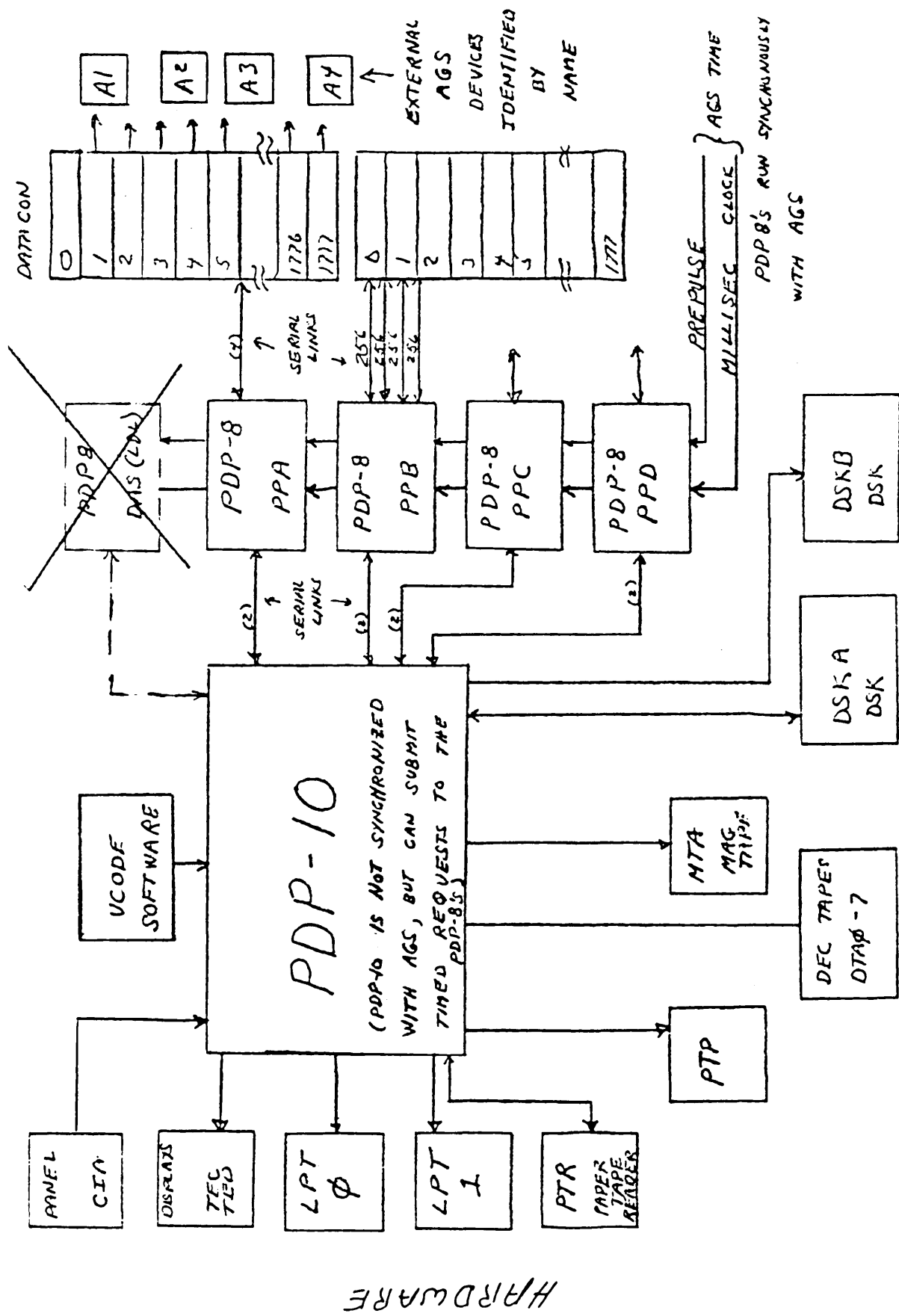


Figure 1 : BROOKHAVEN  
Layout général de l'AGS

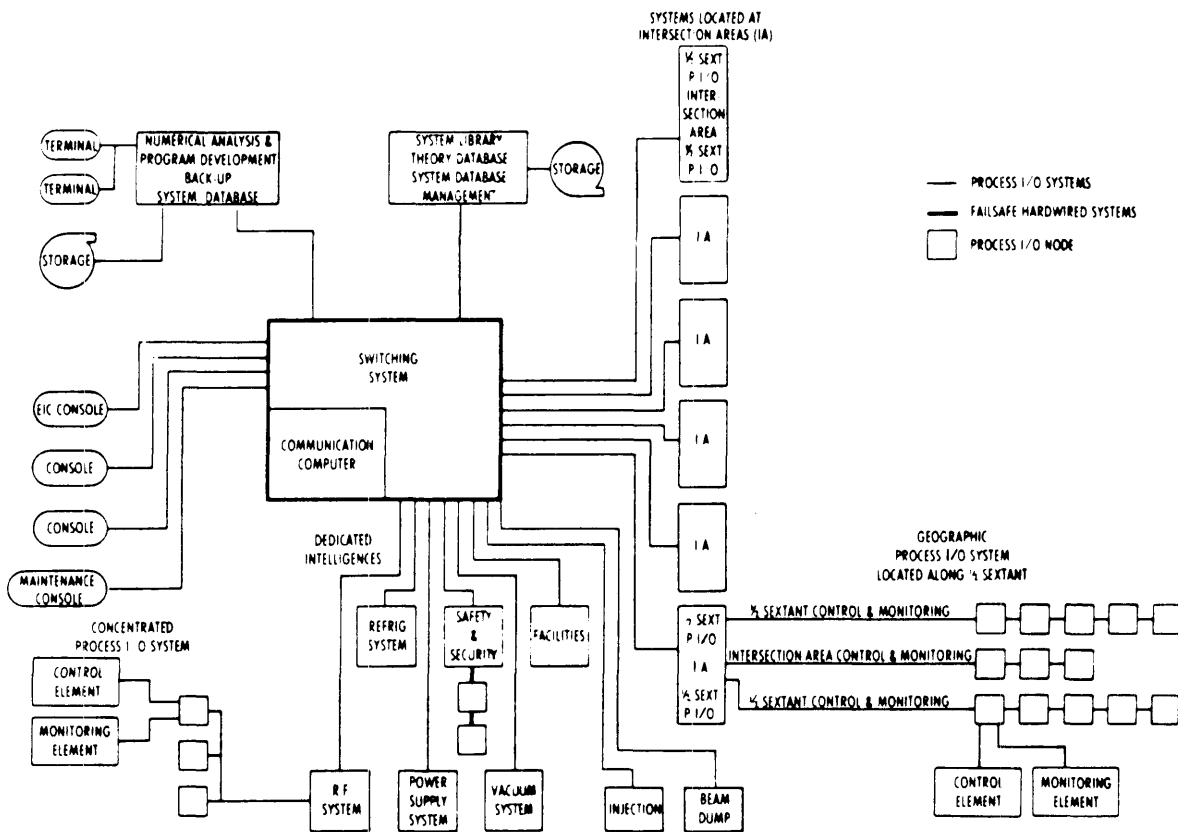


Figure 2 : EROCKHAVEN  
 Structure générale du système de contrôle d'ISABELLE

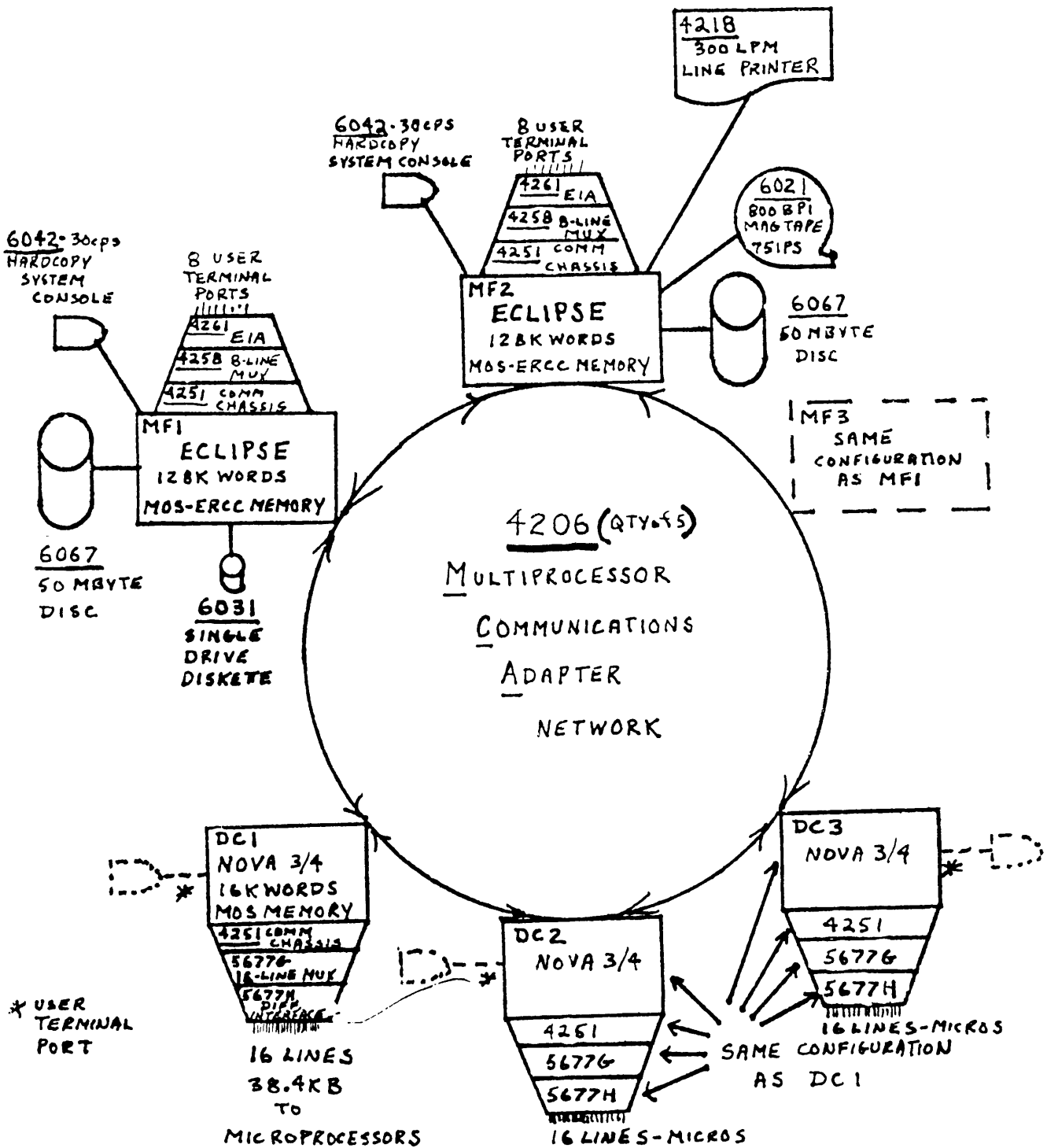
