

LE CONTROLE DU SYSTEME A VIDE  
DU PSB ET DU PS

G.P. Benincasa - F. Contant

Résumé

Le système à vide de l'ensemble PSB, PS et lignes de transfert est constitué par  $\sim 1500$  m de chambre à vide équipés par  $\sim 200$  pompes ioniques et environ 40 groupes turbomoléculaires pour le prévidage. Toutes les pompes et les équipements associés (vannes, fuites réglables, etc.) sont commandés à distance depuis les salles CBE, BCER.

Les cycles de pompage, de remise à la pression atmosphérique, etc. sont automatiques et une acquisition par ordinateur des valeurs de la pression facilite la gestion du système.

Cette note sera disponible bientôt. Veuillez retourner la note ci-dessus.

Communication présentée aux Journées de Technologie du vide

Versailles 1974

# LE CONTROLE DU SYSTEME A VIDE DU PSB ET DU PS

G.P. Benincasa - F. Contant

Division MPS, CERN, Genève, Suisse

## I. INTRODUCTION

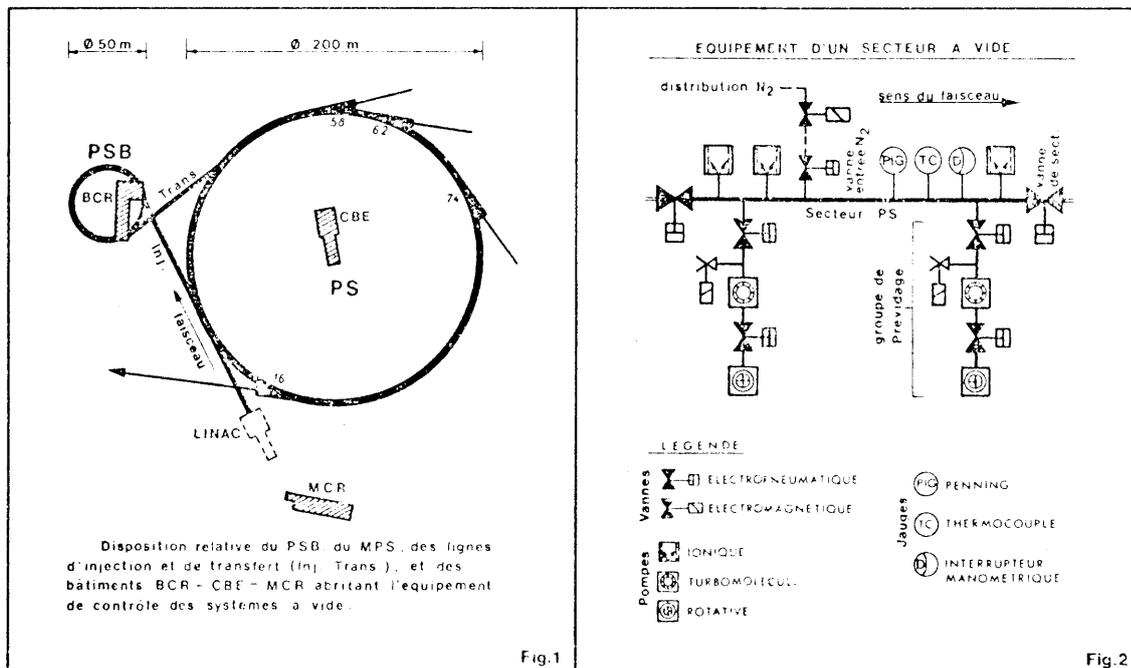
Le système à vide du synchrotron Booster 800 MeV (PSB) (1), du synchrotron 28 GeV (PS) (2), et des lignes d'injection et de transfert du faisceau de protons, est constitué par environ 1500 mètres de chambre à vide (fig.1) et par l'équipement suivant:

191 pompes ioniques	24 vannes d'entrée d'azote
37 groupes de prévidage	56 vannes de secteur
41 jauges Penning	26 interrupteurs monométriques
26 manomètres à membrane	26 jauges thermocouples

Les anneaux et parties linéaires du système sont divisés en secteurs (6 pour INJ - 6 pour PSB - 4 pour TRANS - 10 pour PS) délimités par des vannes électropneumatiques dites "vannes de secteur". Chacun d'eux reçoit une partie de l'équipement inventorié ci-dessus suivant la répartition qualitative de la figure 2, la répartition quantitative étant variable en fonction de la nature du secteur et du vide final à obtenir. Cet équipement est relié à un réseau de contrôles réparti dans les bâtiments BCER (Booster Central Electronics Room) ou BCR, CBE (Central Building Extension), MCR (Main Control Room) (fig. 1).

