



La chambre multifils à émission secondaire utilisée pour la détection du faisceau extrait GANIL

R. Anne, R. Berthelot, P. Boutet, Y. Georget, M. Van den Bossche, A. Vigot

► **To cite this version:**

R. Anne, R. Berthelot, P. Boutet, Y. Georget, M. Van den Bossche, et al.. La chambre multifils à émission secondaire utilisée pour la détection du faisceau extrait GANIL. [Research Report] GANIL. 1986, pp.41. <in2p3-00682440>

HAL Id: in2p3-00682440

<http://hal.in2p3.fr/in2p3-00682440>

Submitted on 26 Mar 2012

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

GRAND ACCELERATEUR NATIONAL D'IONS LOURDS

GANIL

R. 86.09

**LA CHAMBRE MULTIFILS A EMISSION SECONDAIRE
UTILISEE POUR LA DETECTION DU FAISCEAU EXTRAIT GANIL**

Laboratoire commun CEA / DSM - CNRS / IN²P³

R. 86.09

**LA CHAMBRE MULTIFILS A EMISSION SECONDAIRE
UTILISEE POUR LA DETECTION DU FAISCEAU EXTRAIT GANIL**

Par

R. ANNE, R. BERTHELOT, P. BOUTET, Y. GEORGET, M. VAN DEN BOSSCHE, A. VIGOT

PLAN

	Pages
I - Principe	1
II - Mécanique	4
1) Description	4
2) Comportement sous vide	4
3) Comportement des fils sous faisceau	6
4) Collection des électrons	6
III - Electronique	7
1) Principe d'une voie de mesure	7
2) Electronique d'un plan de fils	8
3) Horloge et répartiteurs des signaux de lecture	9
IV - Implantation du système de détection	12
V - Caractéristiques et résultats	13
1) Comportement du détecteur en fonction de la tension d'anode	13
2) Réponse du détecteur en fonction de l'intensité du faisceau incident	15
3) Réponse du détecteur en fonction du temps d'intégration	17
4) Profils	18
5) Utilisation des détecteurs	20
Conclusion	23
Références	24

PHOTOS

	Pages
1) Réseaux de fils croisés horizontaux et verticaux	3
2) Sonde de mesure vue de profil	27
3) Chaîne de mesure (sonde + électronique)	27
4) Sonde vue de face	28
5) Câble multiconducteurs sous vide	28
6a) Vue du coffret électronique de dessus	29
6b) Vue d'ensemble	29
7) Horloge pilote	30
8) Console de commande	30

ANNEXES

0) Plan général de la mécanique	31
1a) Carte analogique	32
1b) Carte logique	33
1c) Signaux carte logique	34
2) Signaux horloge	35
3) Calcul du rendement R	36

TABLEAUX

1a) Détecteurs des lignes L_1 et L_2	39
1b) Détecteurs de la ligne L_3 et de l'arête de Poisson	40
1c) Détecteurs des aires d'expériences	41

introduction

L'étude d'un diagnostic, qui permettrait de conduire le faisceau d'ions lourds extrait des cyclotrons du GANIL a commencé dès 1977. Différents dispositifs ont été envisagés, tels que fils tournants ; des essais de chambres à circulation de gaz ont également été effectués ; finalement, nous avons retenu dans le courant de l'année 1978 le principe d'un détecteur interceptif à émission secondaire. Des essais furent menés auprès du tandem de Saclay, de l'ALS même, mais surtout auprès de l'accélérateur ALICE (1, 2, 3), à quelques mev/A et plus tard sur le banc de source du GANIL à quelques Kev/A, afin de préciser les paramètres tant mécaniques qu'électroniques du détecteur.

Depuis mai 1981, date du 1^{er} faisceau extrait du cyclotron injecteur CO₁, les premiers détecteurs fonctionnent. Les années qui suivirent virent la mise en place progressive, au fur et à mesure de l'installation des lignes de faisceau L₁, L₂, L₃, puis des aires d'expériences, de tout un parc de détecteurs, aujourd'hui au nombre d'environ 120 (fig. 1) ; les derniers installés, le furent en 1984-85 pour le spectromètre SPEG, puis sur la source ECR.

Ce rapport rassemble les différentes caractéristiques de ce diagnostic ainsi que les divers résultats de mesures obtenus.

I - Principe

La perte d'énergie (dE/dx), des ions lourds dans la matière étant très importante, en comparaison de celle des particules légères avec lesquelles des premiers essais avaient été effectués (4), la production d'électrons secondaires qui lui est proportionnelle (5), est très élevée et se révèle donc une source de signal remarquable. Ce fut l'idée de départ. En effet, l'interception du faisceau d'ions lourds par un simple fil de 20 μm de tungstène donne naissance à un nombre d'électrons secondaires qui varie depuis quelques unités à plus d'une centaine par ion incident suivant la nature et l'énergie des ions. Le détecteur consiste donc en un réseau de fils tendus dans le vide sur le passage du faisceau (Photo 1). Les électrons émis par les fils sous l'impact des ions induisent un courant dans ces fils, lequel est mesuré ou intégré. La lecture séquentielle du signal

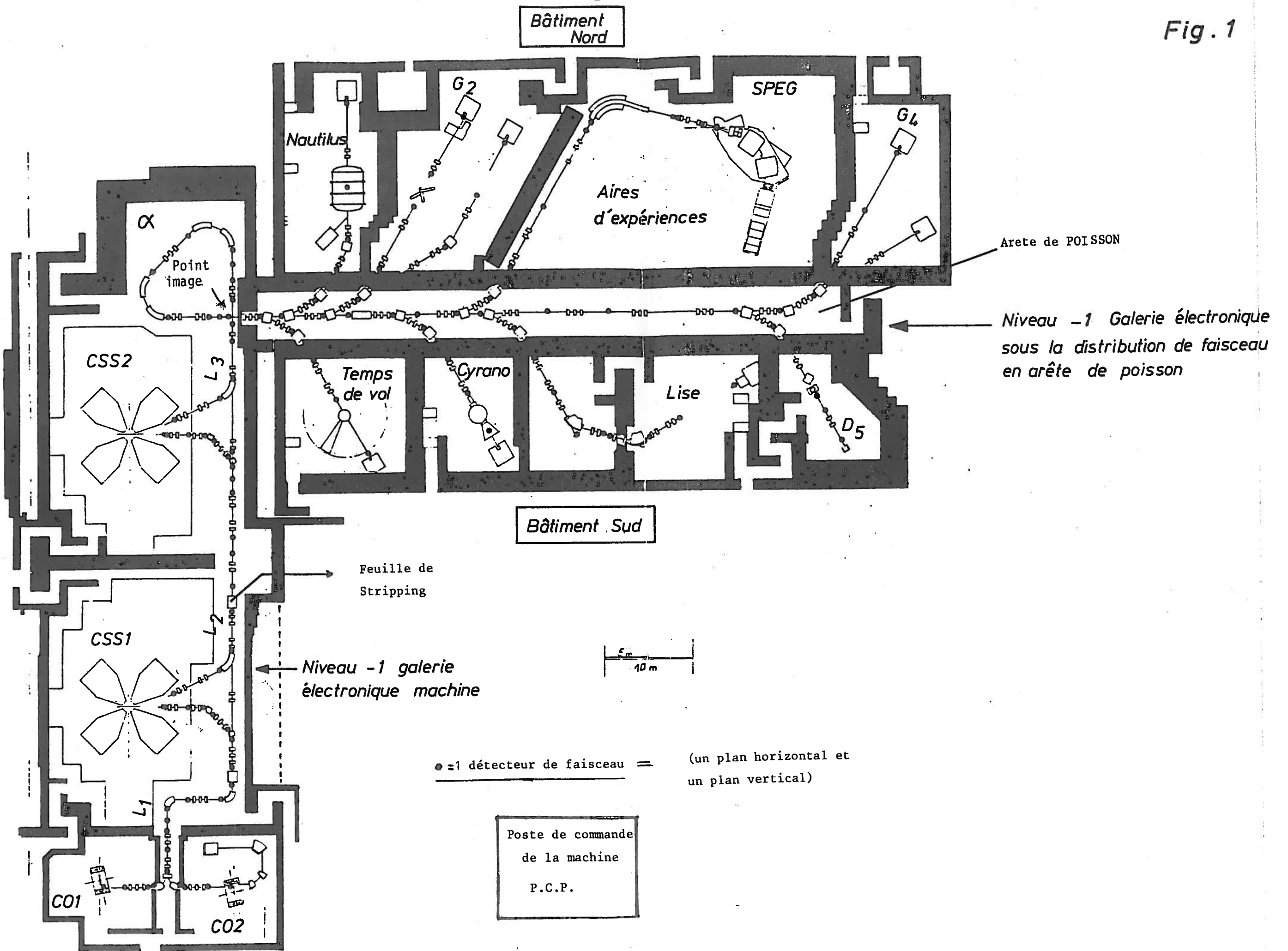
LA CHAMBRE MULTIFILS A EMISSION SECONDAIRE UTILISEE
POUR LA DETECTION DU FAISCEAU EXTRAIT GANIL

Par

R. ANNE, R. BERTHELOT, P. BOUTET, Y. GEORGET,
M. VAN DEN BOSSCHE, A. VIGOT.

R.86.09

Fig. 1



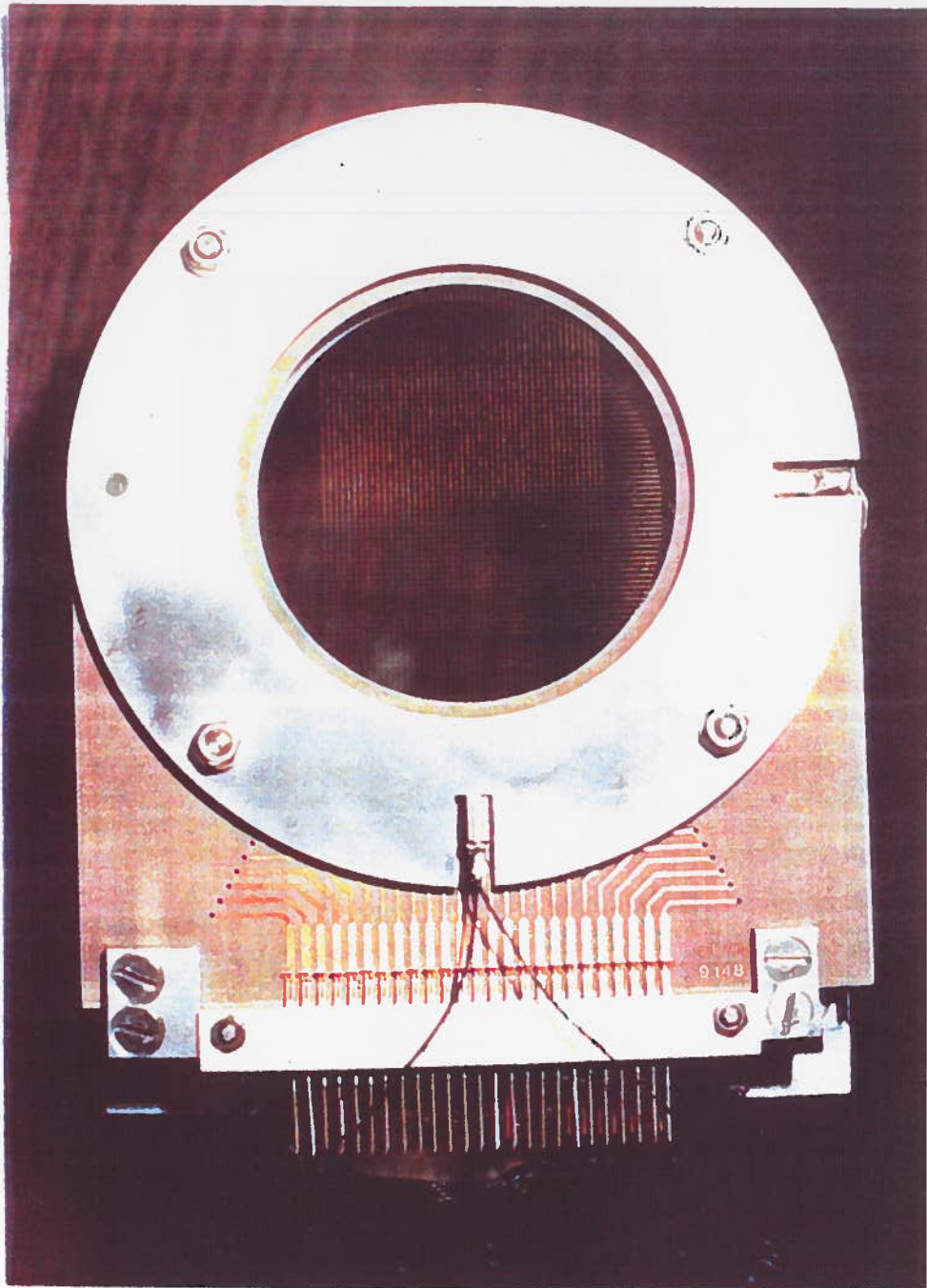
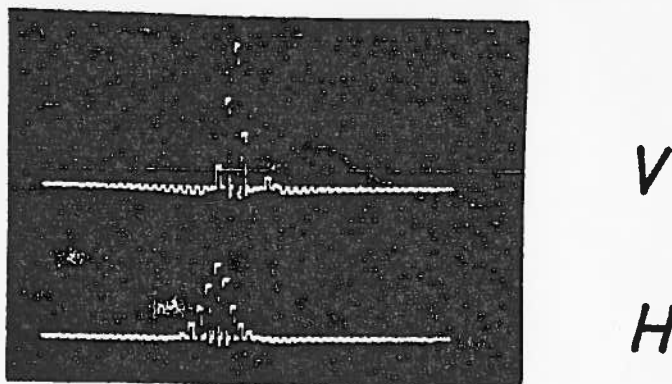


Photo 1 :
Réseaux de fils croisés horizontaux et verticaux (diamètre de 20 μm)

obtenu sur les différents fils au pas de 0.5, 1.0 ou 1.5 mm suivant la dimension du faisceau, donne une image de la distribution spatiale du faisceau d'ions (fig. 2).



*Distributions spatiales, (ou profils)
horizontale et verticale d'un faisceau*

Figure 2

II - Mécanique du détecteur (Annexe 0)

1) Description

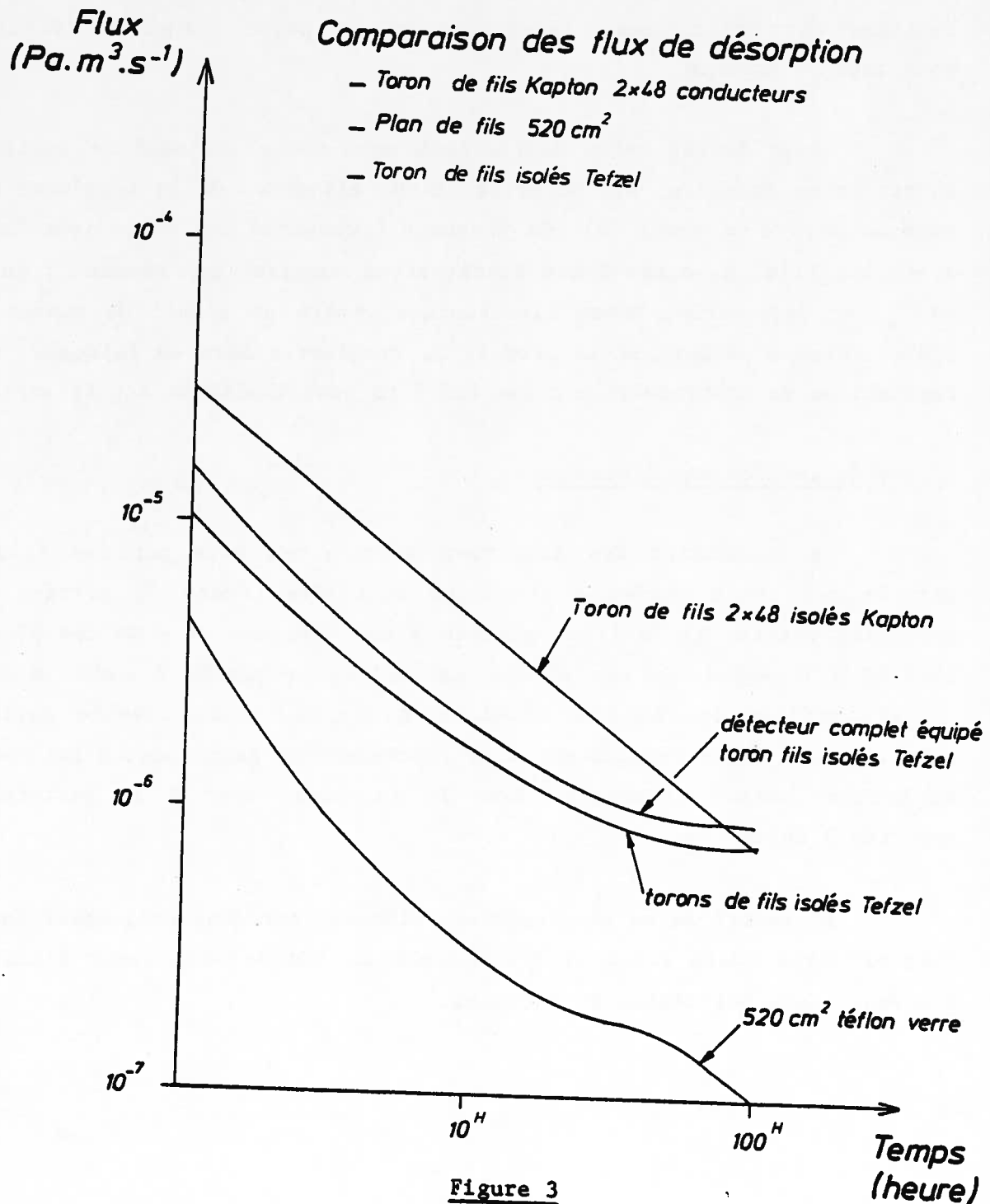
La sonde constituée essentiellement de deux plans de fils croisés (Photo 1), verticaux et horizontaux, intercalés chacun entre deux anodes portées à un potentiel positif, est mobile. Son insertion dans le faisceau ou son retrait est de type pneumatique (Photo 3). Les fils sont en tungstène doré, de diamètre 20 μm au pas de 0.5, 1.0 ou 1.5 mm et au nombre de 47 par plan.