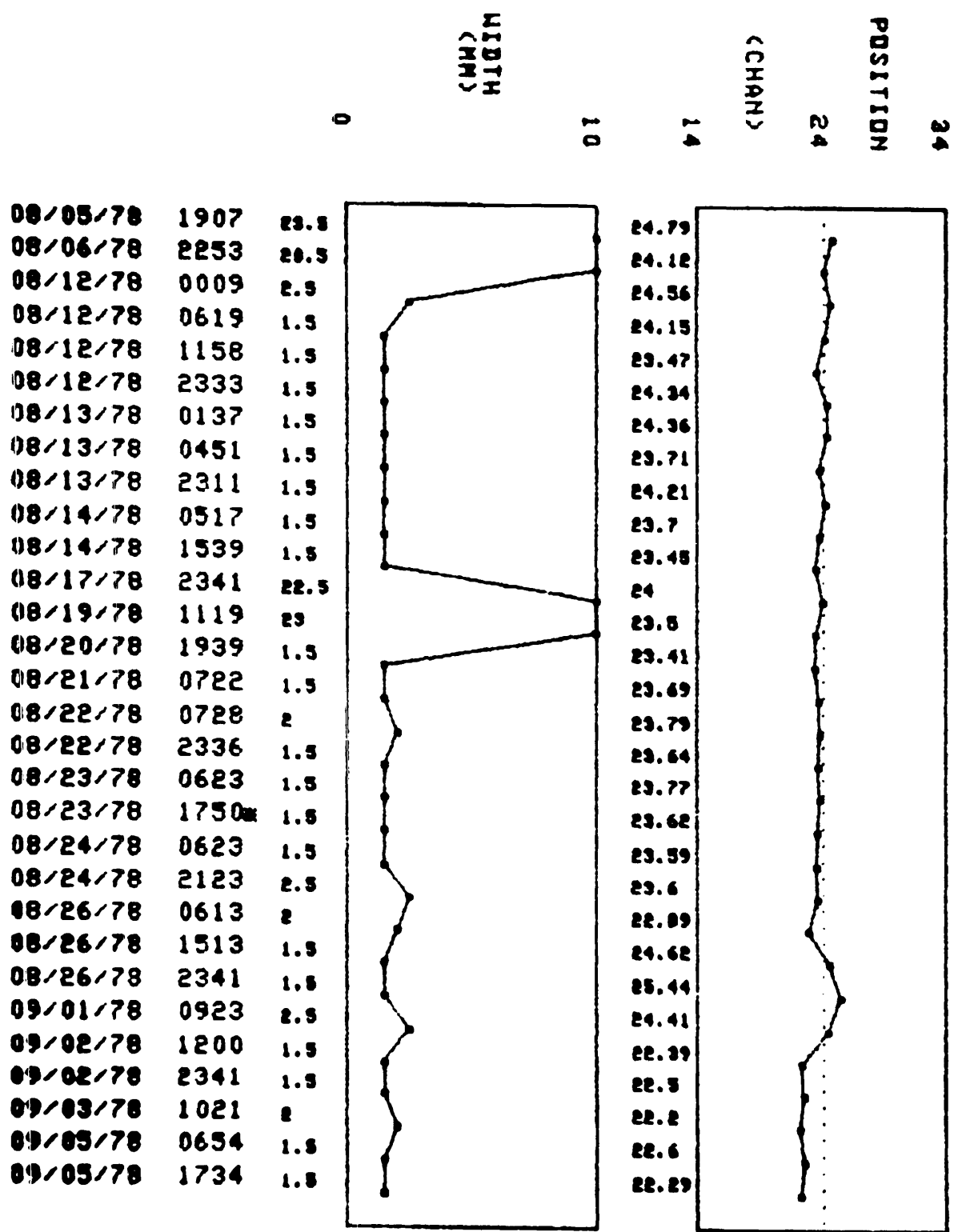


Figure 3 : BROCKHAVEN  
Layout général de ELE



VERTICAL VH

10/06/78 1113

Figure 4 : FNAL  
Affichage sur graphique de données stockées à la demande

S.Y. RAMP FILE 3  
09/29/78 0303  
DISK FILE=(12) RAMP#=(3)