## II. ORGANES DE CONTROLE

Ils se présentent sous la forme de modules ou de châssis enfichables groupés dans 60 racks répartis dans les salles BCR (fig. 9) et CBE (fig.8). Les unités ayant une prépondérance fonctionnelle sont les suivantes:



1. Unité de contrôle d'une pompe ionique (fig. 9c ) (10 à 19 par secteur)
  - Fournit la haute tension alimentant les électrodes d'une pompe
  - Elabore le procédé de mesure de la pression accessible dans les bâtiments BCR - CBE et dans le TUNNEL
  - Equipée de deux détecteurs de seuil, assure en cas de mauvais vide sa propre protection et celle d'éléments externes installés dans le système à vide
2. Unité de contrôle groupe de prévidage (fig. 9b ) (1 à 3 par secteur)
 

Permet d'actionner tous les organes d'un groupe suivant une procédure "manuelle" ou "automatique". Assure le processus d'autoprotection du groupe en cas d'interruption dans la distribution air comprimé - eau - électricité, ou de défaillance d'organes.
3. Unité thermocouple (fig. 10a) 1 par secteur - plage de mesure  $1-1.10^{-2}$  Torr
 

Equipée d'un détecteur de seuil intervient dans la logique de commande des jauges Penning.
4. Unité Penning (fig. 10b) 1 à 2 par secteur - plage de mesure  $1.10^{-3} - 1.10^{-6}$  Torr. Equipée de deux détecteurs de seuil intervient dans la logique de commande des pompes ioniques (fig. 6 ).
5. Amplificateur de mesure (fig. 10c) (1 par pompe)
  - Amplifie le signal de mesure de pression élaboré par l'unité de contrôle des pompes ioniques pour le transmettre sur le rack de mesure (fig. 11) dans la salle de contrôle principale MCR et dans le TUNNEL.

### III. CYCLES D'OPERATION

#### 1. Mise à la pression atmosphérique d'un secteur à vide

Il s'agit de remplir un secteur étant sous vide avec de l'azote gazeux, jusqu'à une valeur de  $P \sim 760$  Torr. Ce processus est automatisé et com-

mandé par une impulsion sur la touche "N<sub>2</sub> Inlet request" d'une console située dans le TUNNEL près du secteur intéressé. (fig. 3)

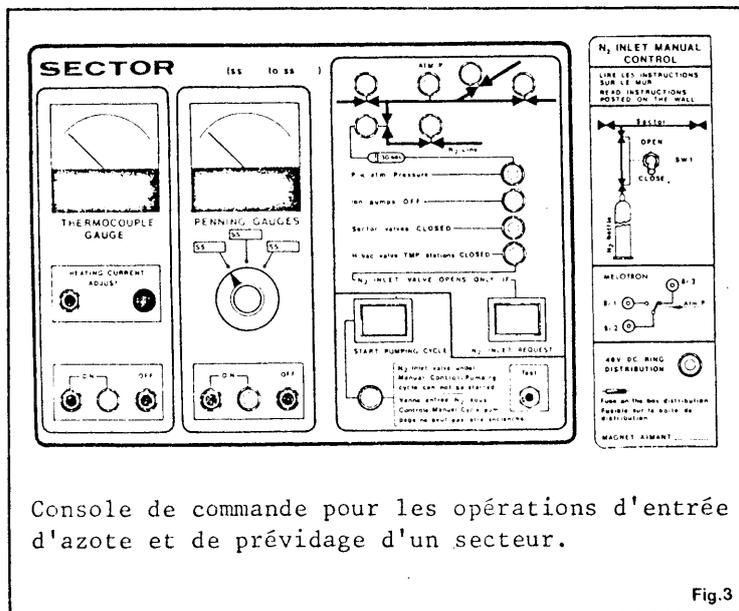


Fig.3

L'organigramme de la figure 4 illustre le déroulement du processus.

Le système à vide est supposé être dans l'état suivant: les pompes IP<sub>1</sub> - IP<sub>n</sub> et les groupes de prévidage sont en régime de pompage - les vannes SV<sub>1-2-3</sub> ouvertes - les vannes V<sub>3-V<sub>4</sub></sub> fermées (fig. 4a).