2) Comportement sous vide

Les fils sont tissés sur un support en téflon-verre (e) qui a remplacé les circuits imprimés classiques en époxy, inacceptables en raison

de leur dégazage sous vide important (Photo 4). Pour les mêmes raisons, les connexions sous vide entre plans de fils et prises de sortie vide/air sont en fil téflon irradié (f) et la technique du wrapping a remplacé la soudure. Les prises (Photo 5) sont d'une part, en alumine (a), côté plan de fils, d'autre part, en verre (b) côté passage vide/air.

Les courbes de la figure 3 rassemblent les données comparées sur le dégazage des différents éléments du détecteur.



3) Comportement des fils sous faisceau

La perte d'énergie des ions dans les fils provoque l'échauffement de ces derniers, voire leur rupture. Une estimation de la puissance dissipée dans ce détecteur par les faisceaux de particules, selon leur nature et leur énergie (6), ainsi qu'un calcul simple de la température atteinte par les fils (7), se sont trouvés tout à fait confirmés expérimentalement. La fragilité des plans de fils s'est manifestée principalement à l'éjection de CSS1, sur L_2 , entre éjection et feuille de stripping, là où l'intensité du faisceau est relativement importante et la perte d'énergie (dE/dx) au voisinage du maximum.

Pour éviter cette destruction nous avons envisagé de retirer le détecteur du faisceau, sur détection d'une élévation de la température des fils au delà d'un seuil (8). Ce dispositif comprend une photodiode "regardant" les fils, associée à une électronique mesurant son courant ; au delà de I_{seuil} , ajustable, cette électronique génère un signal de commande de l'électrovanne permettant le retrait du diagnostic hors du faisceau. Cette réalisation de laboratoire n'a pas été à ce jour implantée sur faisceau.

4) Collection des électrons

La collection des électrons secondaires émis par les fils est assurée par trois anodes à structure annulaire (Photo 2) portées à un potentiel positif (≈ 30 V) et placées à une distance de 4 mm des plans de fils. L'efficacité de ces anodes annulaires, comparée à celle d'anodes planes, grilles ou feuilles métalliques minces, s'est révélée satisfaisante. Nous l'avons retenue car elle représente un gain quant à la quantité de matière totale introduite dans le faisceau, donc à la perturbation apportée à ce dernier.

L'opacité de ce détecteur au faisceau, est donc uniquement due aux fils et varie entre 2.6 % et 8 % suivant le pas des fils pour l'ensemble des deux plans horizontal et vertical.

III - Electronique

1) Principe d'une voie de mesure

Le courant induit dans chaque fil par le départ des électrons est intégré pendant un temps variable t_1 dans une capacité C montée en parallèle sur l'impédance d'entrée R élevée d'un transistor à effet de champ (fig. 4). La charge électrique propre à chaque fil est donc mesurée à l'aide d'une mémoire analogique RC. L'intensité attendue du faisceau Ganil et le rendement en émission secondaire moyen attendu nous ont amenés à fixer C au voisinage de 2000 pF ou 4700 pF pour un temps d'intégration de 300 ms.

- Schéma et équation de base

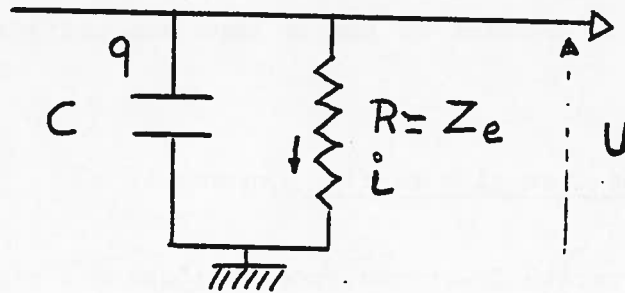


Figure 4

La charge q due à l'émission secondaire d'un fil est telle que :

$$q = CU + t_1 \times i$$

t_1 étant le temps d'intégration

$$q = CU + t_1 \frac{U}{R} = U \left[C + \frac{t_1}{R} \right]$$

$$\text{ou } U \text{ tension mesurée} = \frac{q}{C + t_1/R} = \frac{q}{C} \times \frac{1}{1 + \frac{t_1}{RC}}$$

Si R était infini on mesurerait $V = \frac{q}{C}$ d'ou une erreur $\frac{V-U}{V}$

$$\Delta = \frac{V-U}{V} = 1 - \frac{1}{1 + \frac{t_1}{RC}}$$

avec

$$R > 3 \cdot 10^9$$

on a $RC = 14 \text{ s}$

$$C = 4700 \text{ pF}$$

$$\text{Si } t_1 = 300 \text{ ms} \rightarrow \Delta = 2,08 \%$$

En fait cette erreur n'a aucune incidence sur la forme du profil en particulier son centre de gravité et sa largeur puisque le profil mesuré est homothétique du profil théorique, elle n'est à prendre en compte que pour un calcul de la surface du profil donc une calibration de l'intensité du faisceau.

2) Electronique d'un plan de fils (Annexe 1)

Chaque capacité C est connectée à l'une des entrées d'un multiplexeur analogique parallèle/série 16 voies, haute impédance d'entrée R. Trois modules en parallèle sont donc nécessaires pour décoder les 47 fils d'un plan (Photo 6a). L'électronique des deux plans V et H d'un détecteur est regroupée dans un seul coffret (Photo 6b), localisé près du faisceau. La liaison entre capteur et électronique est assurée par deux câbles multiconducteurs V et H de longueur 2 m (avec connecteurs c et d).

Chaque coffret comprend deux cartes analogiques V et H (Photo 6b), et une carte logique qui distribue les signaux d'horloge aux multiplexeurs analogiques, donc pilote la lecture. Le signal d'horloge comprend 49 signaux à la fréquence de 50 kHz, plus une remise à zéro par cycle. Un cycle de lecture dure donc environ 1 ms (figure 6).

3) Horloge et répartiteurs des signaux de lecture

a) Principe

Une horloge unique située au poste de commande de la machine s'adresse en permanence et en parallèle à l'ensemble de tous les détecteurs ($N > 120$) (fig. 1 et Tableau 1). Des répartiteurs, émetteurs-récepteurs, situés en galerie électronique Machine et sous l'"arête de Poisson" des aires d'Expériences distribuent le signal sur chaque coffret situé en zone faisceau.

Il est donc possible à un instant donné d'obtenir simultanément les informations analogiques du faisceau en tout point de la Machine ou des Aires d'Expériences.

Les profils sont envoyés au PCP ou aux bâtiments d'acquisition Nord et Sud, soit sur oscilloscopes via un système de multiplexage analogique S.O.S. (12), soit vers le calculateur via une unité d'acquisition (CAD + microprocesseur) (9), (fig. 5).

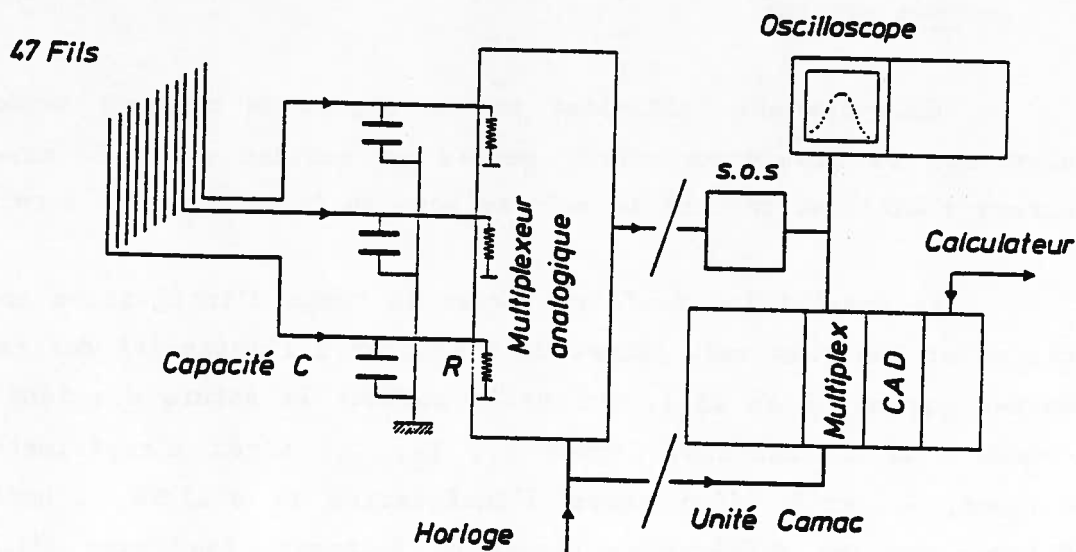


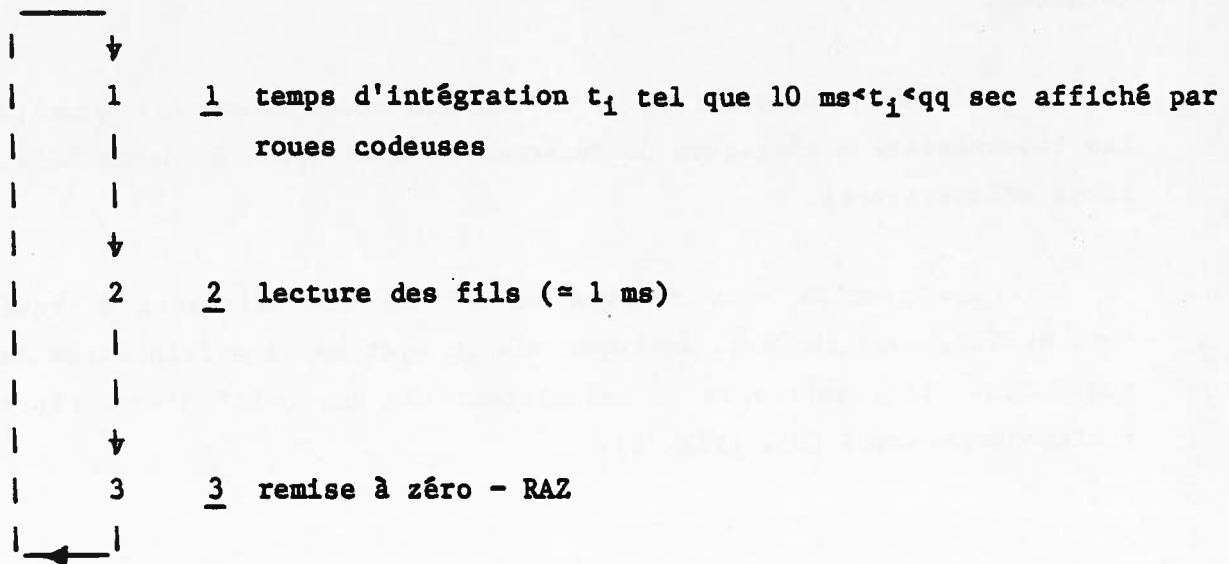
Figure 5

b) Horloge (Photo 7)

Cette horloge unique fonctionne selon un mode interne, ou sur interruption externe (figure 6).

- Mode interne

L'horloge délivre indéfiniment le cycle suivant :

- Mode externe

Un cycle est initialisé par un signal de commande extérieur qui interrompt la mesure en cours, génère un nouveau cycle de mesure ($t_1 + \text{lecture} + \text{RAZ}$), et redonne la main au mode de fonctionnement interne.

La possibilité de faire varier le temps d'intégration entre quelques ms et quelques sec. permet de s'adapter à l'intensité des faisceaux à mesurer (qq nA_e à $\text{qq } \mu\text{A}_e$), qui varie suivant la nature des ions et aussi l'endroit de la machine, lignes L_1 , L_2 , L_3 , aires d'expériences. C'est pourquoi, à partir d'un temps d'intégration t_1 affiché, l'horloge peut délivrer sur les différentes lignes de faisceau, des temps d'intégration $\frac{t_1}{2}$, $\frac{t_1}{4}$, $\frac{t_1}{8}$, avec la récurrence t_1 (voir Annexe 2 et Photo 7).

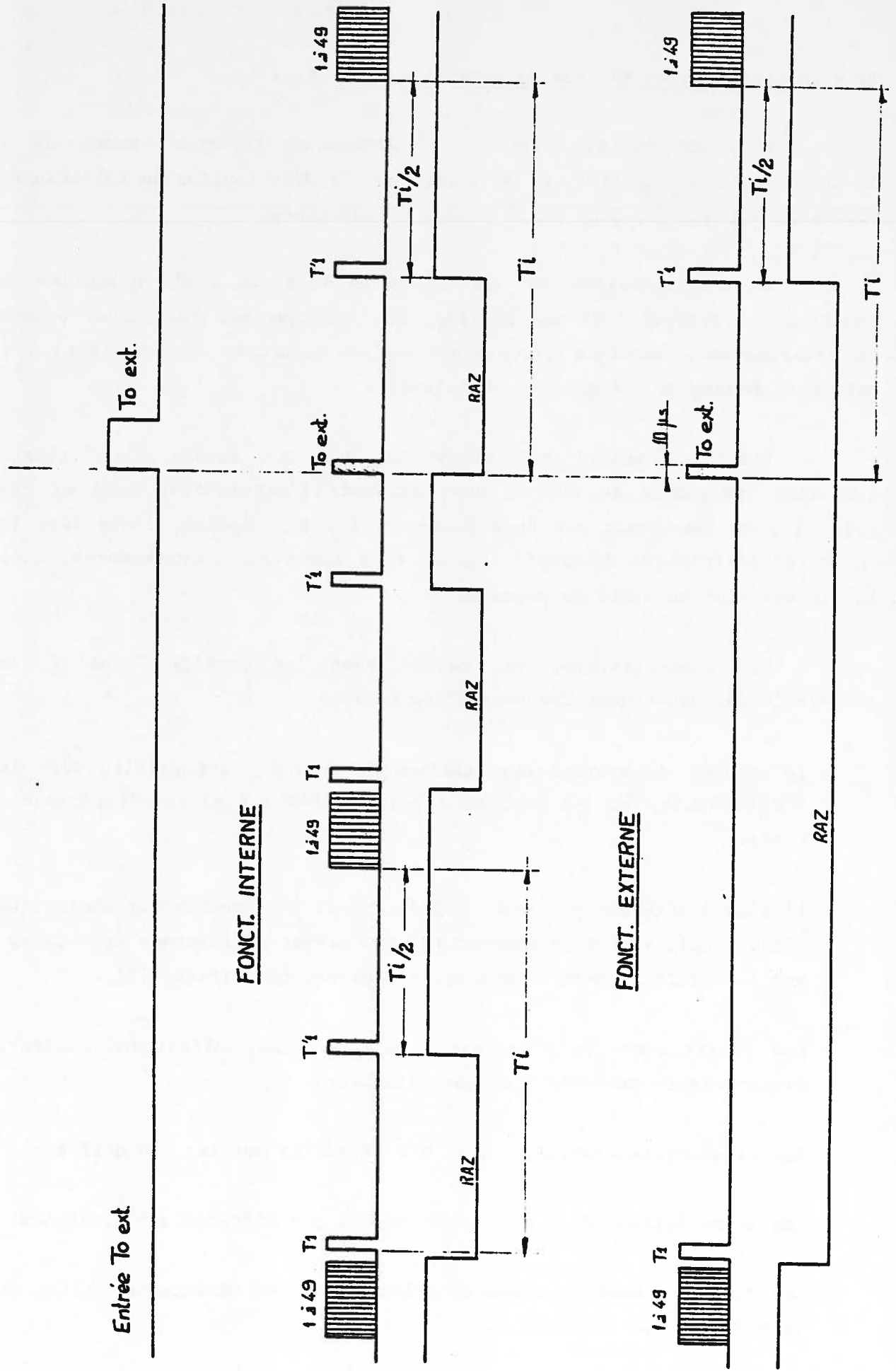


Figure 6

0103	GANIL	GRUPE	DIAGRAMME DE LA SORTIE $T_i/2$	MODIFICATIONS	
	CEA - CAEN - IN'P'	3.20	AVEC L'ENTREE D'UN To ext.	DESS	
				DATE 02.86	N° 3.20/002

IV - Implantation du système de détection (9), (fig. 1)

Le GANIL utilise environ 120 détecteurs répartis comme suit : environ 60 sur L_1 , L_2 et L_3 et 60 autres sur la distribution de faisceau en "arête de Poisson" et dans les 9 salles d'expériences.

Leur implantation sur les lignes de faisceau a été optimisée en fonction de critères liés aux réglages de l'optique des faisceaux, points de focalisation, sections dispersives ou au contraire achromatiques, ou points de mesure de l'émittance du faisceau.

L'horloge pilote est située au PCP. En retour, les signaux (profils) reviennent au PCP ou aux bâtiments d'acquisition Nord et Sud (fig. 1), en transitant par deux sous-stations principales, l'une dans la "Galerie Electronique Machine", l'autre dans les aires d'expériences, sous la distribution en arête de poisson.

Les sous-stations, qui centralisent les profils V et H, de l'ensemble des détecteurs comprennent en outre :

- Le système de multiplexage analogique (S.O.S.) des profils vers le PCP (8 voies) et les bâtiments Nord et Sud des aires d'expériences (2x4).
- L'unité d'acquisition CAMAC, multiplexeur, + convertisseur analogique digital (g), + microprocesseur (j) qui permet d'effectuer des calculs sur les profils (centre de gravité, largeur et surface (13)).
- Les répartiteurs de l'horloge pilote vers les différents coffrets électroniques associés à chaque détecteur.
- Les alimentations BT, ± 15 V et 5 V réparties sur les 120 coffrets.
- Les alimentations HT < 300 V, des anodes des différents diagnostics.
- Les tiroirs CAMAC de commande d'insertion des détecteurs (h) et de lecture de leur position (i).

La gestion des profileurs est totalement informatisée (Photo 8), la séquence type se déroule de la manière suivante :

- 1 - appel d'un détecteur,
- 2 - visualisation du signal "Profil" sur oscilloscope,
- 3 - acquisition et calcul.

V - Caractéristiques et résultats

1) Comportement du détecteur en fonction de la tension d'anode

Les figures 7a et 7b montrent l'amplitude du signal obtenu quand on fait varier la tension d'anode. On remarque qu'avec $V = 0$, le signal n'est pas nul et que, dès 30 volts, on recueille la presque totalité du signal. Cette tension aussi basse s'explique si l'on considère (5) que l'on collecte principalement la partie basse énergie des électrons secondaires d'énergie cinétique $E_c < \text{quelques e.V}$, les électrons dus aux raies δ ou électrons de Knock-on emportant plus d'énergie (jusqu'à qq keV), mais étant beaucoup moins nombreux.