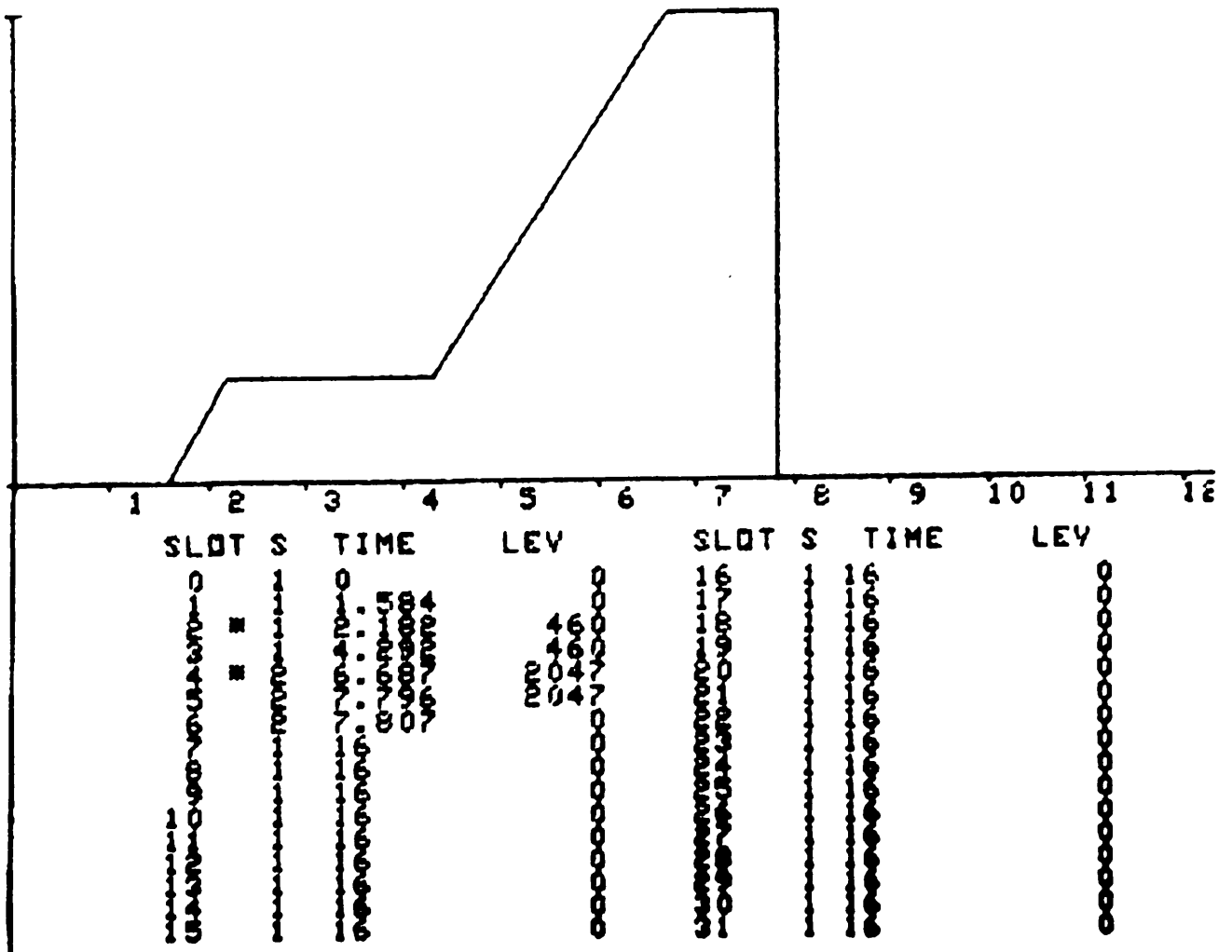


Figure 5 : FNAL  
Présentation de la rampe du champ magnétique  
dans le ESY du synchrotron à protons de 400 Gev

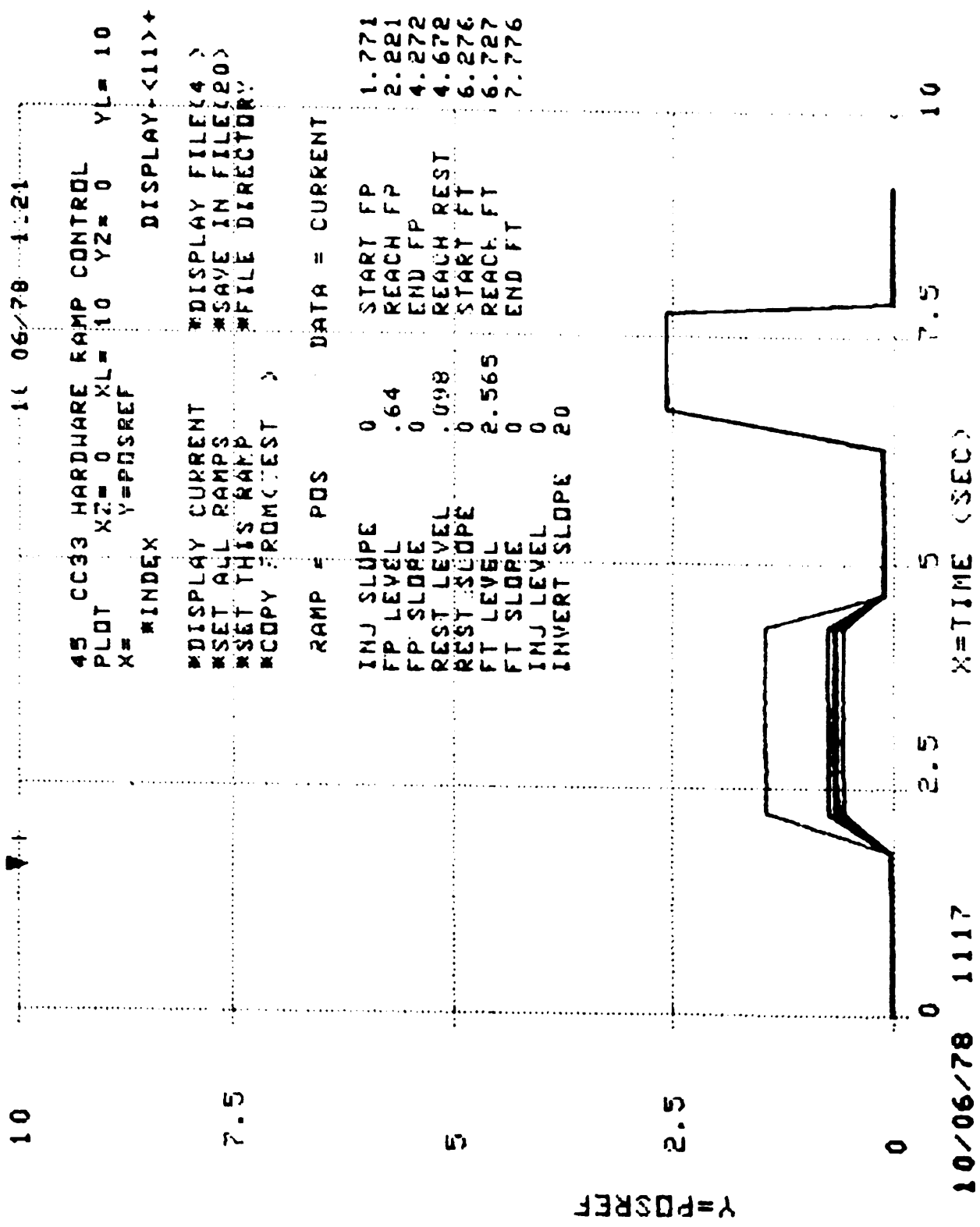
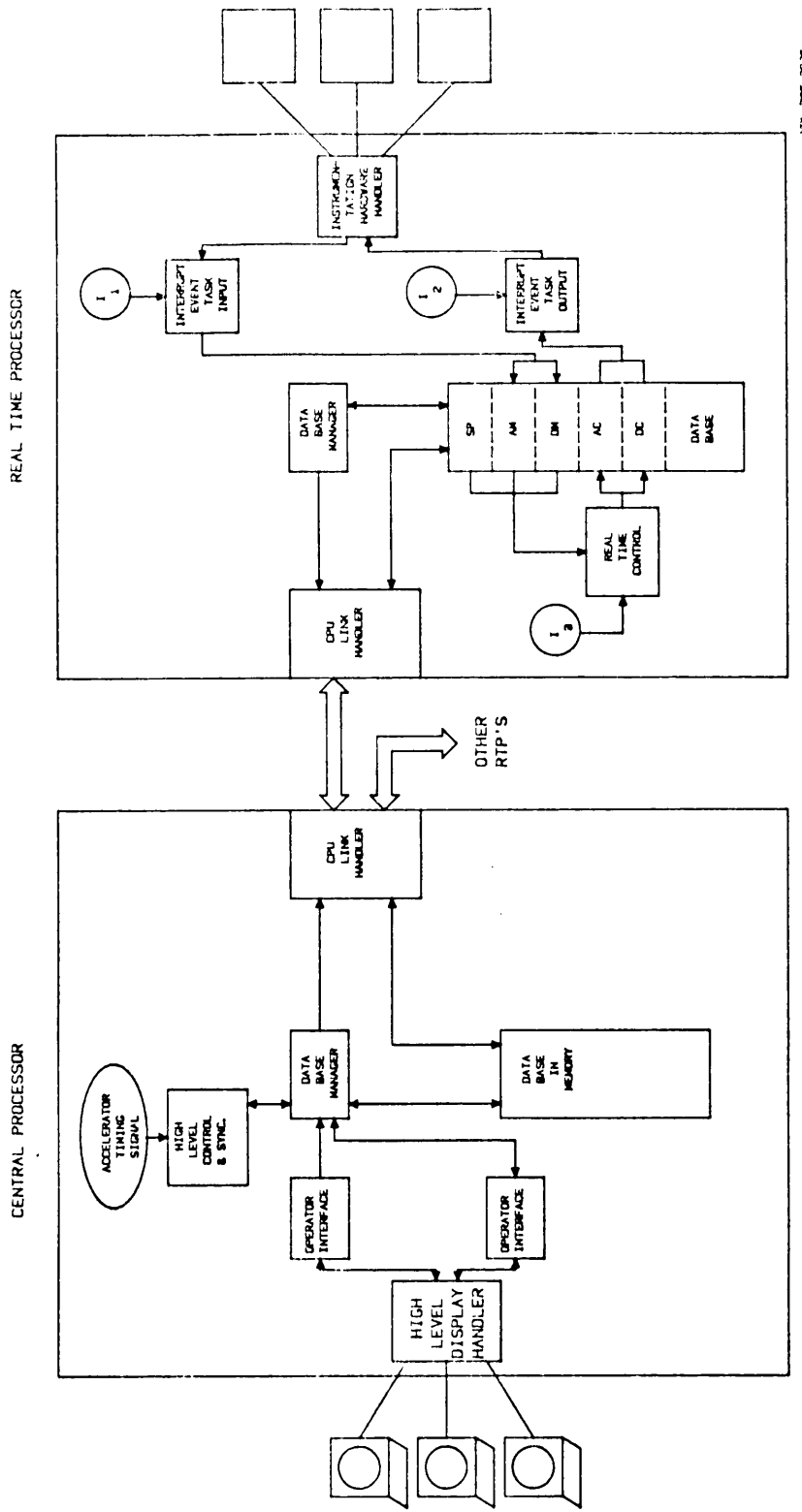