L'impulsion de commande doit annuler toutes les fonctions en cours, ouvrir et fermer les vannes  $V_3-V_4$ .

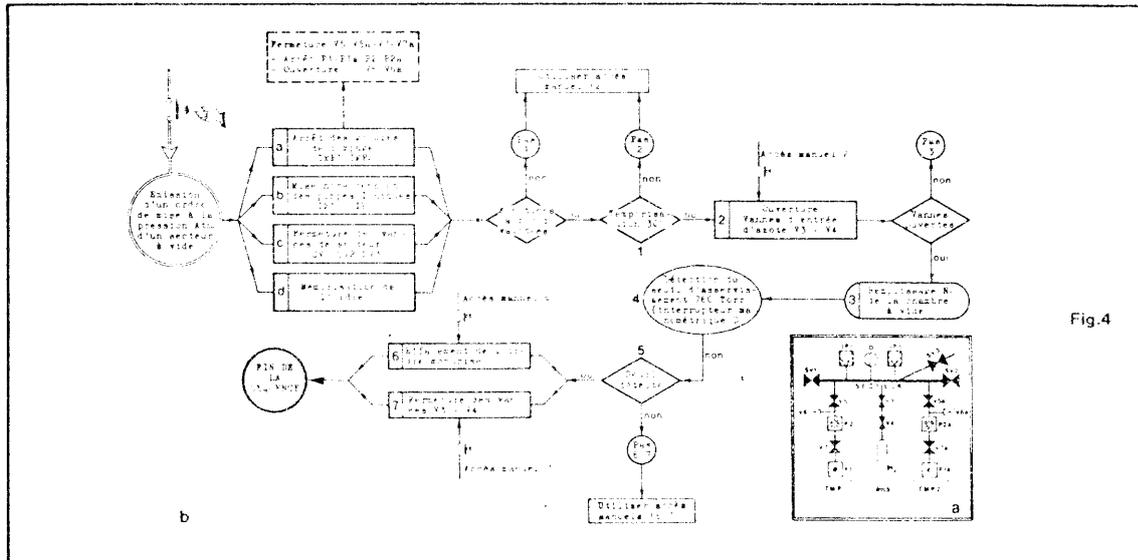


Fig.4

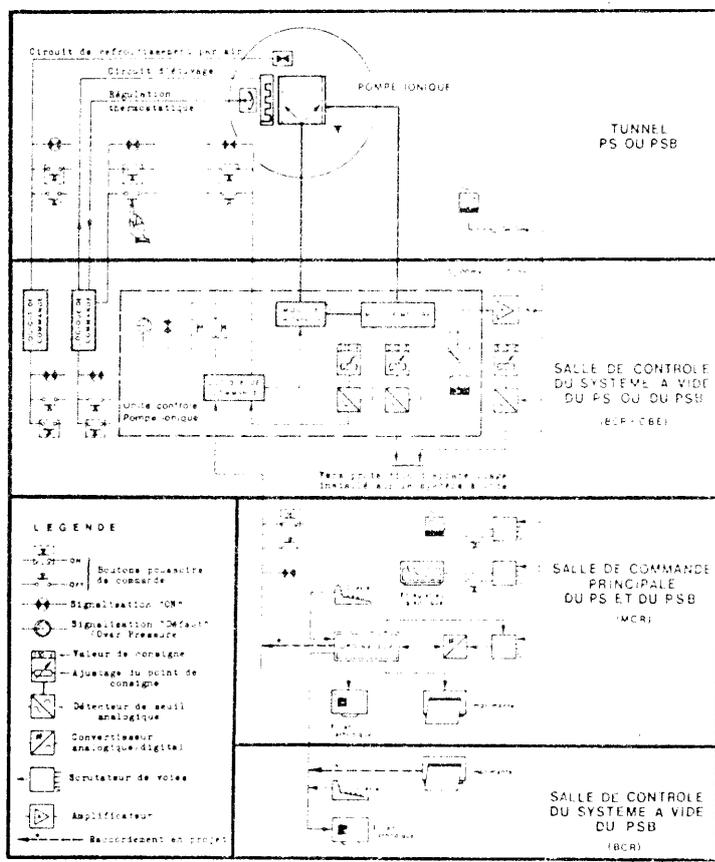


Fig.5

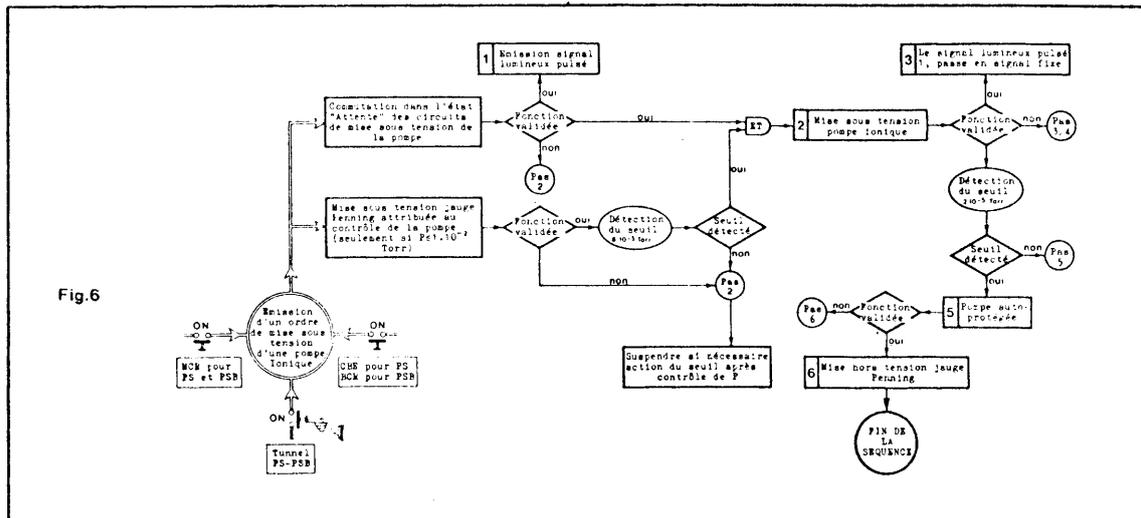
2. Contrôle des pompes ioniques

L'utilisation des pompes ioniques est formée d'opérations élaborées à partir d'éléments distribués suivant la figure 5, et désignées comme suit:

- Fonctions ON/OFF de chaque pompe  
Intégrée dans une séquence automatisée, la fonction ON est réalisée suivant l'organigramme de la fig. 6. La fonction OFF est asservie à la valeur de P dans la pompe.
- Fonctions ON/OFF de l'étuvage  