La figure 7b (réf. 10), montre également la distribution en énergie de ces électrons obtenue en polarisant le détecteur en inverse.

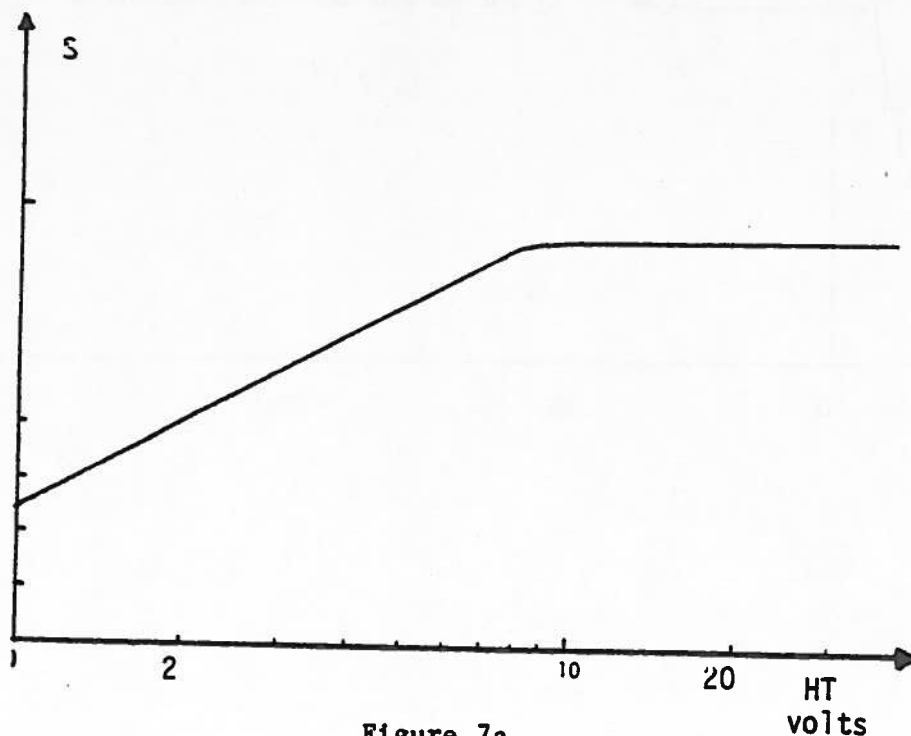
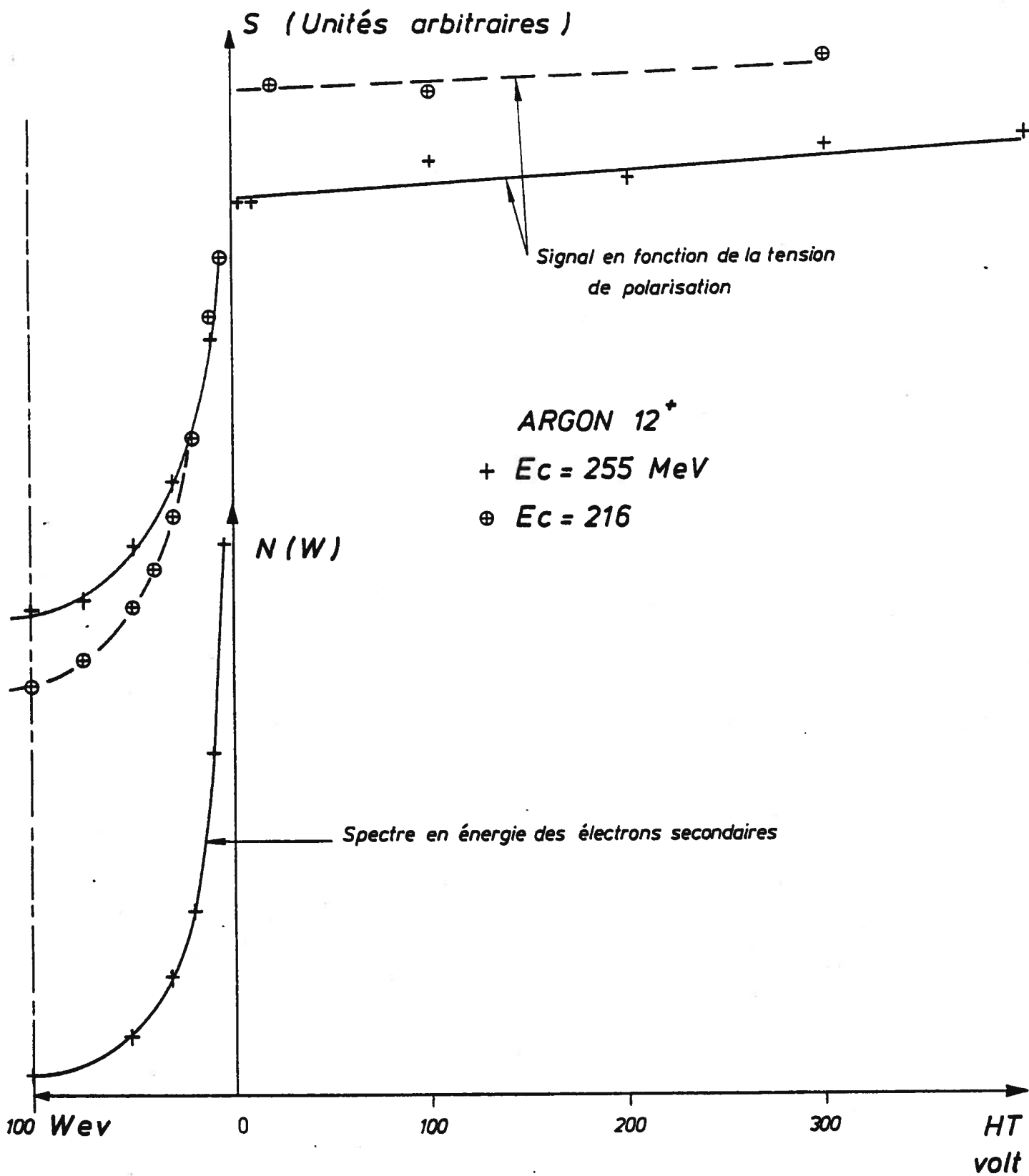


Figure 7a

Fig. 7b



2) Réponse du détecteur en fonction de l'intensité du faisceau incident
(fig. 8)

Des essais effectués au GANIL mais aussi auprès de l'accélérateur ALICE ont montré la bonne linéarité de réponse du détecteur en fonction de l'intensité du faisceau. Ils confirment que les effets de saturation pour ces intensités, $I = qq \cdot 10^2 \text{ nA}_e$, ne sont pas atteints (11), ce qui permet, en calculant la surface S des profils mesurés avec plusieurs détecteurs identiques situés en des endroits différents de la machine, de connaître l'intensité en ces points et d'établir, par exemple, le rendement de transport du faisceau entre ces différents points.

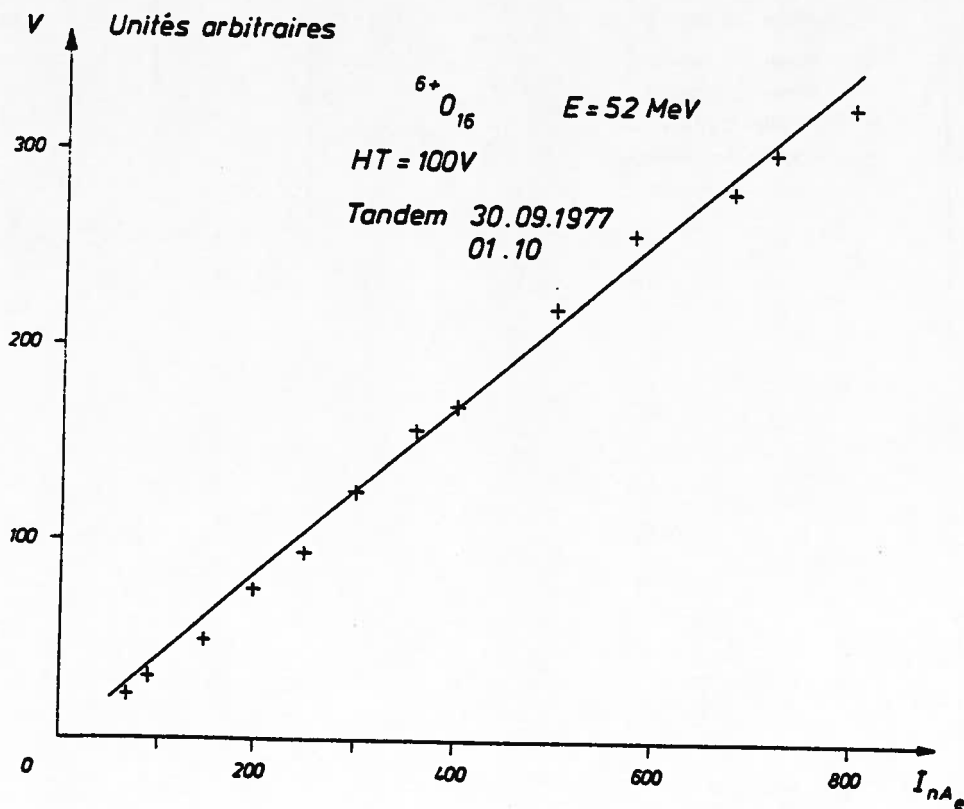


Figure 8

L'intensité absolue ne peut être connue que par l'étalonnage préalable du détecteur par rapport à une cage de Faraday, et la comparaison entre plusieurs détecteurs ne peut se faire que si la particule incidente est la même (Z, A) et possède la même énergie.

Le rendement en émission secondaire suit la loi de Bethe-Bloch (5), il faut en tenir compte pour les comparaisons. Typiquement, au GANIL, les rendements mesurés seront très différents suivant que le détecteur sera installé sur L_1 où $E/A < 0.5$ MeV, ou sur L_2 où $E/A < 10$ MeV ou sur L_3 et les aires d'expériences où $E/A < 100$ MeV. Nous avons mesuré les rendements pour différents ions, et à titre indicatif, la figure 9 rassemble quelques résultats (voir Annexe 3 pour le calcul de R).

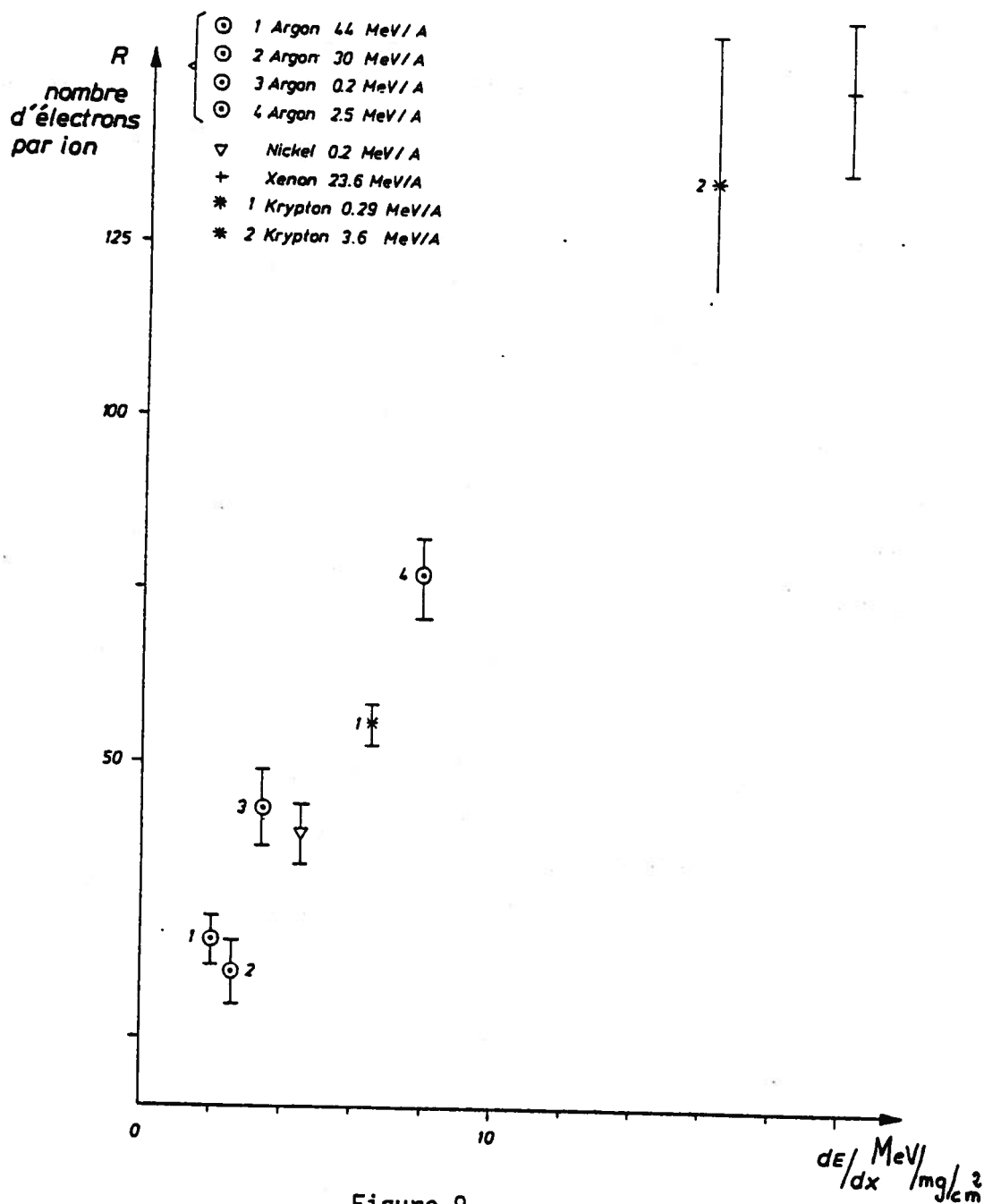


Figure 9

3) Réponse du détecteur en fonction du temps d'intégration : $S = f(t_i)$

Une mesure du signal (intégrale du profil), en fonction du temps d'intégration avec calibration du faisceau par rapport à une cage de Faraday a donné la courbe de la figure 10. Le faisceau était du ^{32}S ($E = 250 \text{ MeV}$ et $I = 200 \text{ nA}_e$). Elle montre que la proportionnalité S/t_i peut être retenue même pour des temps t_i exédant quelques secondes, temps parfois utilisé pour des faisceaux de faible intensité.

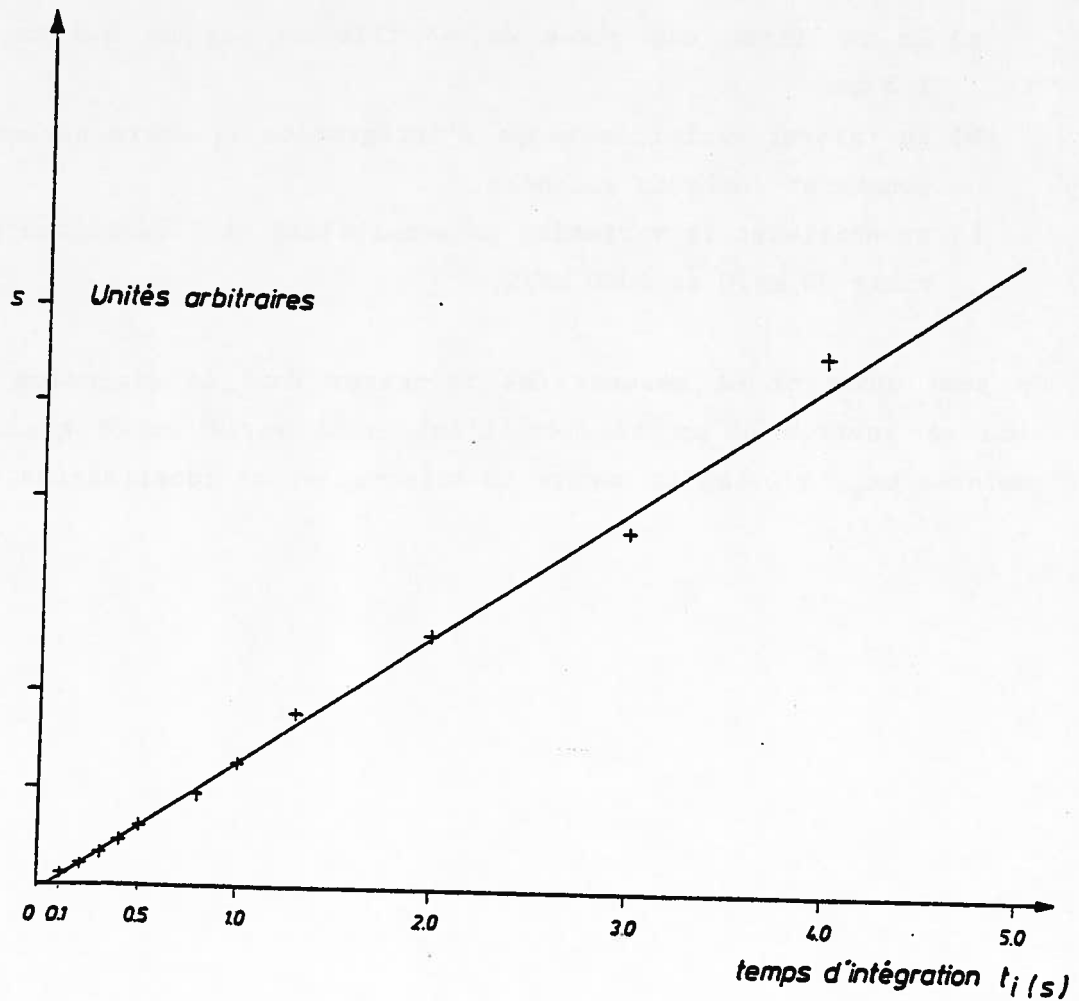


Figure 10

4) Profils

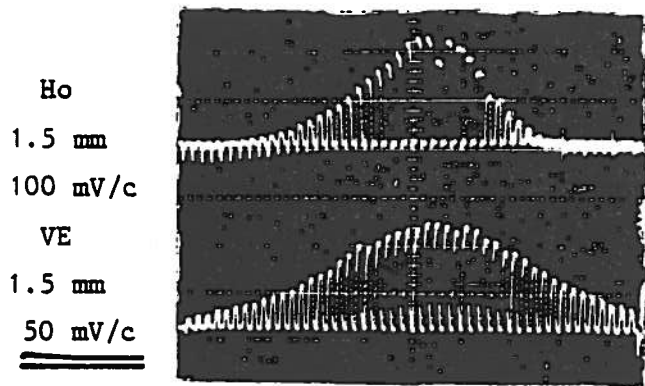
Un profil est obtenu par la lecture séquentielle des courants induits dans les 47 fils d'un plan. Ce signal représente donc la distribution spatiale du faisceau suivant une direction, horizontale ou verticale. La largeur mesurée sur un tel profil est égale, dans la représentation (x, θ) de l'émittance d'un faisceau (ou x = position, et θ = divergence), à la projection de cette émittance sur l'axe des x (fig. 14).

