

ORGANISATION EUROPEENNE POUR LA RECHERCHE NUCLEAIRE

CERN - SPS DIVISION

[REDACTED] CERN/SPS/81-2 (EBP)



CM-P00061362

COMPTAGE D'UN FAISCEAU A HAUTE INTENSITE

AVEC UNE DISCRIMINATION DIFFERENTIELLE

"TRIGGER RECEIVER"

D. Brahy, E. Rossa

RESUME

Description d'un module qui permet de discriminer, faire la coïncidence des signaux de deux photomultiplicateurs et de compter l'intensité du faisceau avec un temps mort effectif de 5 nanosecondes.

Prévessin, le 27 janvier 1981

TABLE DES MATIERES

	<u>Page</u>
1. INTRODUCTION	1
2. DISCRIMINATION DIFFERENTIELLE	1
3. DESCRIPTION DU MODULE	2
4. PERFORMANCES ET CARACTERISTIQUES	2
5. DESCRIPTION DU CIRCUIT	3
5.1 Le discriminateur	3
5.2 Les étages de sortie	3
5.3 Le diviseur	3
5.4 La coïncidence	4
6. RESULTATS	4
6.1 Essai avec des impulsions rapides à l'entrée	4
6.2 Essai avec des impulsions de PM (simulées)	6
6.3 Mise en évidence de l'immunité aux bruits par le principe de la discri- mination différentielle	7
7. TEST SUR UN FAISCEAU	8
8. CONCLUSIONS	9

1. INTRODUCTION

Pour un comptage à haute intensité sur le faisceau H10 du SPS, nous avons utilisé les bases rapides développées pour les hodoscopes du faisceau M2 (CERN SPS/EA/78-11). Comme le temps mort des discriminateurs et des coïncidences standards était trop élevé, le développement d'un module aux performances semblables à celles de nos bases s'est donc avéré nécessaire (temps mort < 5 ns, élimination des effets de l'empilement).

2. DISCRIMINATION DIFFERENTIELLE

Les discriminateurs standards du commerce sont des détecteurs de niveaux, qui déclenchent sur une variation d'amplitude du signal d'entrée. Ce principe de discrimination n'est plus adapté aux signaux produits par des photomultiplicateurs si le taux de comptage augmente. Il apparaît rapidement un effet d'empilement des impulsions dû en partie au scintillateur, au photomultiplicateur et au câble de transmission. Cela se traduit par une perte complète du comptage dès que les particules sont séparées par moins de 30 à 50 ns et selon la longueur du câble.

Une discrimination différentielle (réf. 1) comme celle des bases des hodoscopes du faisceau M2, ne présente pas le même inconvénient. En effet, le discriminateur signale la présence d'une impulsion lorsque la différentielle du front de montée du signal d'entrée (u), dépasse un seuil réglable.

$$\frac{du}{dt} > \text{seuil} \quad dt = \underline{2 \text{ nanosecondes fixes}}$$

du est réglable de 10 mV à 500 mV.

Avantages de la discrimination différentielle :

- a) Insensibilité au décalage de la ligne de base, à la dérive du zéro, et à la polarisation continue.

b) Insensibilité aux effets d'empilements (voir résultats obtenus).

c) Meilleure immunité aux bruits :

- En particulier le 50 Hz devrait avoir une amplitude de 16'000 V pour déclencher le circuit lorsque le seuil est réglé à 10 mV.
- Si le bruit est une sinusoïde à 1 MHz il faut que le signal fasse plus de 800 mV pour déclencher si le seuil est réglé à 10 mV.

3. DESCRIPTION DU MODULE

Les compteurs-scintillateurs étant généralement utilisés par paires, le module comprend donc deux discriminateurs et une coïncidence. Le tout est réuni dans un module NIM de 1 unité de large (voir schéma no. 1).

Pour permettre le comptage avec des échelles aux performances modestes le module divise la fréquence d'entrée par 64.