sont asservies à une régulation thermostatique.

- Fonctions ON/OFF du refroidissement

Un verrouillage interdit la simultanéité des fonctions ON de l'étuvage et du refroidissement.



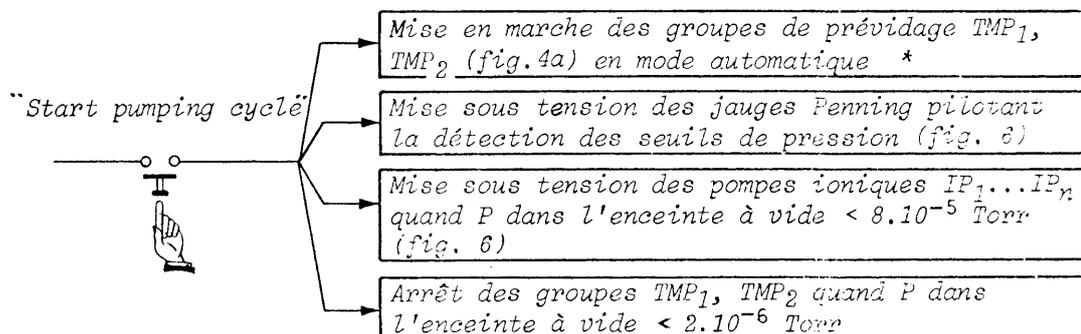
### 3. Contrôle des vannes de secteur (fig. 9a)

L'opération d'ouverture ne peut avoir lieu que si  $P < 2 \cdot 10^{-5}$  Torr dans les secteurs adjacents à la vanne à ouvrir. La fermeture est automatique dès que cette condition se présente. Ce verrouillage est assuré par les unités de contrôle (III-1) de 2 pompes choisies dans chaque secteur. Le contrôle de chaque vanne est accessible dans le BCR - CBE - MCR.