La figure 11 présente un ensemble de profils obtenus avec des détecteurs de pas différents et des intensités de faisceaux différentes. Elle montre que :

- a) En utilisant des plans de 47 fils au pas de 0.5 mm, 1.0 mm ou 1.5 mm,
- b) en faisant varier le temps d'intégration t_i entre quelques millisecondes et quelques secondes,
- c) en utilisant la variation de sensibilité de l'oscilloscope à mémoire entre 50 mV/C et 2000 mV/C,

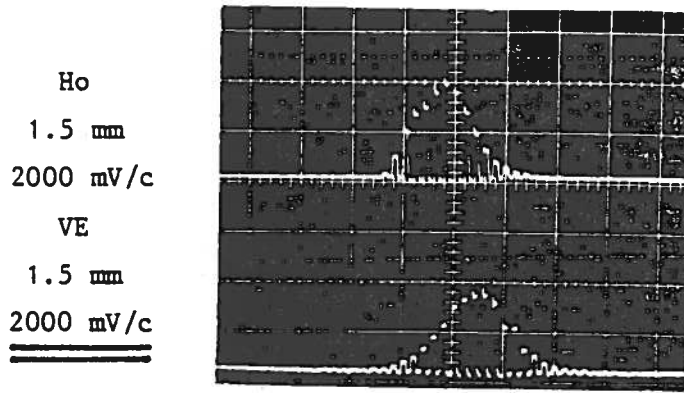
on peut observer et mesurer des faisceaux dont la dimension varie entre 1 mm et environ 60 mm et dont l'intensité varie entre quelques nA_e et quelques μA_e , suivant la nature du faisceau et sa focalisation.

+ Ar 44 meV/A ; I = 150 nA_e ; t_i = 1000 ms



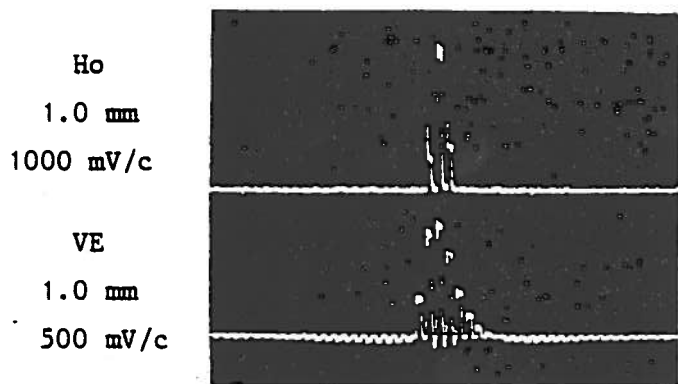
D3 PR 41

+ Ar 30 meV/A ; I = 1500 nA_e ; t_i = 1000 ms



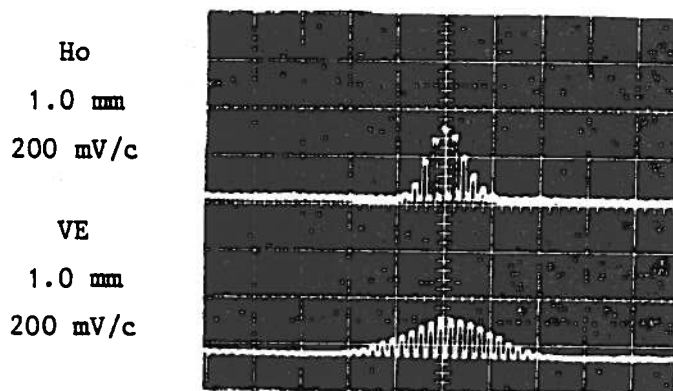
L2 PR 65

+ Kr 35 meV/A ; I = 250 nA_e ; t_i = 350 ms



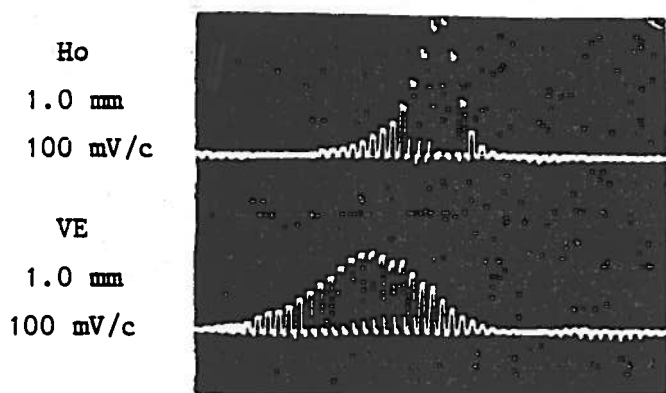
L3 PR 12

+ Ar 44 meV/A ; I = 100 nA_e ; t_i = 1000



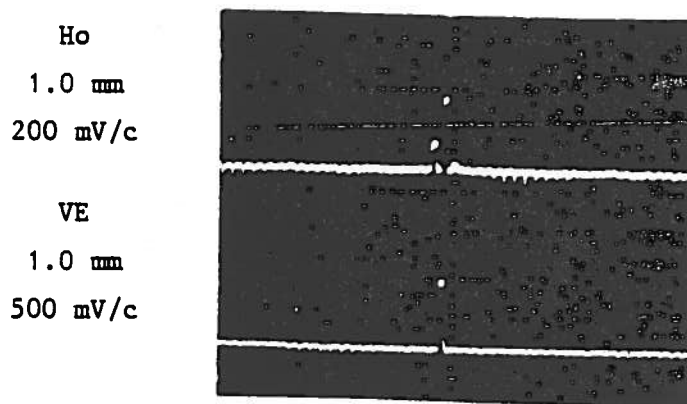
D3 PR 31

+ Ar 44 meV/A ; I = 30 nA_e ; t_i = 1000 ms



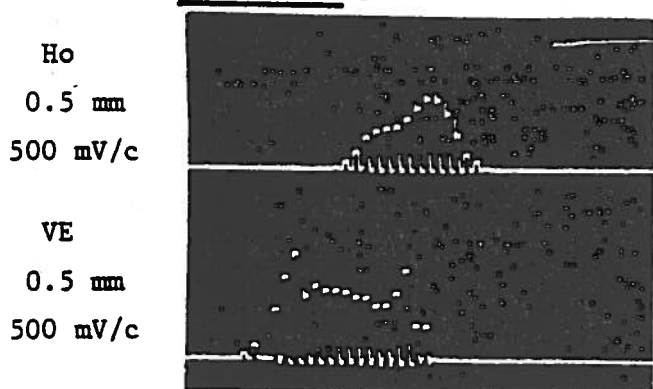
D3 PR 31

+ Xe 23 meV/A ; I = 4 nA_e ; t_i = 1500 ms



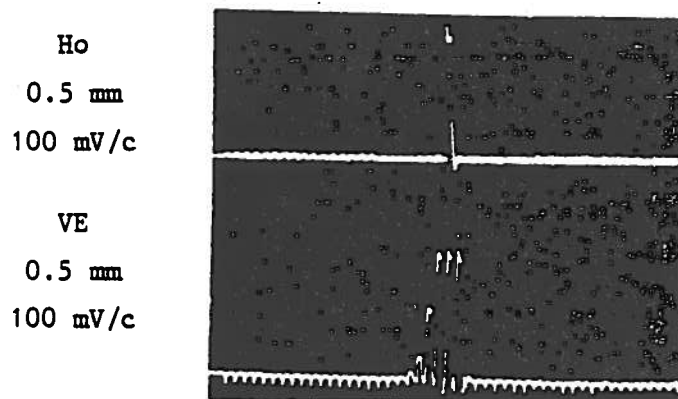
D3 PR 22

+ Oxygène ; I = 2000 nA_e ;



L1 PR 34

+ Ar 44 meV/A ; I = 100 nA_e ; t_i = 700 ms



L3 PR 25

5) Utilisation des détecteurs

Les détecteurs sont utilisés pour les réglages courants du faisceau, centrage, focalisation et plus généralement ils servent à tester les paramètres optiques affichés. Associés à des processus informatisés ils servent à tracer les enveloppes des faisceaux où à mesurer leur émittance, par exemple par la méthode du scanning (14) et (15).

Les figures 12 et 13 montrent deux exemples d'utilisation. La figure 12 représente l'adaptation d'un faisceau en un point "objet" achromatique.

- 1) du spectromètre basse énergie situé sur la ligne L_1 ,
- 2) des aires d'expériences, point image du spectromètre α .

Ces adaptations utilisent trois détecteurs situés dans une section droite sans champ. La figure 14 montre comment sont reliés, de manière directe, la largeur d'un faisceau mesurée sur un profil et l'émittance de ce faisceau.

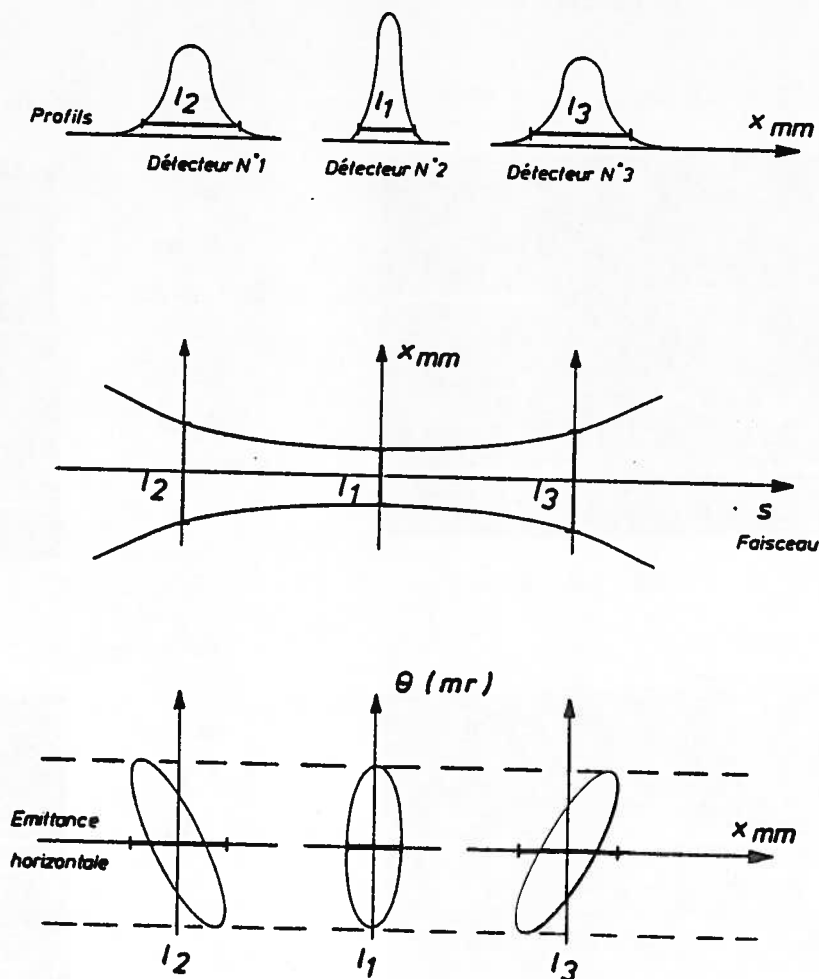


Figure 14

Argon 27 meV/A $I = 680 \text{ nA}_e$

$t_i = 1500 \text{ ms}$

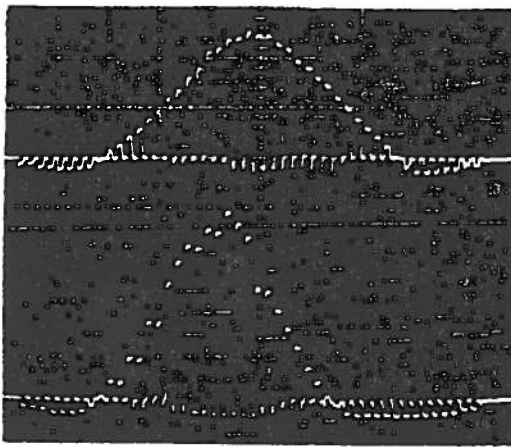
21

Krypton 35 meV/A Sortie CSS2

$t_i = 500 \text{ ms}$ $I = 70 \text{ nA}_e$

Ho
500 mV/c
pas 0.5 mm

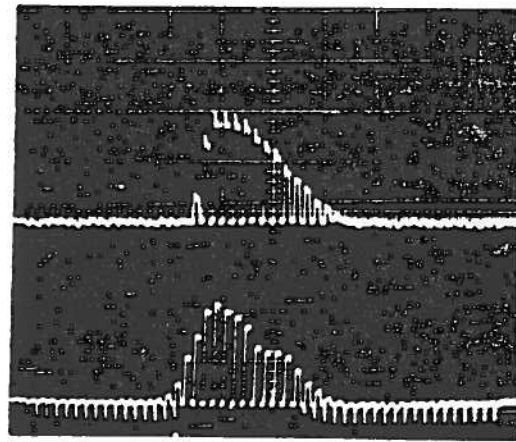
VE
500 mV/c
pas 0.5 mm



L3 PR 42

Ho
100 mV/c
pas 1.5 mm

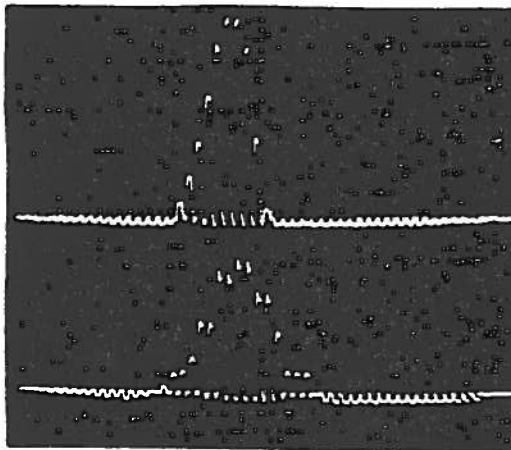
VE
100 mV/c
pas 1.0 mm



L1 PR 33

Ho
100 mV/c
pas 0.5 mm

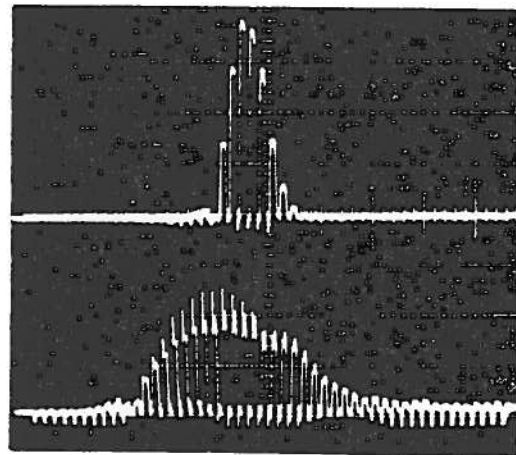
VE
100 mV/c
pas 0.5 mm



L3 PR 43

Ho
200 mV/c
pas 0.5 mm

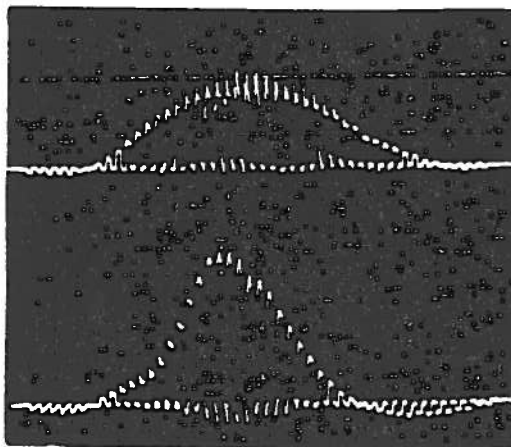
VE
100 mV/c
pas 0.5 mm



L1 PR 34

Ho
500 mV/c
pas 0.5 mm

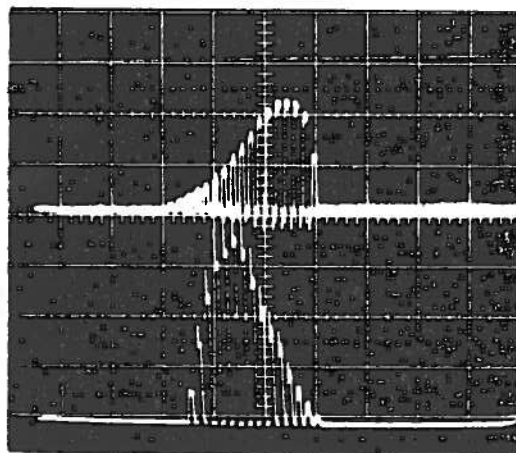
VE
500 mV/c
pas 0.5 mm



L3 PR 44

Ho
200 mV/c
pas 1.5 mm
 $\phi : 70 \mu\text{m}$

VE
200 mV/c
pas 1.0 mm
 $\phi : 70 \mu\text{m}$



L1 PR 35

Figure 12

L'adaptation qui est présentée consiste à régler le minimum de l'enveloppe du faisceau au droit du détecteur situé en position centrale, tout en imposant des dimensions sensiblement égales sur les deux autres détecteurs amont et aval.

Sur la figure 13 on montre comment mesurer la dispersion en moment (donc en énergie) d'un faisceau. Dans le cas présenté, le détecteur est situé au point image du premier dipôle du spectromètre α où le coefficient de dispersion D est de 7 cm/%.