Mais pour pouvoir s'adapter à tous les cas d'applications deux sorties non divisées sont également prévues :

- 1 sortie rapide (largeur d'impulsions \approx 3 ns), qui suit exactement les performances du discriminateur interne,
- 1 sortie lente (largeur d'impulsions \approx 7 ns).

Cette sortie permet le fonctionnement avec les échelles 100 MHz (qui ne "verraient" pas les impulsions de la sortie rapide); elle est utilisée aussi dans le cas où la fréquence d'entrée est telle qu'en la divisant par 64, la précision deviendrait insuffisante.

4. PERFORMANCES ET CARACTERISTIQUES

- Entrées signaux

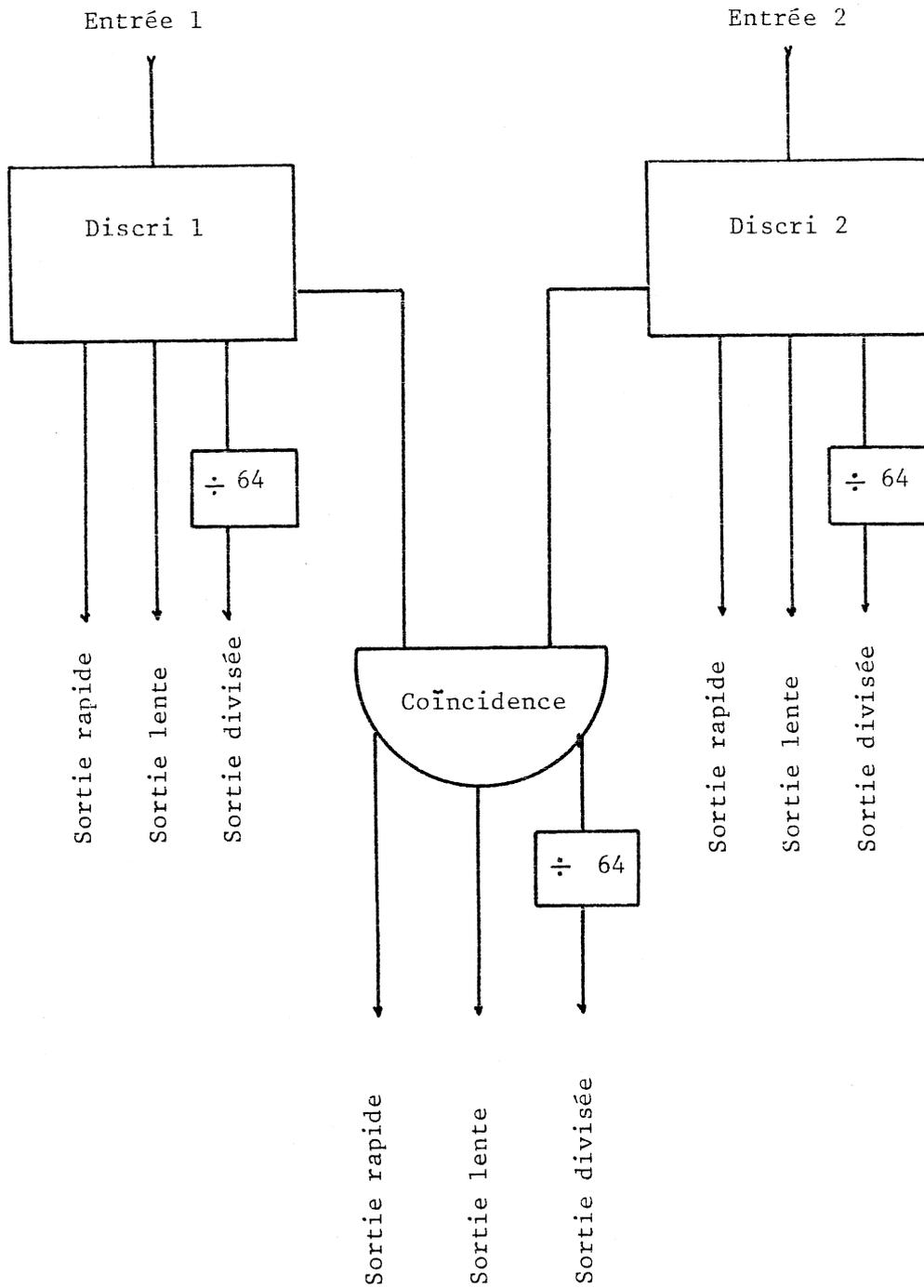