### 4. Pompage d'un secteur (fig. 4a)

Il s'agit de mettre sous vide un secteur se trouvant à la pression atmosphérique en démarrant les groupes de prévidage et les pompes ioniques par une impulsion donnée sur la touche "Start pumping cycle" d'une console de contrôle (fig. 3). L'automatisation de cette séquence n'est valable que si le taux de dégazage du secteur est conforme à une courbe d'acceptance définie. Dans le cas contraire, les manipulations doivent être faites en "mode manuel".

Fonctions prépondérantes structurant le cycle de pompage



\* Dès que la pompe primaire tourne tous les autres organes du groupe sont actionnés sans intervention manuelle.

### 5. Mesure de la pression

La mesure de la pression entre  $760$  et  $1 \cdot 10^{-8}$  Torr est élaborée par un équipement composé d'unités de contrôle (II-1-3-4-5), de capteurs, et d'une instrumentation affichant sous diverses formes et dans des lieux différents les valeurs mesurées (fig. 7).

Echelle de mesure en Torr	Type de capteur installé sur les systèmes à vide	Lieu d'acquisition du signal de mesure					Forme d'acquisition du signal de mesure				
		BCR	CBE	TUNNEL PSI	PSE Incl. Trans.	MCR	▲	○	□	◇	
Pression Atmosphérique	Interrupteur manométrique	•	•	•	•	•	▲				
600 — 1	Manomètre à membrane		•	•	•		▲				
1 — 1.10 <sup>-2</sup>	Jauge Thermocouple	•	•	•	•		▲				
1.10 <sup>-3</sup> — 1.10 <sup>-6</sup>	Jauge Penning	•	•	•	•		▲				
5.10 <sup>-6</sup> — 1.10 <sup>-8</sup>	Pompe Ionique	•	•	•	•		▲	○	○		

▲ Instrumentation fixe      ○ Instrumentation mobile ou portative

Fig.7

A partir de  $5.10^{-6}$  Torr, l'indication de la pression est fournie par la mesure du courant circulant entre les électrodes des pompes (fig. 5). Cette mesure peut se faire dans le TUNNEL avec un instrument portatif, dans les

bâtiments BCR-CBE-MCR (fig. 8 - 9 -11) et sur les organes périphériques d'un ordinateur comme précisé ci-après.

#### Acquisition et traitement des données par ordinateur

Le PS et le PSB disposent d'un système d'acquisition et de contrôle des paramètres, composé d'un ordinateur IBM 1800 "on-line" couplé à un système de transmission des données. Le courant des pompes ioniques d'abord transformé en tension, est ensuite converti sous forme digitale (12 bits binaires, résolution de 0,25% de l'échelle maximale) pour permettre une lecture via l'ordinateur. (3, 4, 5).

A chaque cycle machine ( $\sim 2$  sec) 152 valeurs de tension sont classées dans des mémoires prêtes à être acquises. Un log des pressions, une histoire des pressions et une alarme sont disponibles.

- 1) Sur demande de l'opérateur, les valeurs actuelles de pression sont acquises, traitées et affichées sous forme d'un diagramme sur l'écran d'un moniteur alphanumérique et graphique (voir photo 12). La pression moyenne est aussi calculée et affichée. L'opération de demande, lecture et d'affichage est exécutée en quelques secondes.
- 2) A chaque demi-heure, sans intervention de l'opérateur, les pressions de toutes les pompes sont acquises et emmagasinées dans une mémoire de l'ordinateur. Pour chaque pompe, sont gardés les relevés des 20 dernières lectures ce qui correspond à l'histoire des dernières 10 heures. A n'importe quel moment, l'opérateur peut demander l'affichage de l'histoire des pompes choisies ( 2 pompes à la fois) (Photo 13) Ce système de Boîte Noire (par similitude avec ce qui se passe sur les avions) se montre particulièrement utile pour suivre un pompage après l'ouverture de la chambre à vide (graphique en haut de la photo 13) ou pour suivre l'évolution de la pression en cas de fuite (graphique en bas de la photo 13).
- 3) Toutes les demi-heures, la pression actuelle de chaque pompe est comparée à celle de la demi-heure précédente. Un message d'alarme, avec les numéros des pompes concernées, est affiché automatiquement sur l'écran si:
  - a) la pression dans une pompe  $> 6.10^{-6}$  Torr
  - b) l'accroissement de pression dans la dernière demi-heure a été  $> 5.10^{-8}$  Torr

Il est possible d'obtenir des copies imprimées de tous les graphiques et textes.