Le pas des fils étant de 1 mm, la largeur totale Δx de 18 x 1 mm, la dispersion $\frac{\Delta p}{p}$ du faisceau est alors simplement $\frac{\Delta x}{D}$ soit $\frac{1.8 \text{ cm}}{7 \text{ cm}} \times 100\% \approx 0.25\%$

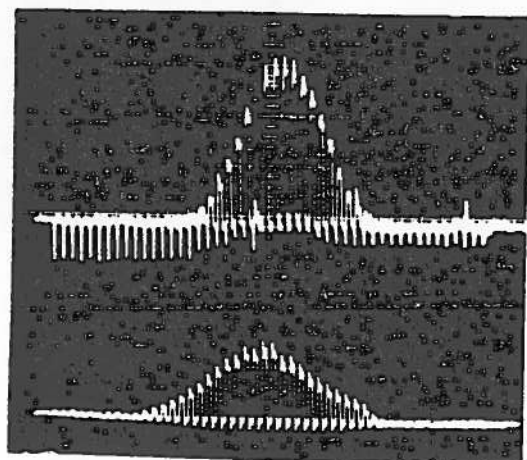
$$\text{ou } \frac{\Delta E}{E} = 2 \frac{\Delta p}{p} \approx 5 \cdot 10^{-3}.$$

D'après la figure 13b, relative à un autre faisceau, et suivant la même méthode, la dispersion $\frac{\Delta E}{E}$ du faisceau est par contre beaucoup plus

faible et évaluée à $\frac{0.45}{7}\%$ soit $6,4 \cdot 10^{-4}$.

Ar 2,2 meV/A ; $I = 140 \text{ nA}_e$; $t_i = 1500 \text{ ms}$

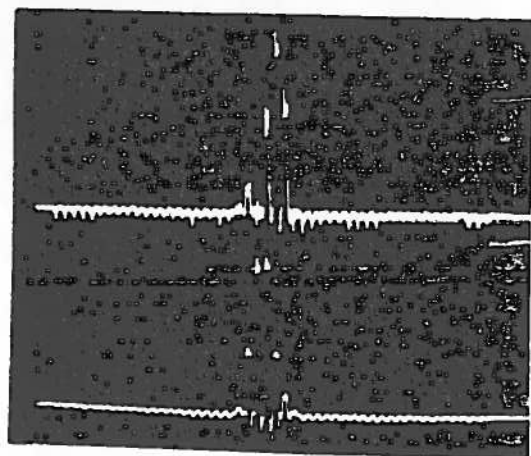
Ar 44 meV/A ;



a

HO
1 mm
200 mV/c

VE
0.5 mm
200 mV/c



b

Figure 13

Conclusion

Avec cet ensemble de détecteurs, (environ 120, soit près de 12000 fils), le GANIL possède un outil de réglage de ses faisceaux extraits, simple, d'interprétation aisée, et de bonne fiabilité, qui permet une mise au point rapide et reproductible de ses faisceaux.

La gamme de fonctionnement des détecteurs se situe entre quelques nA_e et une limite haute autour de quelques μA_e , selon la focalisation du faisceau qui varie entre 1 mm et 60 mm environ. La limite haute est due à l'échauffement des fils traversés par les ions dont la perte d'énergie est importante dans le domaine des énergies GANIL.

Références

- [1] Compte rendu des essais de détection de faisceau à ALICE
R. ANNE, GANIL 77 R/060/AE/04

- [2] Compte rendu de l'essai de détecteur de faisceau effectué à ALICE le
23.12.77
R. ANNE - GANIL 78 R/001/AI/OI

- [3] Compte rendu des essais de détecteur réalisés à ALICE les 10 et 11 mai
1978.
R. ANNE - GANIL 78/25/M

- [4] R. ANNE, A. LEFOL, G. MILLERET, and R. PERRET
A low mater beam profile secondary emission monitor
NIM 152 (1978) 395-398.

- [5] E.J. STERNGLAIS
Theory of secondary electron emission by high-speed ions
Physical review - Vol. 108 n° 1, October 1, 1957.

- [6] Estimation de la puissance dissipée par le faisceau GANIL dans le
détecteur de profil à émission secondaire
R. ANNE - GANIL 78 N/132/AE/04.

- [7] Rapport de stage GANIL 77 R/076/ME/09
Melle HIS

- [8] GUYOMARD Hervé (Stage IUT)
Etude par détection infra-rouge de l'échauffement des fils d'un
détecteur de faisceau de particules chargées
GANIL Aires expérimentales - juin 1982.

- [9] R. ANNE
Projet d'organisation des capteurs de faisceau et des liaisons entre
capteurs et casemates sur les aires expérimentales et transferts
GANIL 78 N/060/AE/OZ

- [10] R. ANNE, M. VAN DEN BOSSCHE
A secondary emission-multiwire chamber for Ganil heavy ions beams
tuning
8^e International Conference on Cyclotrons and their applications
Bloomington, Indiana 47401 - September 1978
- [11] B. PLANSKOY
Secondary electron emission from aluminium foils in high energy beam
monitors
NIM 24 (1963) 172-180
- [12] F. LOYER
Système d'observation des signaux analogiques S.O.S. Projet
d'adaptation du S.O.S. du PS du CERN
GANIL 79 N/045/CC/02
Système d'observation des signaux analogiques S.O.S.
GANIL 79 N/105/CC/11
- [13] M. PROME
Acquisition des chambres à fils
GANIL 78 N/004/CC/01
B. PIQUET
Gestion informatique des chambres à fils
GANIL 82 R/039/CC/06
- [14] B. BRU
Méthodes de mesure d'émittance pour les lignes de transfert de GANIL
Rapport interne 80.N.047.TF 02
- [15] S. LEVEEL ADAPTA GANIL RF 84-01

Nous remercions M. M. GOUTTEFANGEAS qui, dès le début, a suivi cette étude, nous a encouragés et nous a apporté le support nécessaire à cette réalisation, M. C. RICAUD pour les discussions fructueuses que nous avons eues au sujet de la mécanique des détecteurs et de leur implantation, le Bureau d'Etudes du GANIL, l'équipe de réglage des faisceaux du Secteur Exploitation, qui utilise en permanence cet équipement et a permis avec le temps d'apporter des améliorations sur l'utilisation de ces détecteurs.

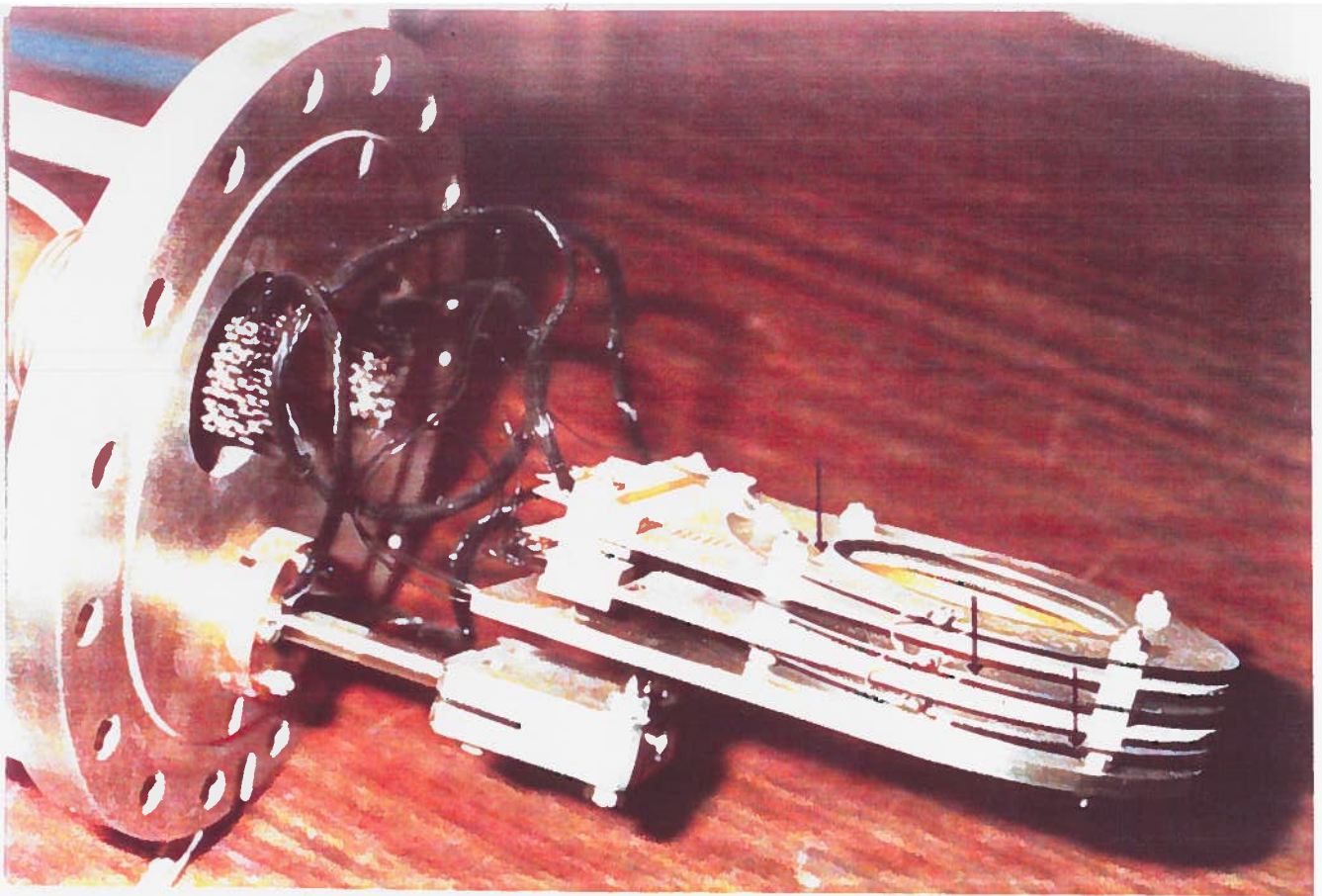


Photo 2 : Sonde de mesure vue de profil
 ↓ Anode de collection des électrons secondaires

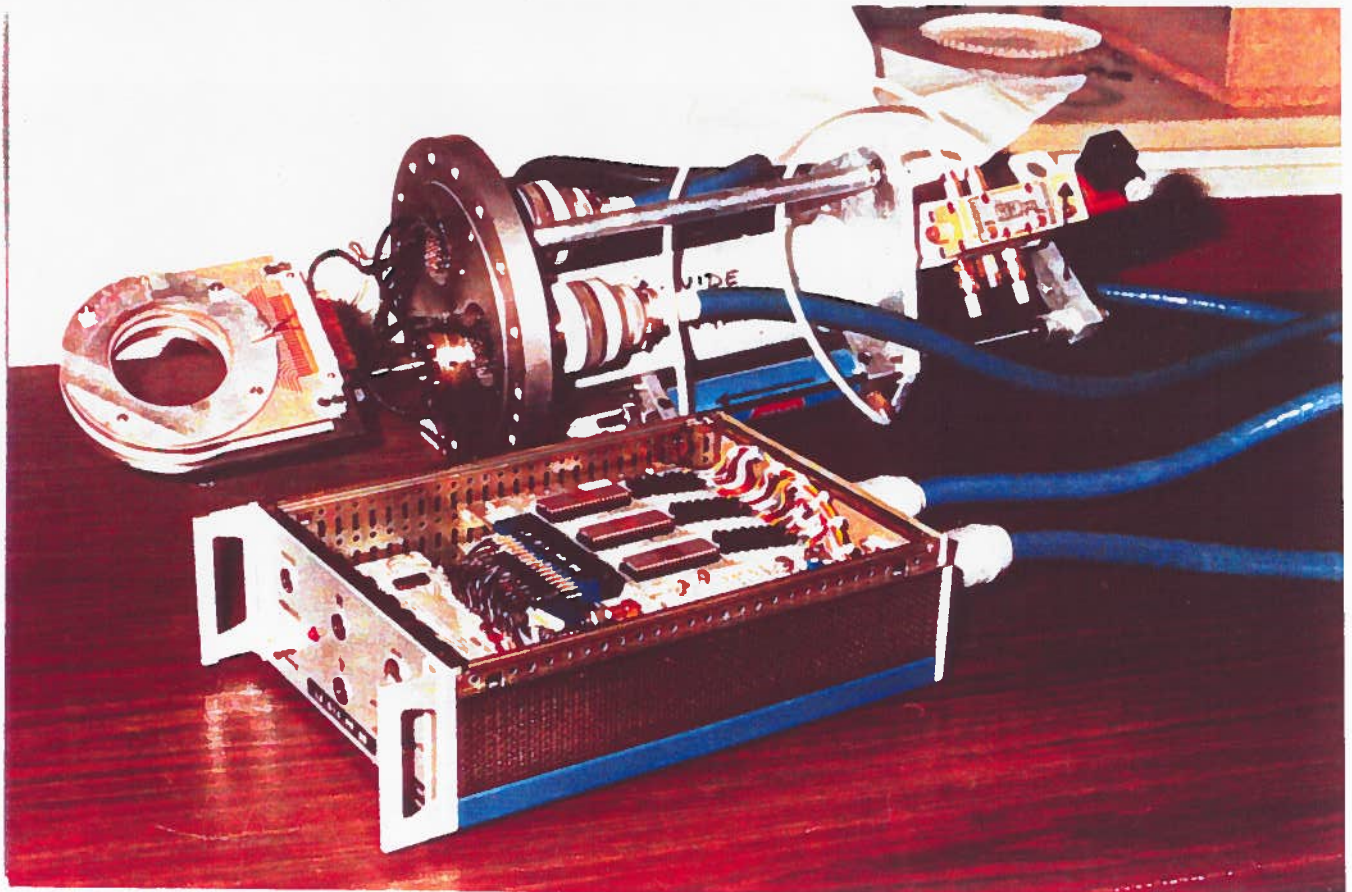


Photo 3 : Chaîne de mesure : Sonde + électronique avec sa liaison par câble multiconducteurs
 ↑ Electrovanne ; ← Verrin

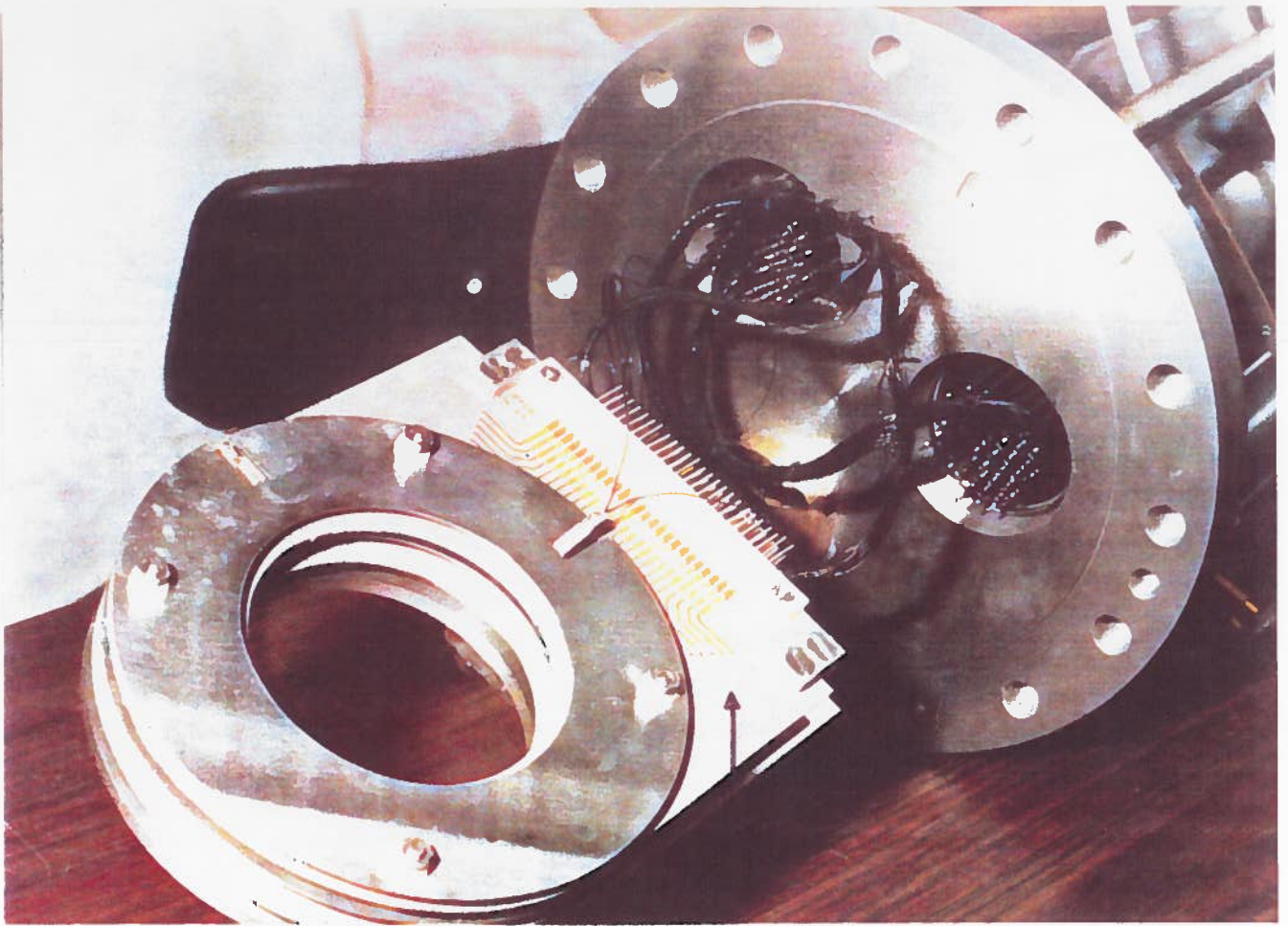


Photo 4 : Sonde vue de face
 ↑ Support en téflon-verre

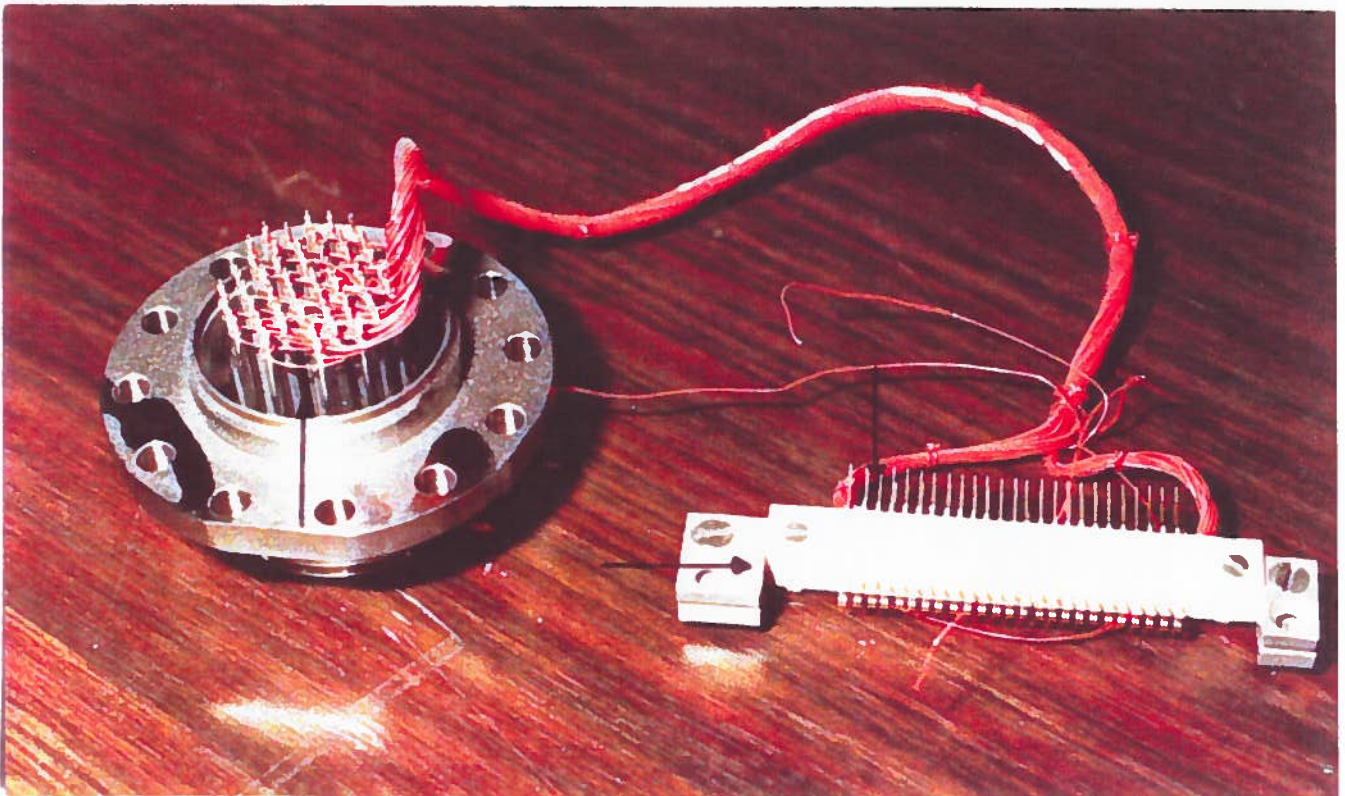


Photo 5 : câble multiconducteurs sous vide
 ↑ Connecteurs verre ; → Connecteur alumine ;
 ↓ Fil tefzel avec connexion par "wrapping"