Figure 6 : FINAL  
 Exemple de signaux analogiques digitalisés et de l'image de l'écran alphanumérique copiée sur l'écran graphique.

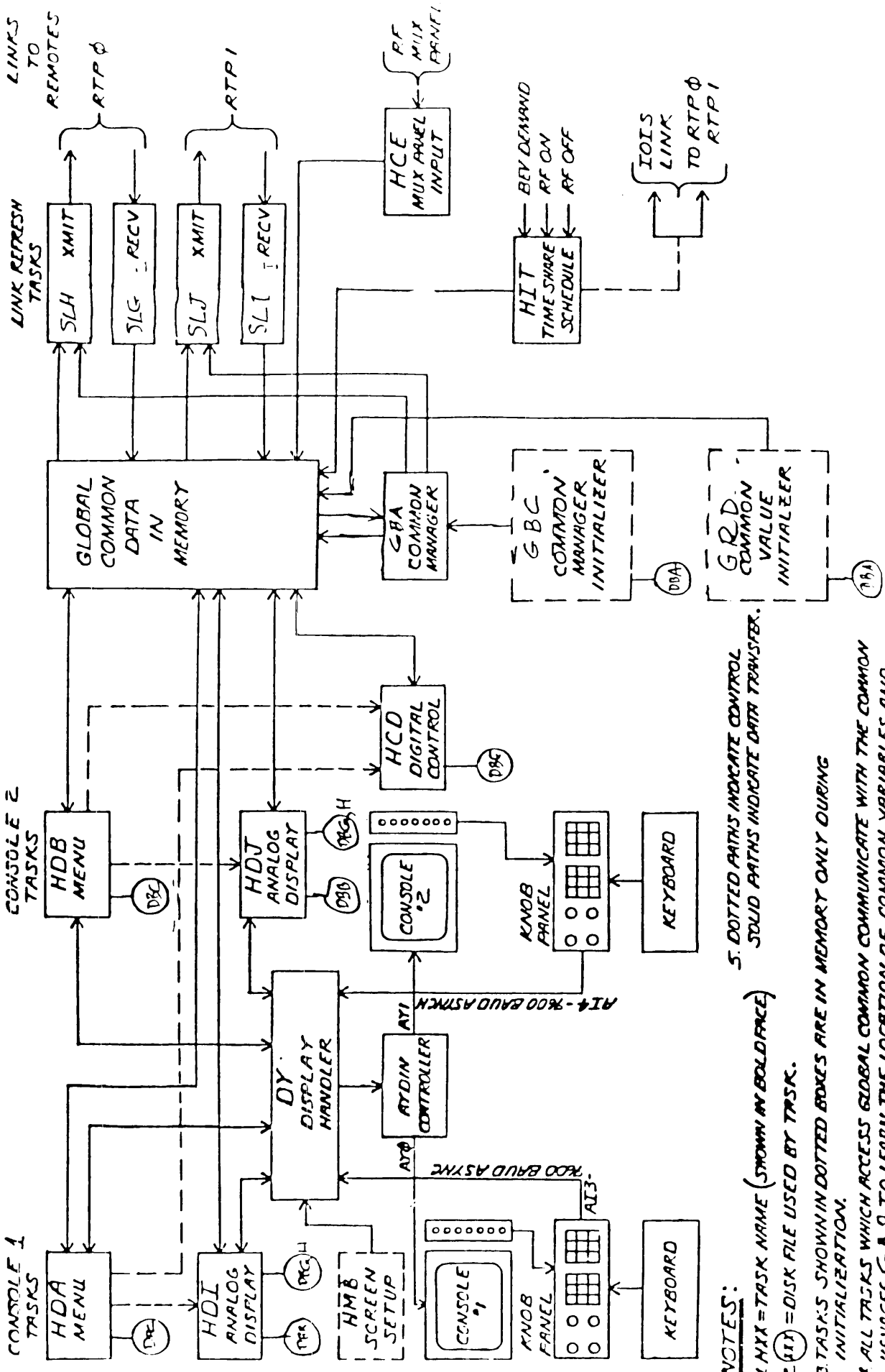


DAI 705-2043

Figure 1 : (continued) - 1107  
 Vue générale du système de contrôle  
 (NOTICE-IV révisé les 02/01/68)

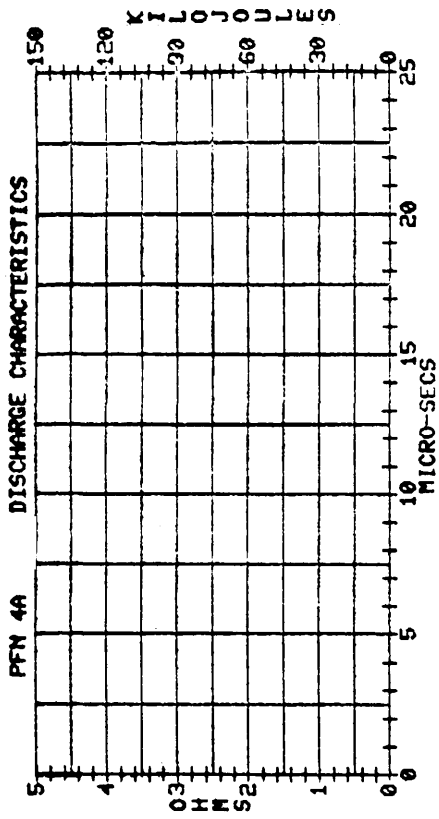


# HILAC PHASE 2 CENTRAL PROCESSOR TASKS



- NOTES:**
- 1 **MYX** = TASK NAME (SHOWN IN BOLD FACE)
  - 2 **DTA** = DISK FILE USED BY TASK.
  - 3 TASKS SHOWN IN DOTTED BOXES ARE IN MEMORY ONLY DURING INITIALIZATION.
  - 4 ALL TASKS WHICH ACCESS GLOBAL COMMON COMMUNICATE WITH THE COMMON MANAGER G, B & A TO LEARN THE LOCATION OF COMMON VARIABLES AND SOMETIMES TO MOVE DATA.
  - 5. DOTTED PATHS INDICATE CONTROL. SOLID PATHS INDICATE DATA TRANSFER.