Connecteurs lemo 50 Ω face avant

Seuil différentiel réglable par potentiomètre sur panneau

avant $\frac{du}{dt} = \frac{10 \text{ à } 500 \text{ mV}}{2 \text{ ns}}$

SCHEMA No. 1

DESCRIPTION DU MODULE



- Sorties signaux

Connecteurs lemo 50 Ω face avant; niveaux NIM.

Durée : sortie rapide \approx 3 ns, sortie lente \approx 7 ns.

- Général

"Time slewing" 0,5 ns pour des amplitudes de 2 à 20 fois au-dessus du seuil

Temps de transit :

Entrée-sortie rapide d'un canal discrim.	6 ns
Entrée-sortie lente d'un canal discrim.	7 ns
Entrée-Sortie rapide coïncidence *)	11 ns
Entrée-Sortie lente coïncidence *)	12 ns

*) Ce temps n'est pas celui de la coïncidence seule, mais le temps depuis l'entrée des deux discriminateurs jusqu'à la sortie de la coïncidence.

5. DESCRIPTION DU CIRCUIT

5.1 Le discriminateur

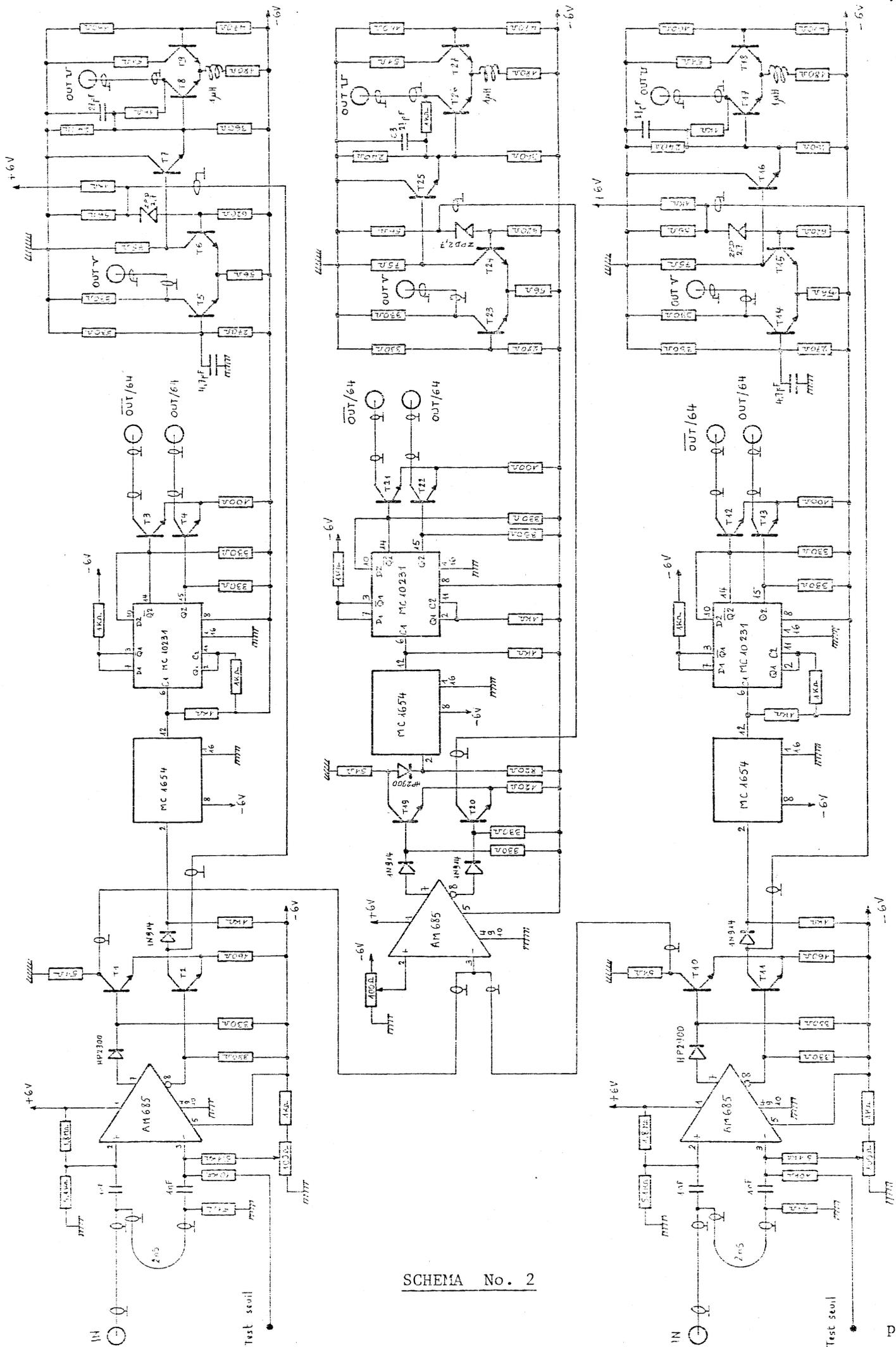
Le discriminateur proprement dit est fait avec le comparateur rapide AM 685, le montage de l'entrée de ce circuit permet de mesurer la variation de tension du signal d'entrée pendant 2 ns (voir schéma no.2). Les performances du comparateur sont encore améliorées par la remise en forme de son signal de sortie avec une bascule à 2 transistors, qui distribue les signaux vers les étages de sortie, le diviseur et la coïncidence.