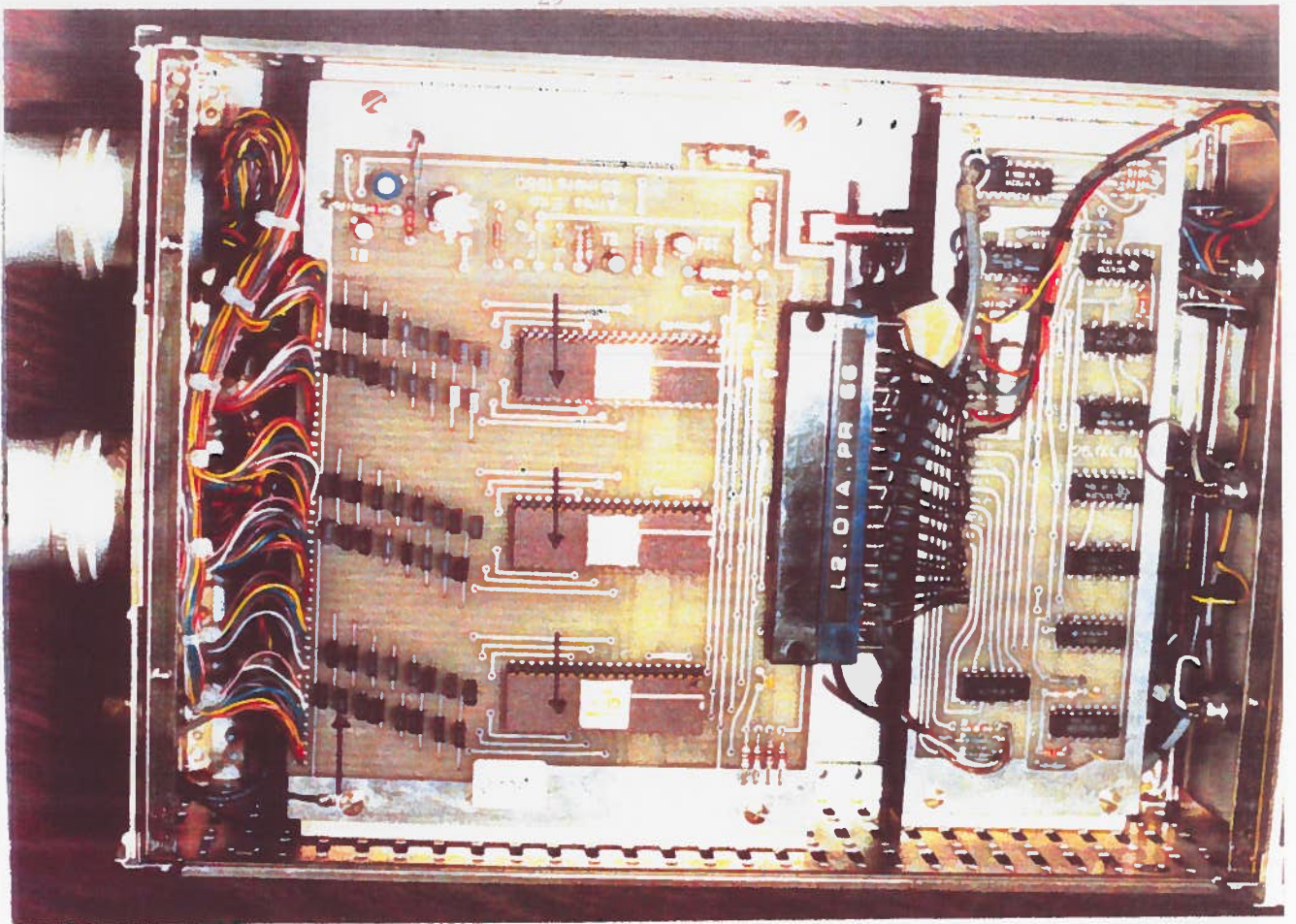


Photo 6a : Vue du coffret de dessus
 ↑ Capacité C ; ↓ Multiplexeur

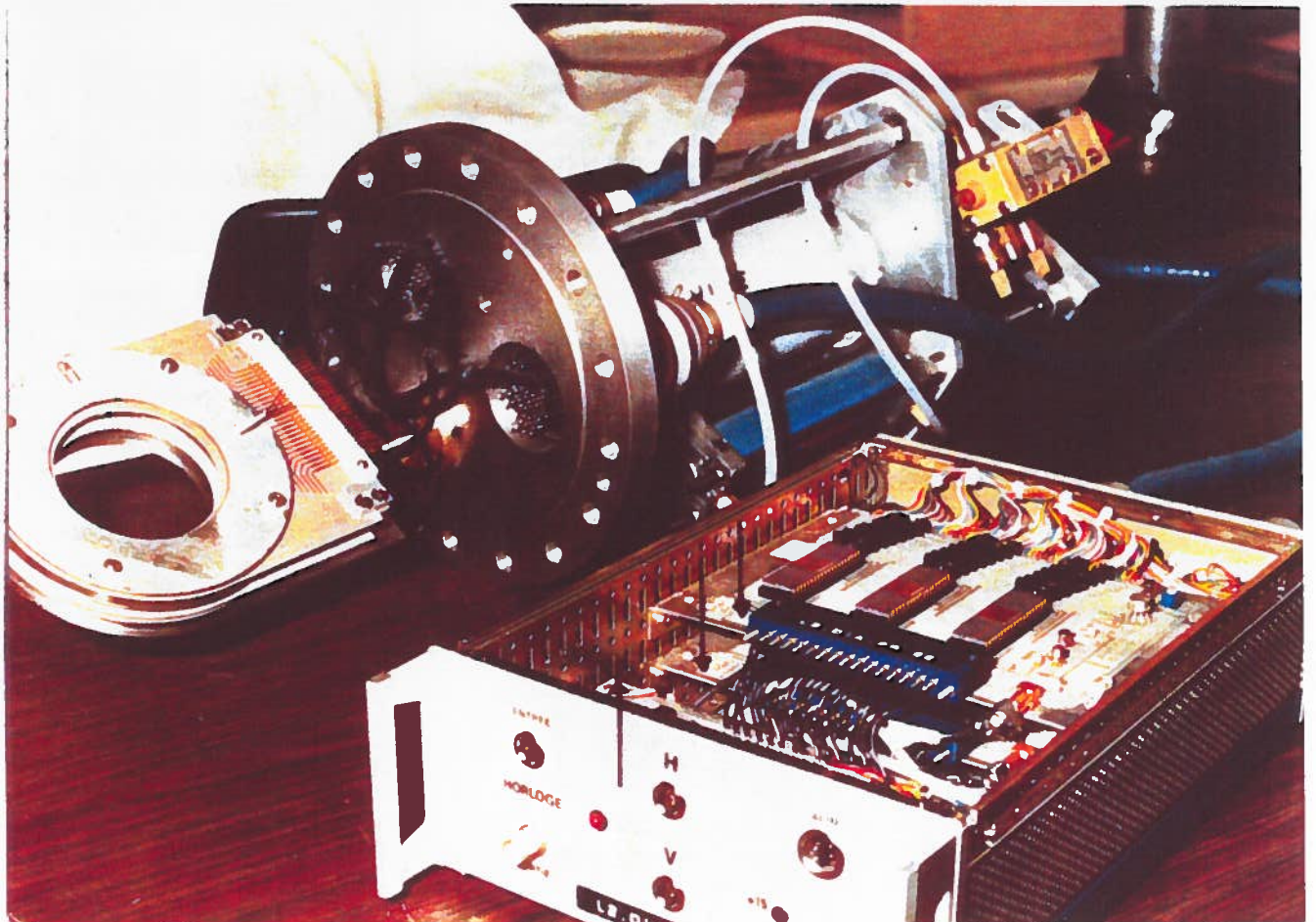


Photo 6b : Vue d'ensemble
 ↑ Carte logique ; ↓ Carte analogique

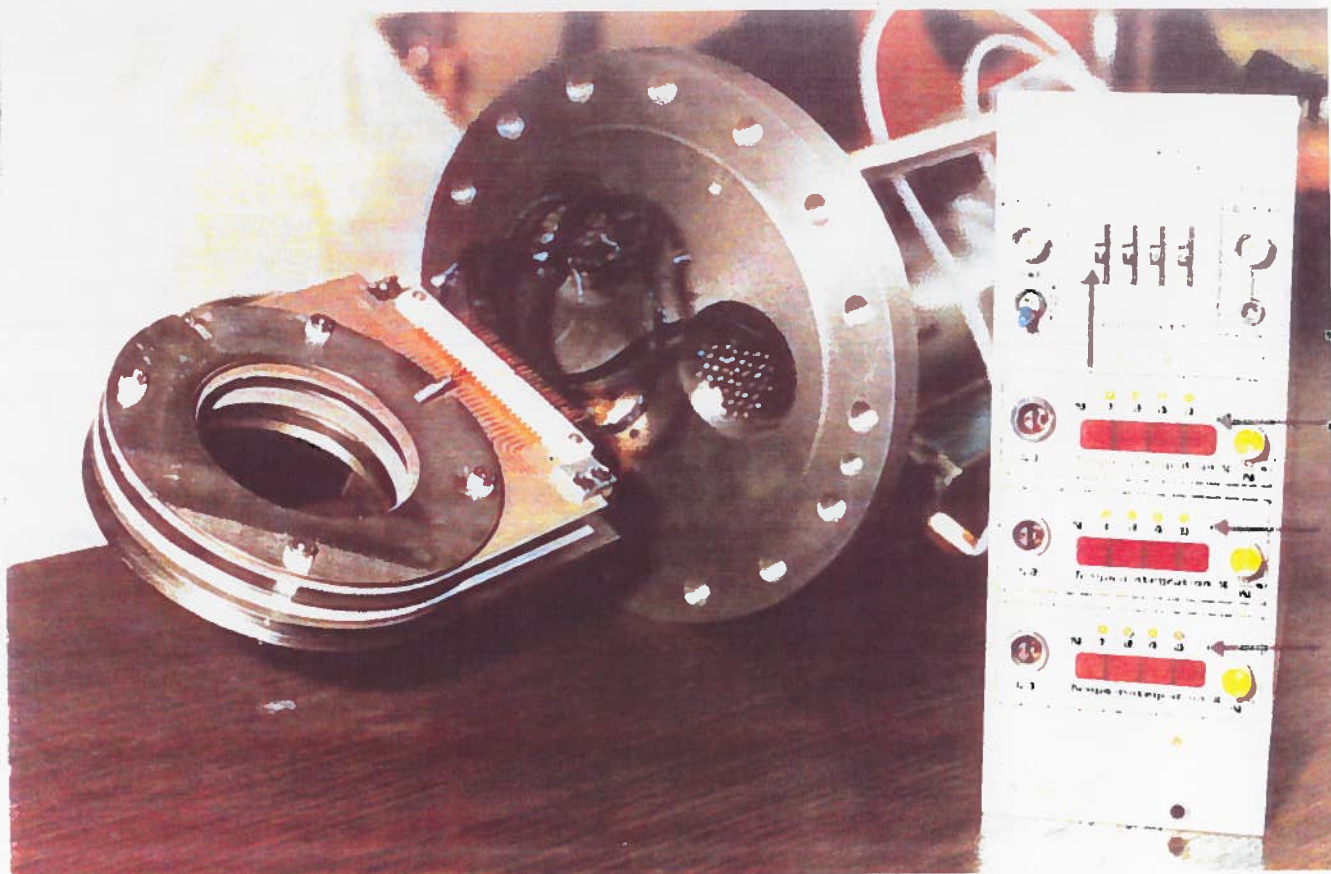


Photo 7 : Horloge pilote
 ↑ Affichage du temps d'intégration T_i en ms
 ← Diviseurs de T_i par 2-4, 8

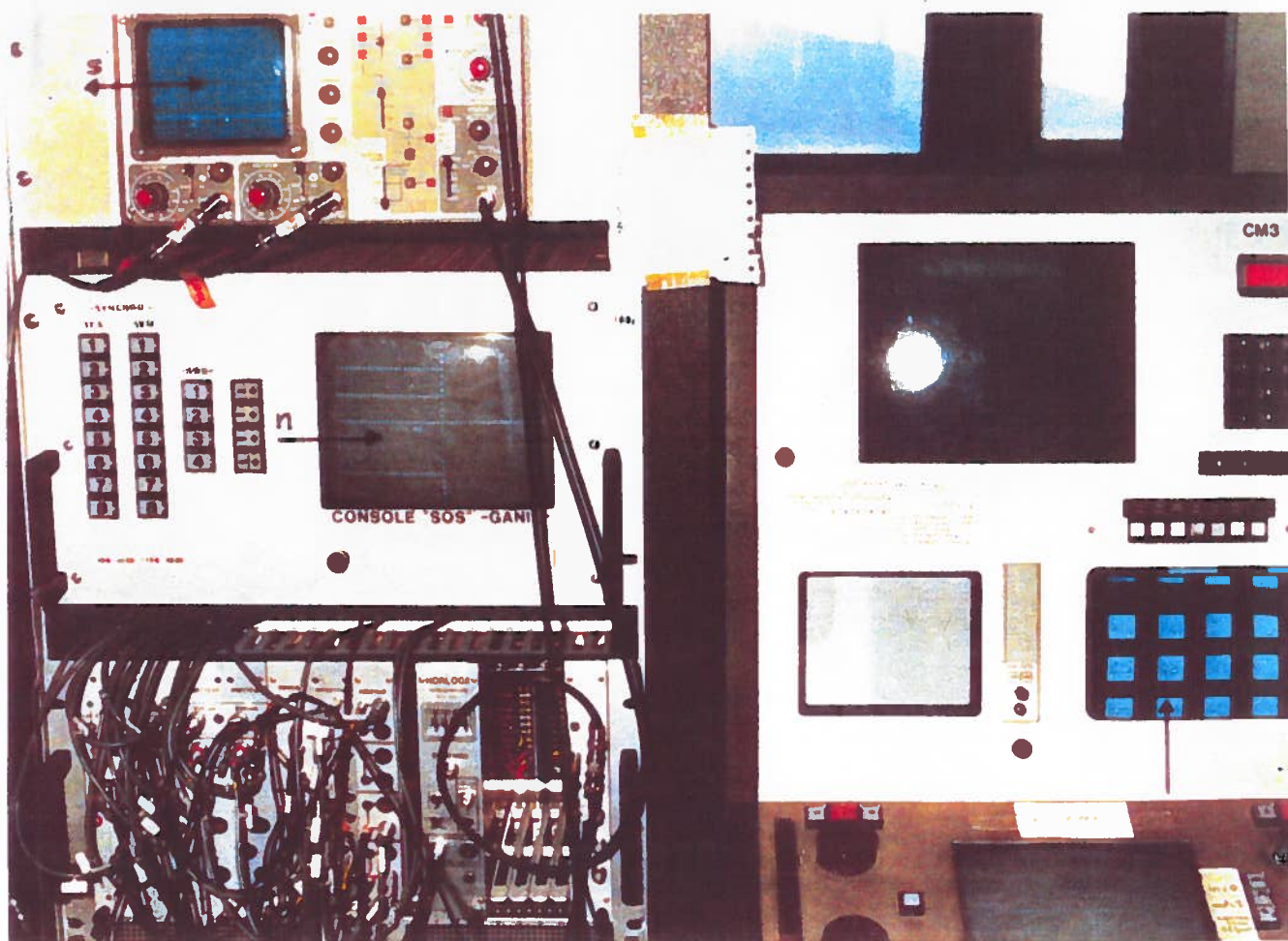
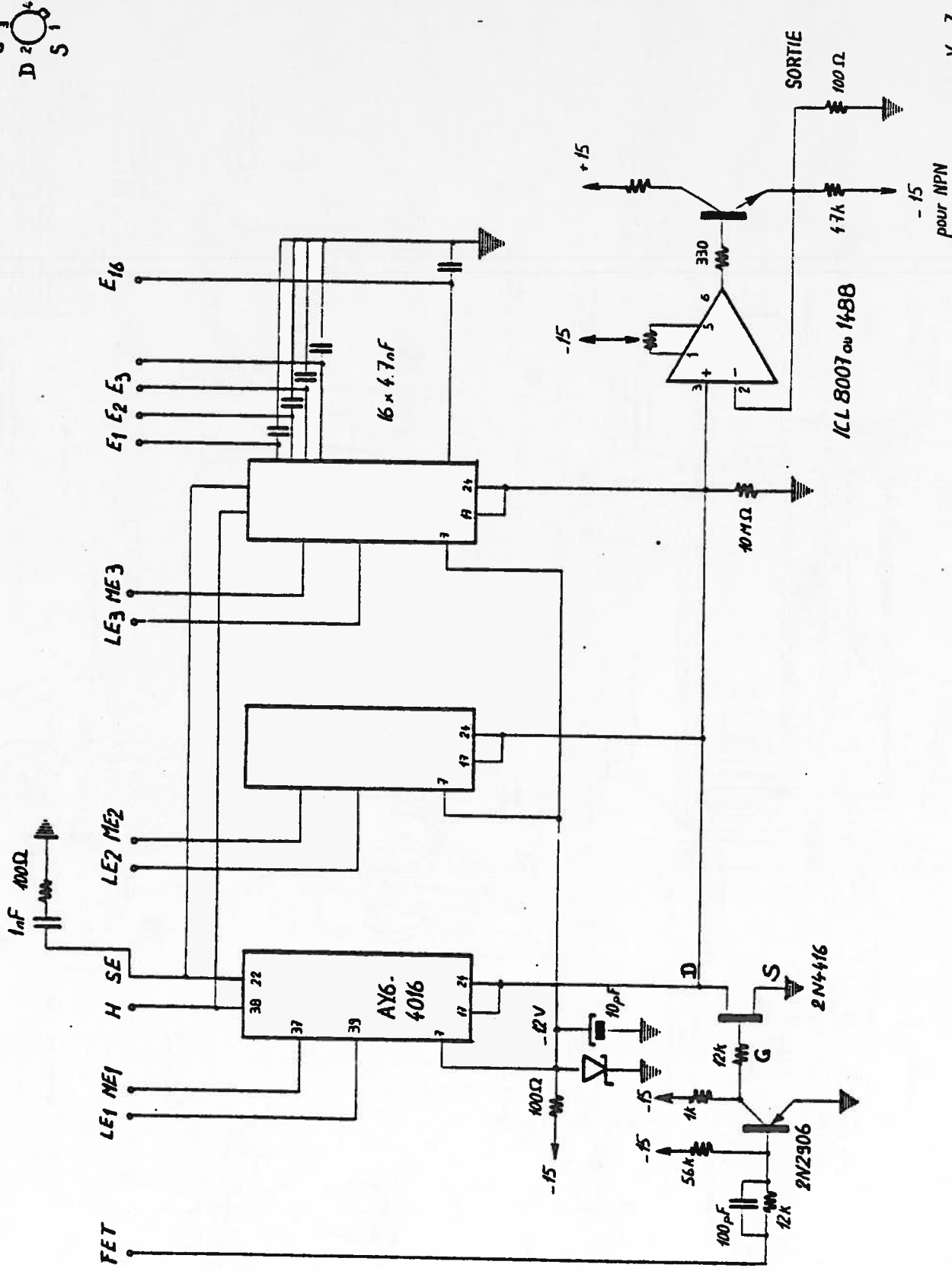