Figure 8 : BERKELEY - HILAC  
Travaux du système central (MODCOMP-IV)



SHOT NUMBER = 2  
 TIME: 10/12/78 9:29:56

AMPLIFIER	4A	4B
PFN CHARGE	.0 KU	45.8 KU
CHAMBER PRESS	0. T	-45.8 KU
PFN GAP PRESS	0. PSIG	1791. T
PFN DIV PRESS	0. PSIG	19. PSIG
E-BEAM 4 CHRG		53.0 KU
E-BEAM 4 UAC		5.9E-07 T
MARX GAP PRS		10. PSIG

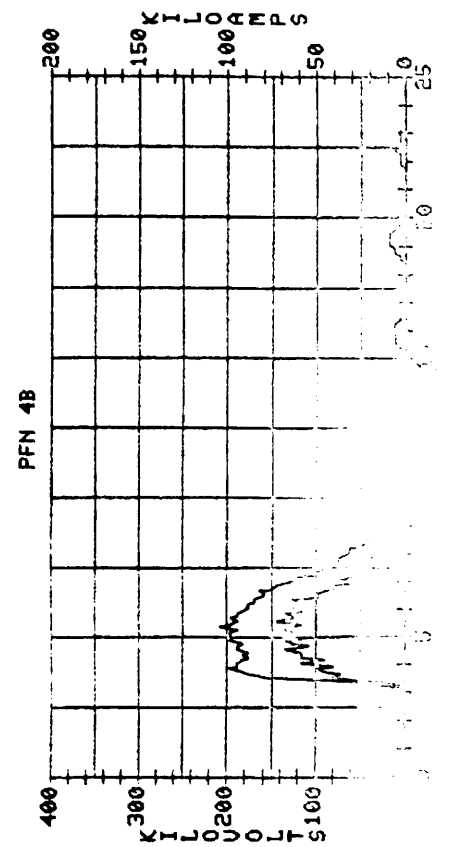
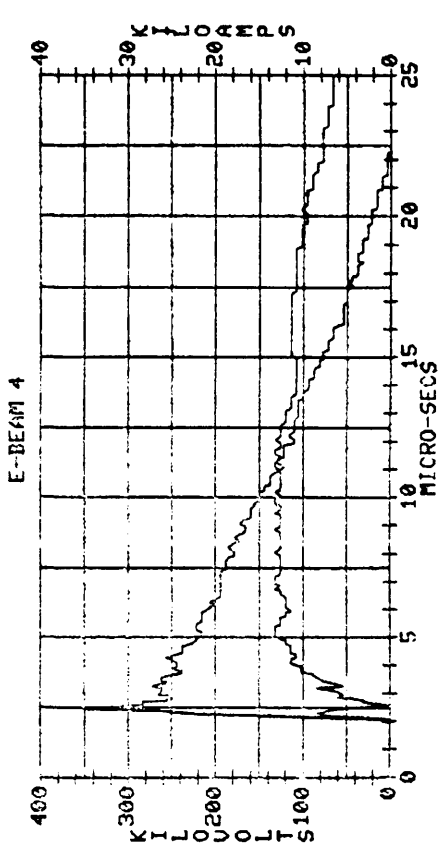
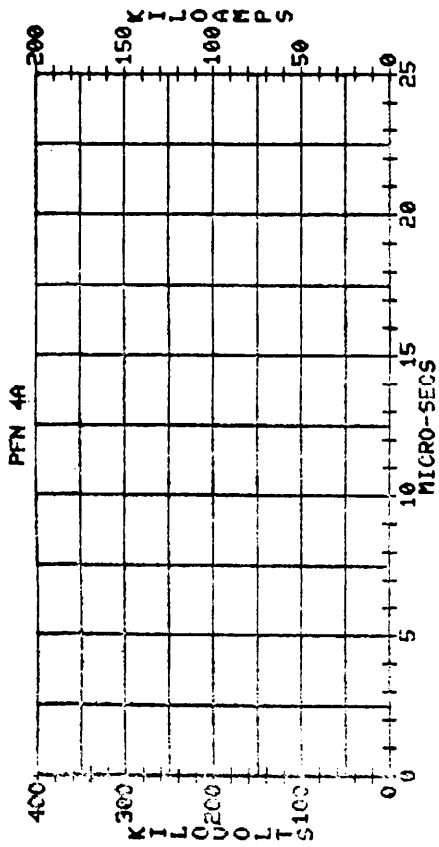
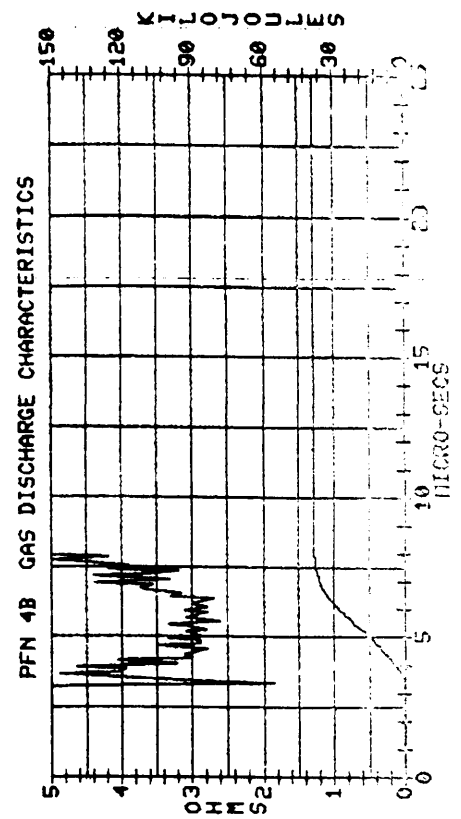


Figure 9 : LCS ALAMCS - FMI  
 Example of graphic outputs (stored)

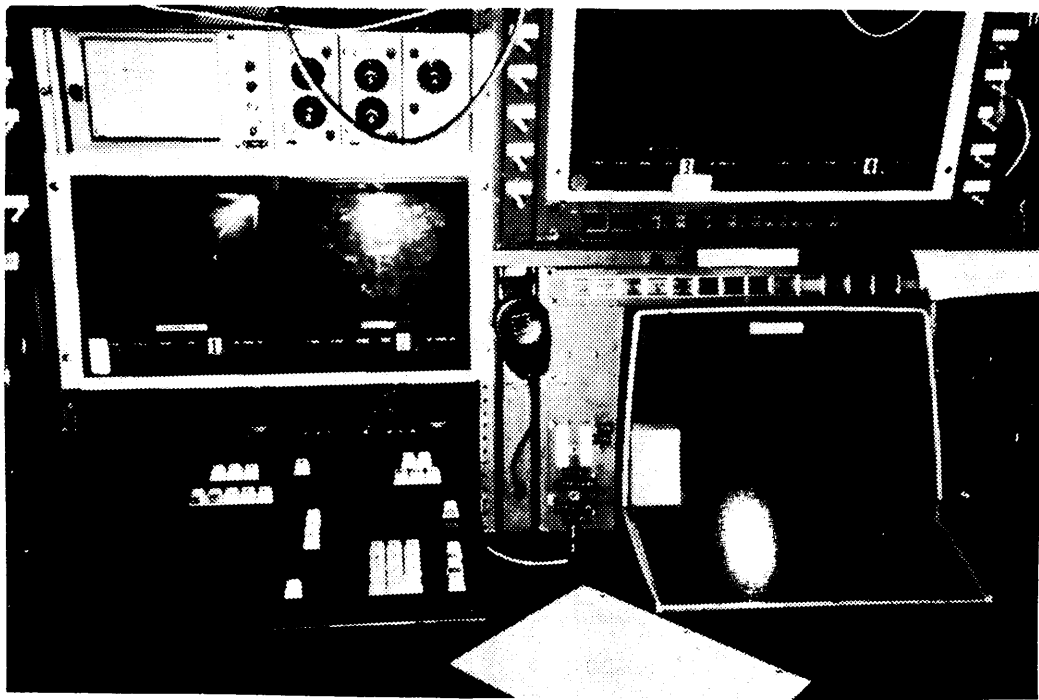


Photo 1 : BRCOKHAVEN - Console AGS.