### Références

- (1) C.E. Rufer - W. Unterlerchner, Particles Accelerator Conference, Chicago 1971
- (2) P. Riboni, PS Vacuum System Improvement, MPS/ML/Note 69-3
- (3) G. Baribaud and al., Proceedings IX Int. Acc. Conference, Stanford 1974
- (4) E. Asseo, Colloque International sur la Téléinformatique, Paris 1969
- (5) J. Donnat, Système d'acquisition des signaux du vide PS et PSB, MPS/BR/Note 74-5

### Remerciements

La réalisation de ce système de contrôle résulte d'un travail d'équipe, et nous tenons à remercier Mlle Askovic pour les schémas-dessins-documentation, MM. Baribaud et Donnat pour l'interface de l'ordinateur, M. Chevalier pour l'équipement de mesure de la pression, M. Lüscher pour les installations, MM. Chiaramonte et Siebert pour les prototypes-câblages-essais, la section chargée de la pose des câbles et de leur raccordement, et enfin MM. Riboni et Rufer pour leurs suggestions et soutien, ainsi que toutes les personnes des sections "VIDE" PS et PSB qui ont contribué à orienter l'aspect final du projet.



Fig. 8

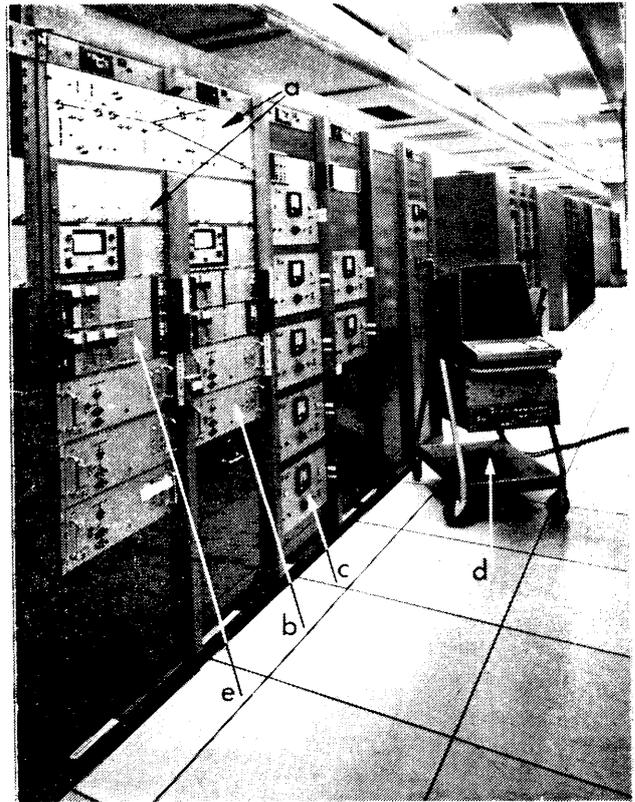


Fig. 9

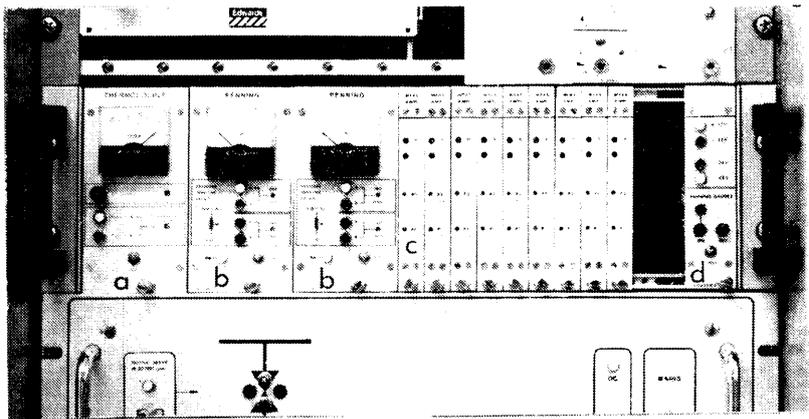


Fig. 10

Fig. 8 CBE, Racks de contrôle du système à vide PS

Fig. 9 BCR, Racks de contrôle du système à vide de la ligne de transfert PSB/PS

- a) Panneau synoptique et unités de contrôle pour la commande des vannes de secteur
- b) Unité de contrôle d'un groupe de prévidage
- c) Unité de contrôle d'une pompe ionique - Mesure de la pression
- d) Console de visualisation par ordinateur des valeurs de la pression
- e) Voir fig. 10