Photo 8 : Console de commande
 ↑ Insertion de détecteurs ; Profils adressés par S.O.S. (nom et signal) →



1 = 5 = 5V



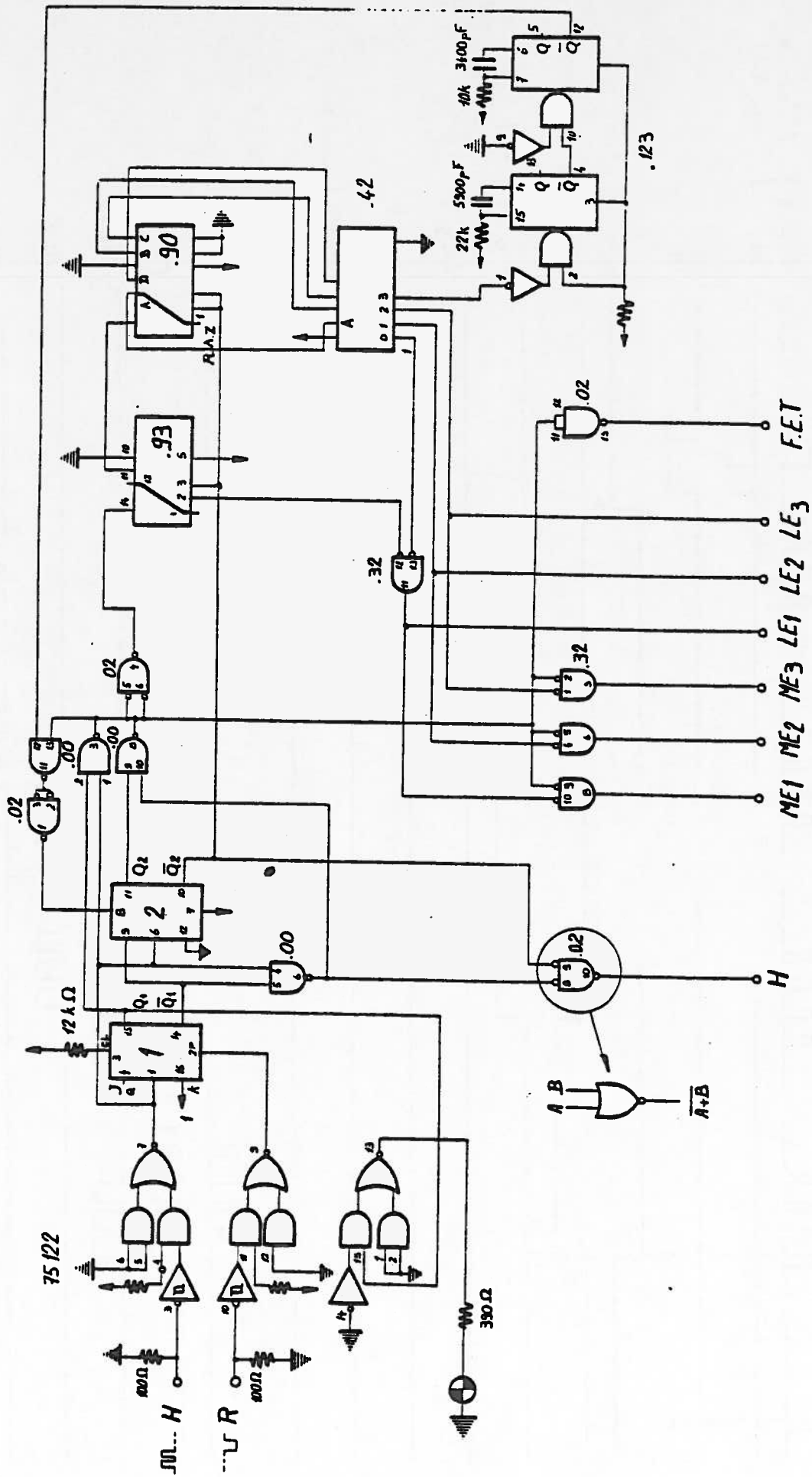
GANIL
CEA - CAEN - IN²P³

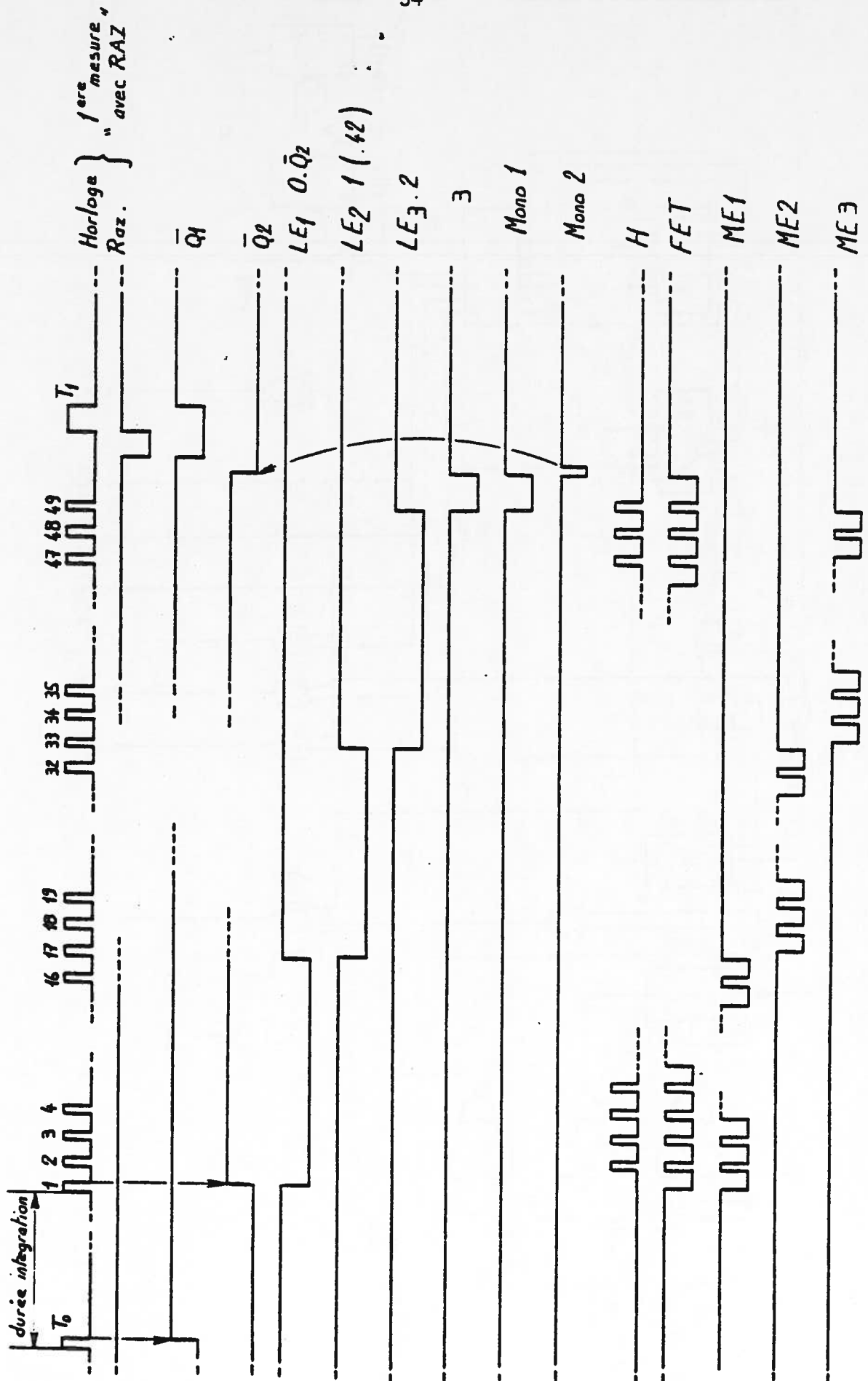
GRUPE
3.20

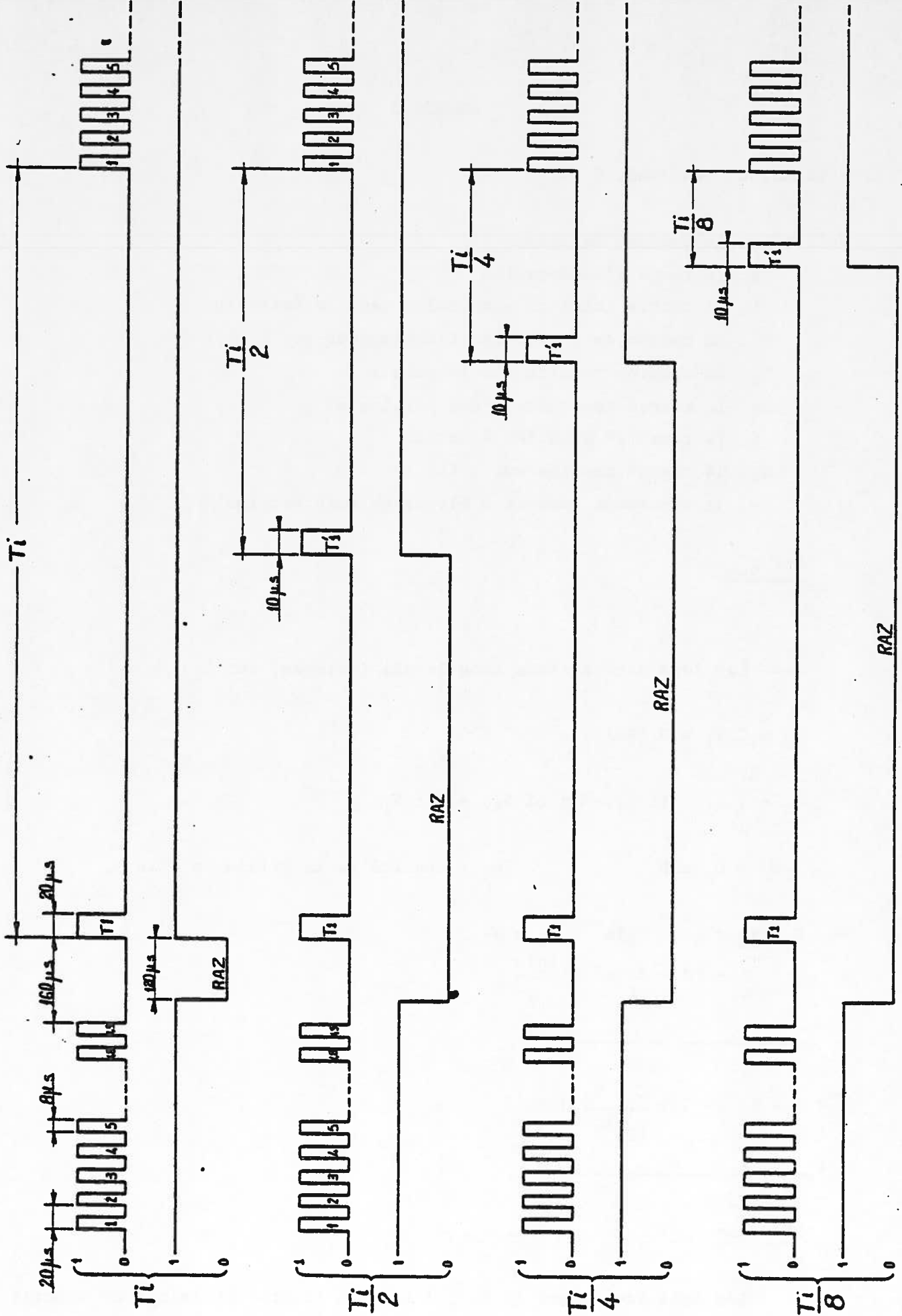
MULTIPLEXEUR
(48 VOIES ANALOGIQUES 6388+)

MODIFICATIONS
DESS.
DATE 02.86

N° 3.20/017







GANIL

GRUPE

DIAGRAMMES DES SORTIES $T_i, T_i/2, T_i/4, T_i/8$
(en mode normal)

MODIFICATIONS

0800
DATE 02 86

N° 3.20/003

CEA - CAEN - IN2P3

3.20

ANNEXE 3

- Calcul du rendement R

Soient i_F , le courant faisceau

t , le temps d'intégration

N , le nombre total de particules dans le faisceau

N_i , le nombre de particules interceptées par le fil i

V_i , la tension induite sur la voie i

Z_i , la charge incidente d'une particule

C , la capacité associée à un fil

Q_i , la charge mesurée sur 1 fil

R , le rendement (nombre d'électrons émis par ion).