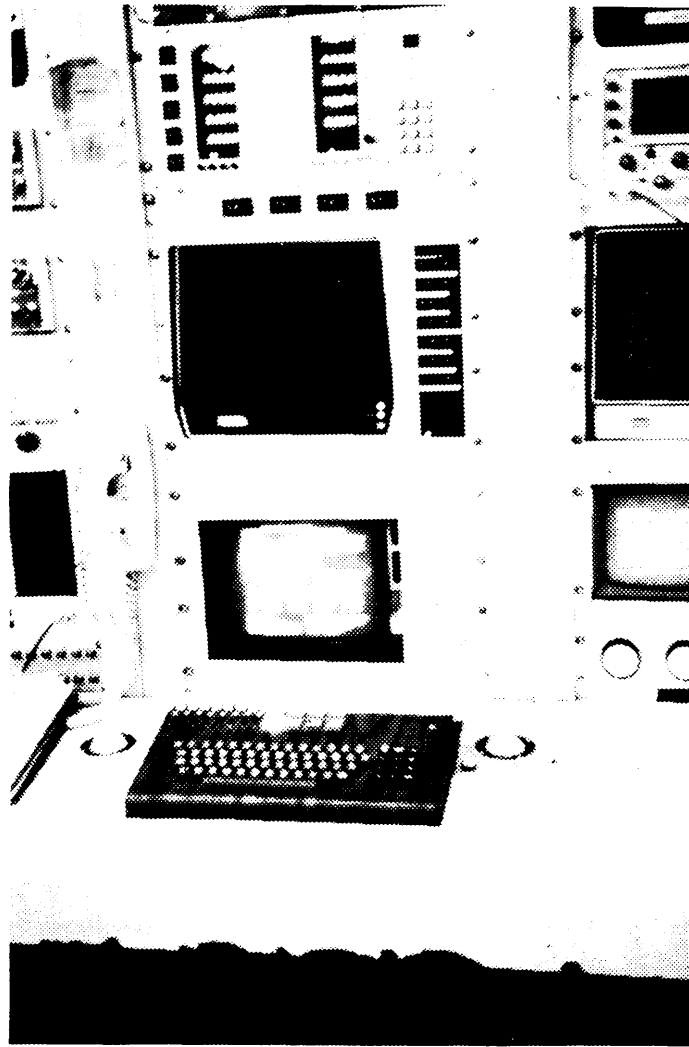


Photo 2 : FNAL - Console Main Ring/Switchyard.

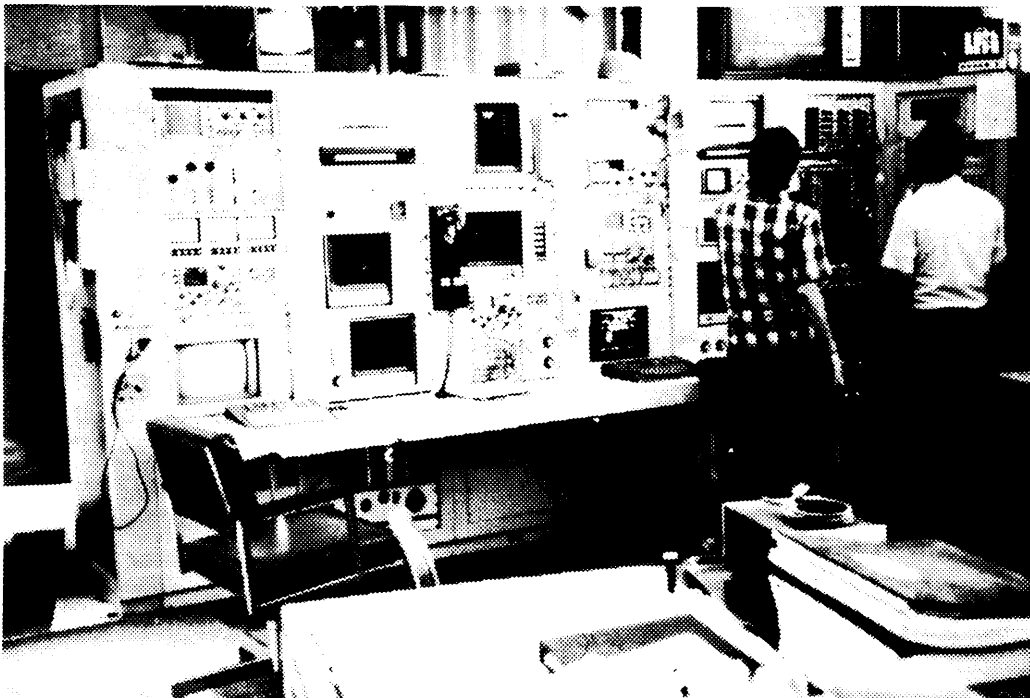


Photo 3 : FNAL - Consoles Linac et Fooster 1.