Fig. 10 a) Unité thermocouple  
 b) Unité Penning  
 c) Amplificateur de mesure  
 d) Commande des jauges Penning - Contrôle des tensions d'alimentation

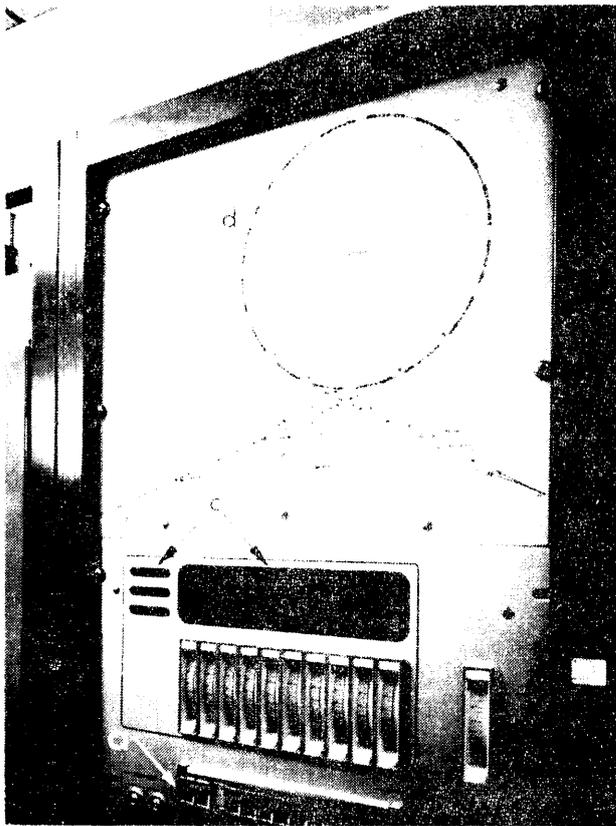


Fig. 11 MCR

- Rack pour la mesure du vide PSB
- a) Sélection du secteur où P doit être connue
- b) Indication simultanée de 10 mesures réparties sur le secteur
- c) Identification sur indicateurs numériques des points de mesure
- d) Identification du secteur

Fig. 11

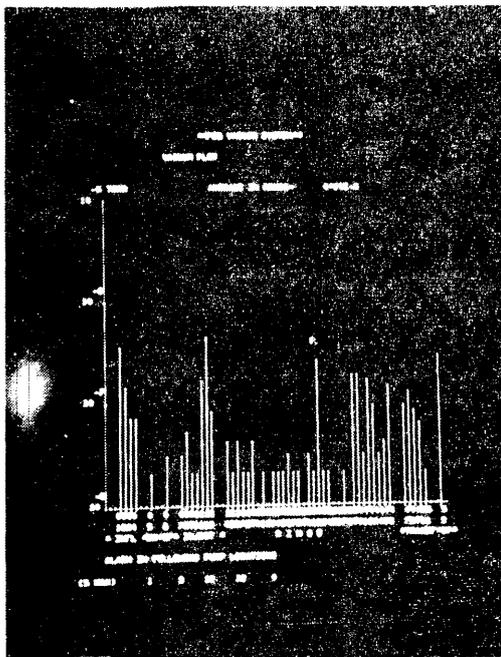


Fig. 12

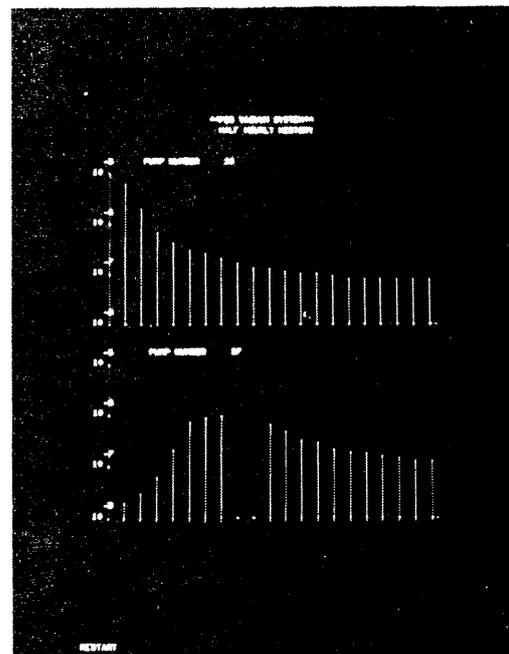


Fig. 13