1^{er} cas

Les ions sont arrêtés dans le fil (exemple, sur L_1)

$$Q_i = C V_i = N_i (R + Z_i) e^-$$

$$Q_t = \sum_1^{47} Q_i = (R + Z_i) e^- \times (\sum N_i) = C \sum V_i$$

$$\sum N_i = O_p \times N$$

O_p : opacité de la grille de fils

$$\begin{aligned} \Rightarrow C \sum V_i &= (R + Z_i) e^- \times O_p \times N \\ &= (R + Z_i) e^- \times \frac{i_F t}{Z_i e^-} \end{aligned}$$

$$\Rightarrow R = Z_i \left[-1 + \frac{C \sum V_i}{O_p i_F t} \right]$$

2^{ème} cas

Les ions traversent le fil, l'ion est épluché et laisse en moyenne $(Z_e - Z_i)$ électrons dans le fil avec :

Z_e = charge d'équilibre

$$Q_i = C V_i = N_i (R - (Z_e - Z_i)) e^-$$

$$C \sum_i V_i = (R - (Z_e - Z_i)) e^- \quad 0 \quad x \quad \frac{i_F t}{Z_i e^-}$$

$$\Rightarrow \left[R = Z_i \left[-1 + \frac{C \sum V_i}{O_p i_F t} \right] + Z_e \right]$$

Références du matériel

- a) Connecteur alumine SVT
- b) Embase Jaeger SVT - 52 contacts-sorties à wrapper
- c) Connecteur Socapex-SPT06 W-22-55S
- d) Fiche femelle Jaeger - 52 contacts Réf. 530 703
- e) Téflon verre - DICLAD 527/2/35/16 (3M)
- f) Tefzel - KWZA30 (FILECA)
- g) Multiplexeur Borer 1701A
CAD Borer 1243
- h) Kinetic 3087
- i) JREIO Schlumberger
- j) Schlumberger JCAMIO

?RUN/2/1/44

LIGNE L1

NUMERO	NOM OPERATIONNEL	MUX/VOI/CLK	PAS	ORIG	COEF
1	L1.DIA.PR11.HD	17 1 0	2.000	0.	1.163
2	L1.DIA.PR11.VE	17 2 0	2.000	0.	1.186
3	L1.DIA.PR12.HD	17 3 0	1.500	0.	.9780
4	L1.DIA.PR12.VE	17 4 0	1.000	0.	1.177
5	L1.DIA.PR13.HD	17 5 0	1.500	0.	1.000
6	L1.DIA.PR13.VE	17 6 0	1.000	0.	1.191
7	L1.DIA.PR21.HD	17 7 0	1.500	0.	1.000
8	L1.DIA.PR21.VE	17 8 0	1.500	0.	1.000
9	L1.DIA.PR22.HD	17 9 0	1.500	0.	1.000
10	L1.DIA.PR22.VE	17 10 0	1.000	0.	1.000
11	L1.DIA.PR23.HD	17 11 0	1.500	0.	1.000
12	L1.DIA.PR23.VE	17 12 0	1.000	0.	1.000
13	L1.DIA.PR31.HD	17 13 0	1.000	0.	1.148
14	L1.DIA.PR31.VE	17 14 0	1.000	0.	1.191
15	L1.DIA.PR33.HD	17 15 0	1.500	0.	1.021
16	L1.DIA.PR33.VE	15 1 0	1.000	0.	1.291
17	L1.DIA.PR34.HD	15 2 0	.5000	0.	.6458
18	L1.DIA.PR34.VE	15 3 0	.5000	0.	.6458
19	L1.DIA.PR35.HD	15 4 0	1.500	0.	1.000
20	L1.DIA.PR35.VE	15 5 0	1.000	0.	1.000
21	L1.DIA.PR41.HD	15 6 0	1.000	0.	1.177
22	L1.DIA.PR41.VE	15 7 0	.5000	0.	.6590
23	L1.DIA.PR42.HD	15 8 0	1.500	0.	1.000
24	L1.DIA.PR42.VE	15 9 0	1.000	0.	1.291
25	L1.DIA.PR51.HD	15 10 0	1.500	0.	.9780
26	L1.DIA.PR51.VE	15 11 0	1.000	0.	1.385
27	L1.DIA.PR52.HD	15 12 0	1.000	0.	1.248
28	L1.DIA.PR52.VE	15 13 0	1.000	0.	1.262
29	L1.DIA.PR53.HD	15 14 0	1.000	0.	1.276
30	L1.DIA.PR53.VE	15 15 0	1.000	0.	1.385
31	L1.DIA.PR61.HD	7 1 0	1.000	0.	1.276
32	L1.DIA.PR61.VE	7 2 0	1.000	0.	1.291
33	L1.DIA.PR62.HD	7 3 0	1.000	0.	1.191
34	L1.DIA.PR62.VE	7 4 0	1.000	0.	1.177
35	L1.DIA.PR63.HD	7 5 0	1.000	0.	1.276
36	L1.DIA.PR63.VE	7 6 0	1.000	0.	1.385
37	L1.DIA.PR64.HD	7 7 0	1.500	0.	.8510
38	L1.DIA.PR64.VE	7 8 0	1.500	0.	.8380
39	L1.DIA.PR65.HD	7 9 0	1.500	0.	.8510
40	L1.DIA.PR65.VE	7 10 0	1.500	0.	.8510
41	L1.DIA.PR66.HD	7 11 0	3.000	0.	2.042
42	L1.DIA.PR66.VE	7 12 0	3.000	0.	2.085
43	L1.DIA.PR71.HD	7 13 0	1.000	0.	1.220
44	L1.DIA.PR71.VE	7 14 0	1.000	0.	1.262

?RUN/2/45/76

LIGNE L2

NUMERO	NOM OPERATIONNEL	MUX/VOI/CLK	PAS	ORIG	COEF
45	L2.DIA.PR11.HD	5 1 0	1.000	0.	1.000
46	L2.DIA.PR11.VE	5 2 0	1.000	0.	.9550
47	L2.DIA.PR12.HD	5 3 0	1.000	0.	.9770
48	L2.DIA.PR12.VE	5 4 0	1.000	0.	.9430
49	L2.DIA.PR21.HD	5 5 0	1.000	0.	1.034
50	L2.DIA.PR21.VE	5 6 0	1.000	0.	1.034
51	L2.DIA.PR22.HD	5 7 0	1.000	0.	.9320
52	L2.DIA.PR22.VE	5 8 0	1.000	0.	.9090
53	L2.DIA.PR23.HD	5 9 0	1.000	0.	.4550
54	L2.DIA.PR23.VE	5 10 0	1.000	0.	.4660
55	L2.DIA.PR51.HD	16 1 0	1.000	0.	.5450
56	L2.DIA.PR51.VE	16 2 0	1.000	0.	.4660
57	L2.DIA.PR53.HD	16 3 0	1.000	0.	.5340
58	L2.DIA.PR53.VE	16 4 0	1.000	0.	.4430
59	L2.DIA.PR54.HD	16 5 0	.5000	0.	.5220
60	L2.DIA.PR54.VE	16 6 0	.5000	0.	.5850
61	L2.DIA.PR55.HD	16 7 0	1.000	0.	1.000
62	L2.DIA.PR55.VE	16 8 0	1.000	0.	1.000
63	L2.DIA.PR61.HD	16 9 0	1.000	0.	.5340
64	L2.DIA.PR61.VE	16 10 0	1.000	0.	.5570
65	L2.DIA.PR62.HD	16 11 0	1.000	0.	.5340
66	L2.DIA.PR62.VE	16 12 0	1.000	0.	.4550
67	L2.DIA.PR63.HD	16 13 0	1.000	0.	.5340
68	L2.DIA.PR63.VE	16 14 0	1.000	0.	.4550
69	L2.DIA.PR64.HD	16 15 0	1.000	0.	.5570
70	L2.DIA.PR64.VE	14 1 0	1.000	0.	.5230
71	L2.DIA.PR65.HD	14 2 0	1.500	0.	.7840
72	L2.DIA.PR65.VE	14 3 0	1.500	0.	.8350
73	L2.DIA.PR66.HD	14 4 0	3.000	0.	1.602
74	L2.DIA.PR66.VE	14 5 0	3.000	0.	1.670
75	L2.DIA.PR71.HD	14 6 0	1.000	0.	.5570
76	L2.DIA.PR71.VE	14 7 0	1.000	0.	.5570

DETECTEURS DES LIGNES L₁ ET L₂Tableau 1a

?RUN/2/77/184

?RUN/2/185/146

ARETE DE POISSON

LIGNE L3

NUMERO	NOM OPERATIONNEL	MUX/VOI/CLK	PAS	ORIG	COEF	NUMERO	NOM OPERATIONNEL	MUX/VOI/CLK	PAS	ORIG	COEF
77	L3.DIA.PR11.HO	14 8 0	1.000	0.	1.000	185	AR.DIA.PR181.HO	17 1 1	1.000	0.	.9280
78	L3.DIA.PR11.VE	14 9 0	1.000	0.	1.000	186	AR.DIA.PR181.VE	17 2 1	1.000	0.	.8810
79	L3.DIA.PR12.HO	14 10 0	1.000	0.	1.000	187	AR.DIA.PR182.HO	17 11 1	.5000	0.	.9360
80	L3.DIA.PR12.VE	14 11 0	1.000	0.	1.000	188	AR.DIA.PR182.VE	17 12 1	.5000	0.	1.070
81	L3.DIA.PR21.HO	14 12 0	1.000	0.	1.000	189	AR.DIA.PR183.HO	15 6 1	1.000	0.	.9520
82	L3.DIA.PR21.VE	14 13 0	1.000	0.	1.000	110	AR.DIA.PR183.VE	15 7 1	1.000	0.	.9280
83	L3.DIA.PR22.HO	14 14 0	1.000	0.	1.024	111	AR.DIA.PR201.HO	7 5 1	.5000	0.	.9880
84	L3.DIA.PR22.VE	14 15 0	1.000	0.	1.024	112	AR.DIA.PR201.VE	7 6 1	.5000	0.	1.083
85	L3.DIA.PR23.HO	6 1 0	1.000	0.	1.024	113	AR.DIA.PR202.HO	7 7 1	1.000	0.	.9760
86	L3.DIA.PR23.VE	6 2 0	1.000	0.	1.024	114	AR.DIA.PR202.VE	7 8 1	1.000	0.	.9520
87	L3.DIA.PR24.HO	6 3 0	1.000	0.	1.167	115	AR.DIA.PR203.HO	5 4 1	.5000	0.	.9880
88	L3.DIA.PR24.VE	6 4 0	.5000	0.	.9640	116	AR.DIA.PR203.VE	5 5 1	.5000	0.	.9040
89	L3.DIA.PR25.HO	6 5 0	.5000	0.	1.035	117	AR.DIA.PR204.HO	5 6 1	.5000	0.	1.030
90	L3.DIA.PR25.VE	6 6 0	.5000	0.	1.050	118	AR.DIA.PR204.VE	5 7 1	.5000	0.	1.030
91	L3.DIA.PR26.HO	6 7 0	1.000	0.	1.000	119	AR.DIA.PR301.HO	5 10 1	.5000	0.	1.000
92	L3.DIA.PR26.VE	6 8 0	.5000	0.	1.000	120	AR.DIA.PR301.VE	5 11 1	.5000	0.	.4480
93	L3.DIA.PR31.HO	6 9 0	1.000	0.	1.167	121	AR.DIA.PR302.HO	5 14 1	.5000	0.	1.000
94	L3.DIA.PR31.VE	6 10 0	.5000	0.	1.012	122	AR.DIA.PR302.VE	5 15 1	.5000	0.	1.083
95	L3.DIA.PR32.HO	6 11 0	1.500	0.	1.536	123	AR.DIA.PRA01.HO	16 1 1	.5000	0.	1.059
96	L3.DIA.PR32.VE	6 12 0	1.000	0.	1.024	124	AR.DIA.PRA01.VE	16 2 1	.5000	0.	1.107
97	L3.DIA.PRA1.HO	6 13 0	1.000	0.	1.071	125	AR.DIA.PRA02.HO	16 3 1	.5000	0.	1.059
98	L3.DIA.PRA1.VE	6 14 0	1.000	0.	1.071	126	AR.DIA.PRA02.VE	16 4 1	.5000	0.	1.119
99	L3.DIA.PRA2.HO	6 15 0	1.000	0.	1.000	127	AR.DIA.PRA01.HO	16 5 1	.5000	0.	1.070
100	L3.DIA.PRA2.VE	4 1 0	1.000	0.	1.000	128	AR.DIA.PRA01.VE	16 6 1	.5000	0.	1.142
101	L3.DIA.PRA3.HO	4 2 0	1.000	0.	1.071	129	AR.DIA.PRA02.HO	16 15 1	.5000	0.	1.070
102	L3.DIA.PRA3.VE	4 3 0	1.000	0.	1.071	130	AR.DIA.PRA02.VE	14 1 1	.5000	0.	1.140
103	L3.DIA.PRA4.HO	4 4 0	1.000	0.	1.167	131	AR.DIA.PR1D0.HO	17 3 1	1.000	0.	.9280
104	L3.DIA.PRA4.VE	4 5 0	1.000	0.	1.167	132	AR.DIA.PR1D0.VE	17 4 1	1.000	0.	.9040
						133	AR.DIA.PR2D0.HO	7 9 1	1.000	0.	.9760
						134	AR.DIA.PR2D0.VE	7 10 1	1.000	0.	.9040
						135	AR.DIA.PR3D0.HO	5 12 1	1.000	0.	2.140
						136	AR.DIA.PR3D0.VE	5 13 1	1.000	0.	2.329
						137	AR.DIA.PRA5D0.HO	16 7 1	1.000	0.	2.140
						138	AR.DIA.PRA5D0.VE	16 8 1	1.000	0.	2.349
						139	AR.DIA.PR1G0.HO	17 13 1	1.000	0.	.9520
						140	AR.DIA.PR1G0.VE	17 14 1	1.000	0.	.9040
						141	AR.DIA.PR2G0.HO	15 8 1	1.000	0.	.9760
						142	AR.DIA.PR2G0.VE	15 9 1	1.000	0.	.8800
						143	AR.DIA.PR3G0.HO	5 8 1	1.000	0.	2.140
						144	AR.DIA.PR3G0.VE	5 9 1	1.000	0.	2.380
						145	AR.DIA.PRA60.HO	14 2 1	1.000	0.	2.160
						146	AR.DIA.PRA60.VE	14 3 1	1.000	0.	2.420

DETECTEURS DE LA LIGNE L3 ET DE L'ARETE DE POISSON

Tableau 1b

?RUN/2/177/214

SALLES GAUCHE

NUMERO	NOM OPERATIONNEL	MUX/VOI/CLK	PAS	ORIG	COEF
177	SG. DIA. PR111. HO	17 15 3	1.500	0.	1.460
178	SG. DIA. PR111. VE	15 1 3	1.000	0.	.9200
179	SG. DIA. PR112. HO	15 2 3	1.000	0.	1.460
180	SG. DIA. PR112. VE	15 3 3	1.000	0.	.9200
181	SG. DIA. PR113. HO	15 4 3	1.500	0.	1.680
182	SG. DIA. PR113. VE	15 5 3	1.500	0.	1.680
183	SG. DIA. PR211. HO	15 10 3	1.000	0.	1.090
184	SG. DIA. PR211. VE	15 11 3	1.000	0.	1.090
185	SG. DIA. PR212. HO	15 12 3	1.000	0.	1.090
186	SG. DIA. PR212. VE	15 13 3	1.000	0.	1.090
187	SG. DIA. PR213. HO	15 14 3	1.500	0.	1.680
188	SG. DIA. PR213. VE	15 15 3	1.500	0.	1.680
189	SG. DIA. PR221. HO	7 2 3	1.500	0.	1.460
190	SG. DIA. PR221. VE	7 1 3	1.500	0.	1.460
191	SG. DIA. PR222. HO	7 3 3	1.000	0.	1.090
192	SG. DIA. PR222. VE	7 4 3	1.000	0.	1.090
193	SG. DIA. PR223. HO	5 2 3	1.500	0.	1.680
194	SG. DIA. PR223. VE	5 3 3	1.500	0.	1.680
195	SG. DIA. PR311. HO	6 5 3	1.000	0.	1.090
196	SG. DIA. PR311. VE	6 6 3	1.000	0.	1.090
197	SG. DIA. PR312. HO	6 7 3	.5000	0.	1.070
198	SG. DIA. PR312. VE	6 8 3	.5000	0.	1.150
199	SG. DIA. PR313. HO	6 9 3	1.500	0.	1.460
200	SG. DIA. PR313. VE	6 10 3	1.000	0.	.9200
201	SG. DIA. PR314. HO	6 11 3	1.500	0.	1.680
202	SG. DIA. PR314. VE	6 12 3	1.000	0.	1.170
203	SG. DIA. PR315. HO	6 13 3	1.500	0.	1.710
204	SG. DIA. PR315. VE	6 14 3	1.000	0.	.9200
205	SG. DIA. PR316. HO	6 15 3	.5000	0.	.9800
206	SG. DIA. PR316. VE	4 1 3	.5000	0.	.9800
207	SG. DIA. PR411. HO	4 2 3	1.000	0.	1.120
208	SG. DIA. PR411. VE	4 3 3	1.000	0.	1.120
209	SG. DIA. PR412. HO	4 4 3	1.000	0.	1.120
210	SG. DIA. PR412. VE	4 5 3	1.000	0.	1.120
211	SG. DIA. PR421. HO	4 6 3	1.000	0.	1.120
212	SG. DIA. PR421. VE	4 7 3	1.000	0.	1.120
213	SG. DIA. PR32. HO	4 8 3	1.000	0.	1.120
214	SG. DIA. PR32. VE	4 9 3	1.000	0.	1.120

?RUN/2/167/176

SALLES DROITE

NUMERO	NOM OPERATIONNEL	MUX/VOI/CLK	PAS	ORIG	COEF
147	SD. DIA. PR111. HO	17 5 2	1.000	0.	1.070
148	SD. DIA. PR111. VE	17 6 2	1.000	0.	1.070
149	SD. DIA. PR112. HO	17 7 2	1.000	0.	1.070
150	SD. DIA. PR112. VE	17 8 2	1.000	0.	1.070
151	SD. DIA. PR113. HO	17 9 2	1.500	0.	1.680
152	SD. DIA. PR113. VE	17 10 2	1.500	0.	1.680
153	SD. DIA. PR211. HO	7 11 2	1.000	0.	1.120
154	SD. DIA. PR211. VE	7 12 2	1.000	0.	1.120
155	SD. DIA. PR212. HO	7 13 2	1.000	0.	2.120
156	SD. DIA. PR212. VE	7 14 2	1.000	0.	1.160
157	SD. DIA. PR213. HO	7 15 2	1.500	0.	1.680
158	SD. DIA. PR213. VE	5 1 2	1.500	0.	1.680
159	SD. DIA. PR311. HO	14 4 2	1.500	0.	1.750
160	SD. DIA. PR311. VE	14 5 2	1.000	0.	1.160
161	SD. DIA. PR312. HO	14 6 2	1.000	0.	1.160
162	SD. DIA. PR312. VE	14 7 2	1.000	0.	1.160
163	SD. DIA. PR313. HO	14 10 2	1.000	0.	1.120
164	SD. DIA. PR313. VE	14 11 2	1.000	0.	1.120
165	SD. DIA. PR321. HO	14 8 2	1.500	0.	1.460
166	SD. DIA. PR321. VE	14 9 2	1.500	0.	1.390
167	SD. DIA. PR411. HO	14 14 2	1.500	0.	1.640
168	SD. DIA. PR411. VE	14 15 2	1.500	0.	1.640
169	SD. DIA. PR412. HO	6 1 2	1.000	0.	1.120
170	SD. DIA. PR412. VE	6 2 2	1.000	0.	1.120
171	SD. DIA. PR511. HO	16 9 2	1.500	0.	3.250
172	SD. DIA. PR511. VE	16 10 2	1.000	0.	2.450
173	SD. DIA. PR512. HO	16 11 2	1.000	0.	1.160
174	SD. DIA. PR512. VE	16 12 2	1.000	0.	1.140
175	SD. DIA. PR513. HO	16 13 2	1.500	0.	1.680
176	SD. DIA. PR513. VE	16 14 2	1.500	0.	1.680

?RUN/2/215/218

NUMERO	NOM OPERATIONNEL	MUX/VOI/CLK	PAS	ORIG	COEF
215	SD. DIA. PR314. HO	14 12 2	1.000	0.	1.120
216	SD. DIA. PR314. VE	14 13 2	1.000	0.	1.120
217	SD. DIA. PR413. HO	6 3 3	1.000	0.	1.120
218	SD. DIA. PR413. VE	6 4 3	1.000	0.	1.120

DETECTEURS DES AIRES D'EXPERIENCE

Tableau 1c