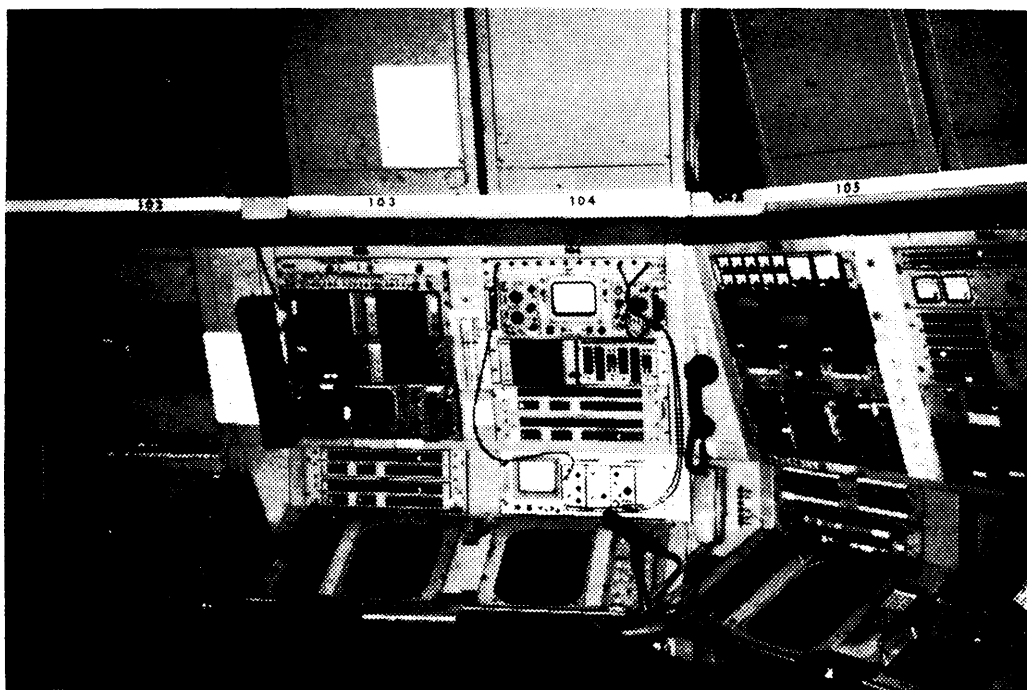


Photo 6 : SLANFORD - SLAC - Vue d'ensemble du MCC

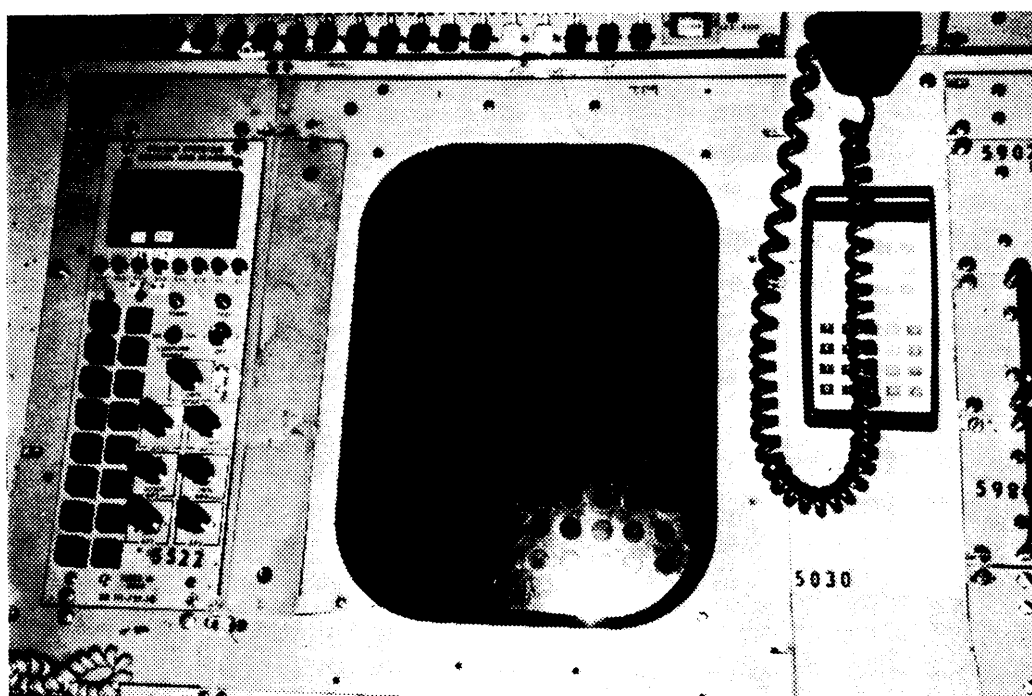


Photo 7 : SLANFORD - SLAC  
Touch-panel et boutons spécialisés

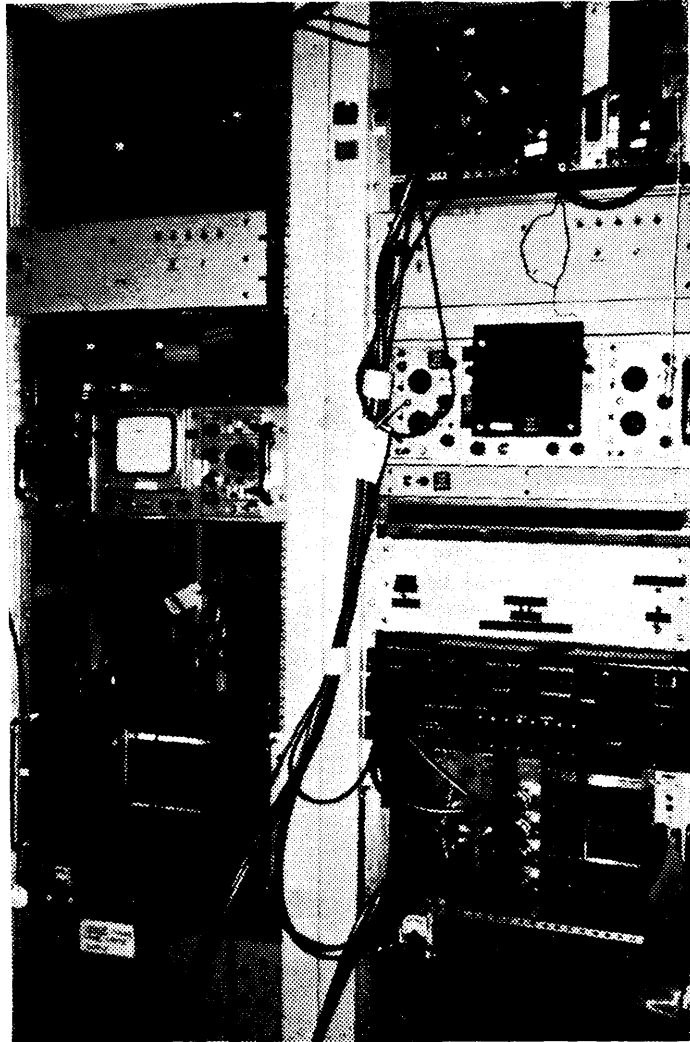


Photo 8 : STANFORD  
"Closed loop control" de la position du faisceau éjecté :  
console locale et matériel

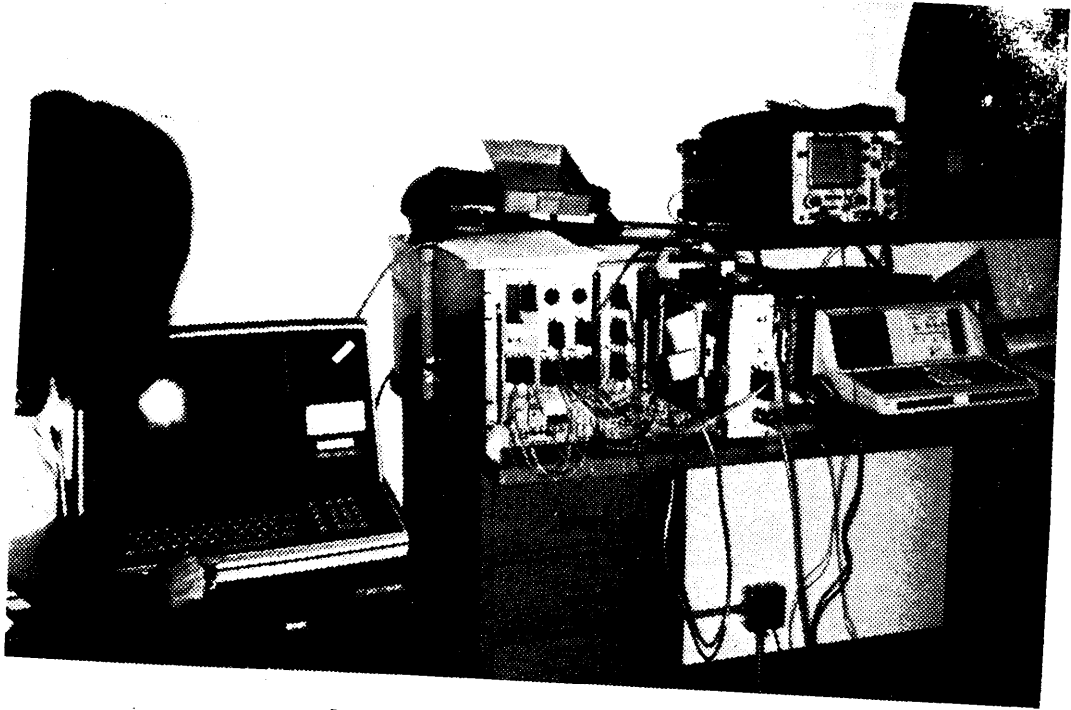


Photo 9 : STANFORD - PEP  
Ensemble de développement des microprocesseurs

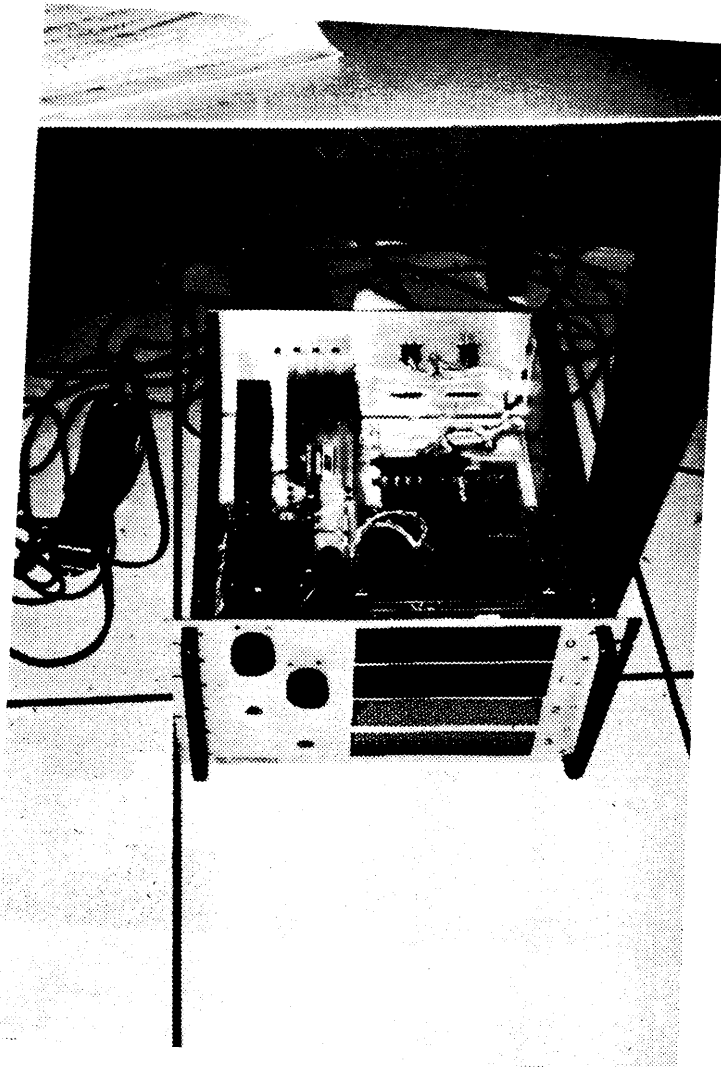


Photo 10 : STANFORD - PEP  
Ensemble de 4 Knobs pour la future console

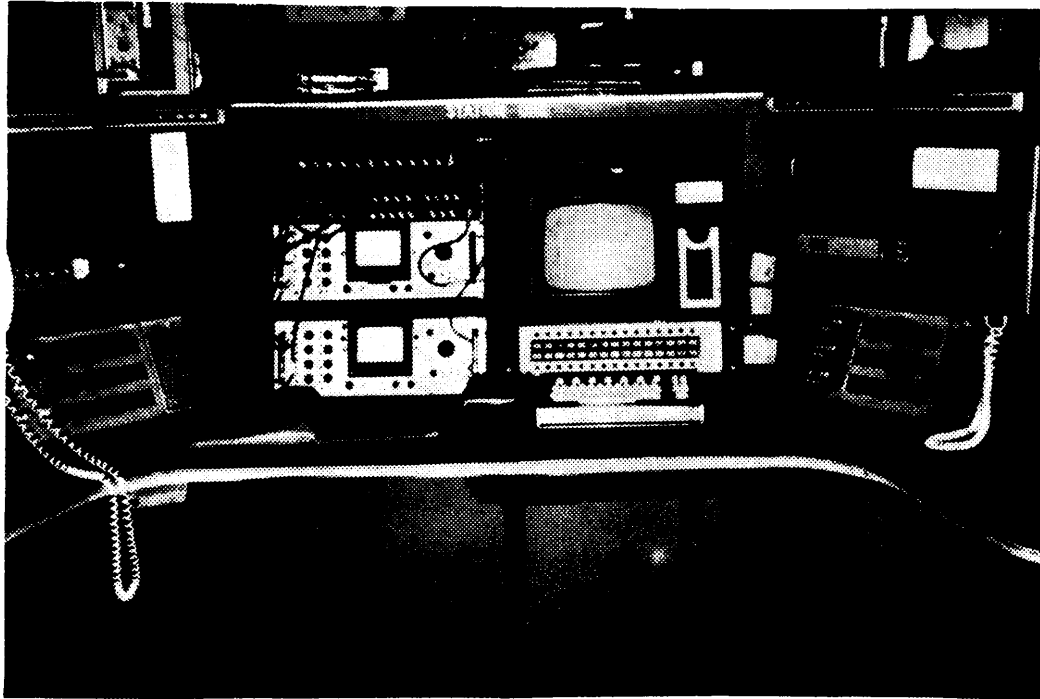


Photo 11 : LOS ALAMCS - LAMPF  
Vue générale de la console



Photo 12 : LOS ALAMCS - LAMPF  
Détails de la console avec, de gauche à droite,  
2 oscillos, 1 TV couleur, Tracker-ball, clavier,  
3 knobs + PRU à fiches, 2 écrans graphiques.



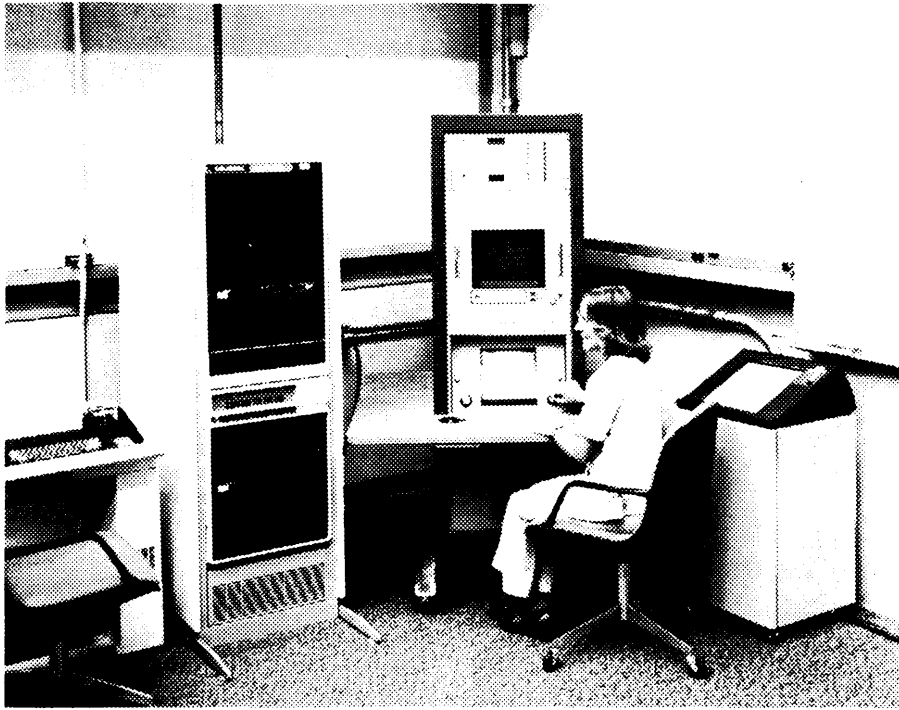


Photo 13 : LCS ALANCS - PIGMI  
Ensemble général du système de contrôle

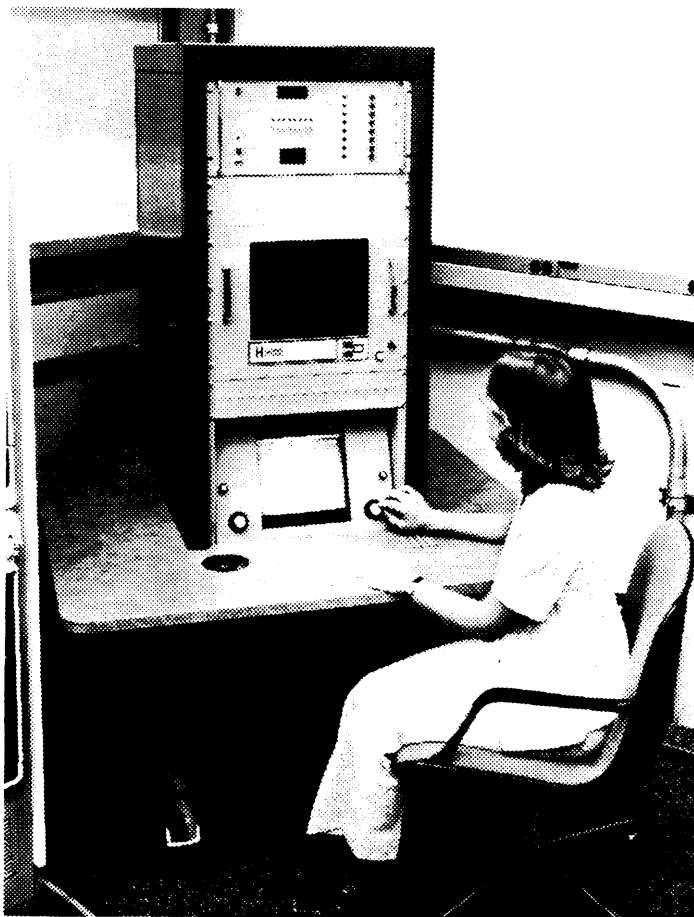


Photo 14 : LCS ALANCS - PIGMI - Console.