5.2 Les étages de sortie

Ils comprennent deux bascules réunies en cascade par un suiveur. La sortie rapide est prise sur la première bascule; le signal est ensuite élargi par le suiveur et la sortie lente est prise sur la deuxième bascule.

5.3 Le diviseur

Il est fait avec deux diviseur en cascade, le premier très rapide en ECL III divise par 16, le deuxième est fait de deux flip flop en ECL 10000 et divise par 4. Le signal ainsi divisé est envoyé sur deux sorties complémentaires.



SCHEMA No. 2

5.4 La coïncidence

Elle est absolument identique aux deux discriminateurs sauf que l'entrée différentielle est remplacée par une sommation des deux comparateurs.

6. RESULTATS

6.1 Essai avec des impulsions rapides à l'entrée

Photo no. 1 Un canal discriminateur

Deux impulsions séparées par moins de 4 ns (seuil à 30 mV)

- Trace supérieure, signal d'entrée (50 mV 2 ns) par carreau
- Trace inférieure signal de la sortie rapide (2 ns 500 mV) par carreau

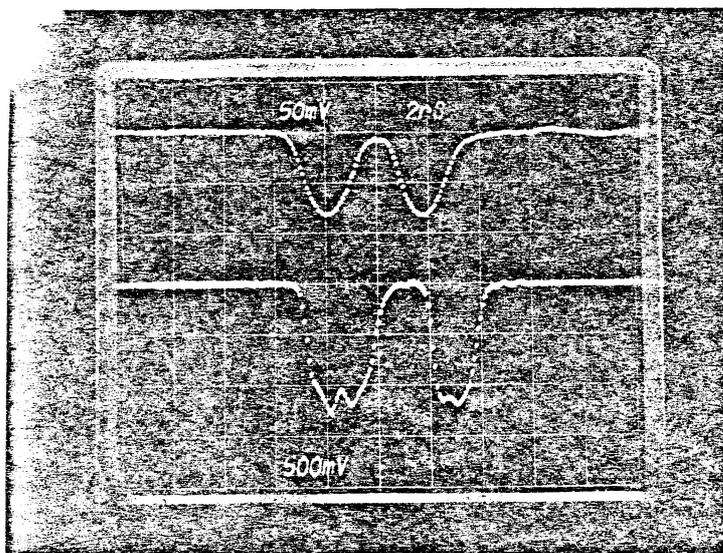


Photo no. 2 Un canal discriminateur

Train d'impulsions à 250 MHz (seuil 30 mV)

- Trace supérieure: signal d'entrée (2 ns 100 mV) par carreau
- Trace centrale: sortie rapide (2 ns 500 mV) par carreau
- Trace inférieure: sortie divisée par 64 (50 ns 1 V) par carreau

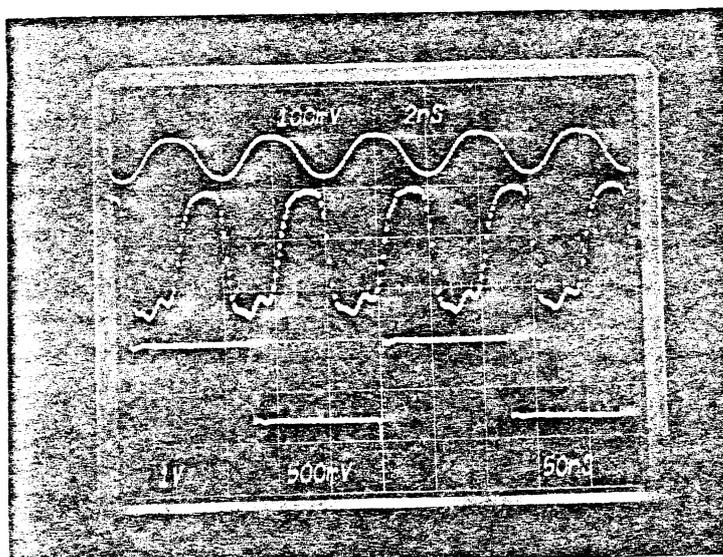


Photo no. 3

Coïncidence : on envoie le même signal en même temps sur les entrées des 2 discriminateurs.

Deux impulsions séparées de 3,5 ns (seuils à 20 mV)

- Trace supérieure: signal d'entrée (2 ns 50 mV) par carreau
- Trace inférieure: signal de la sortie rapide de la coïncidence (2 ns 500 mV) par carreau

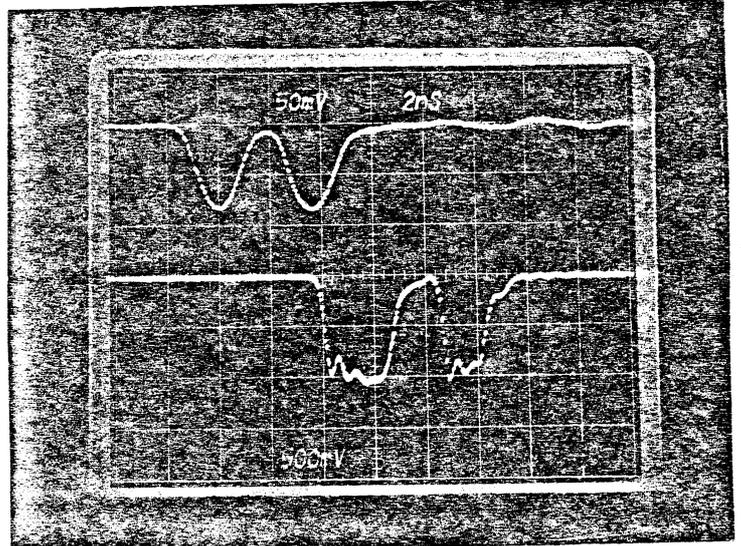
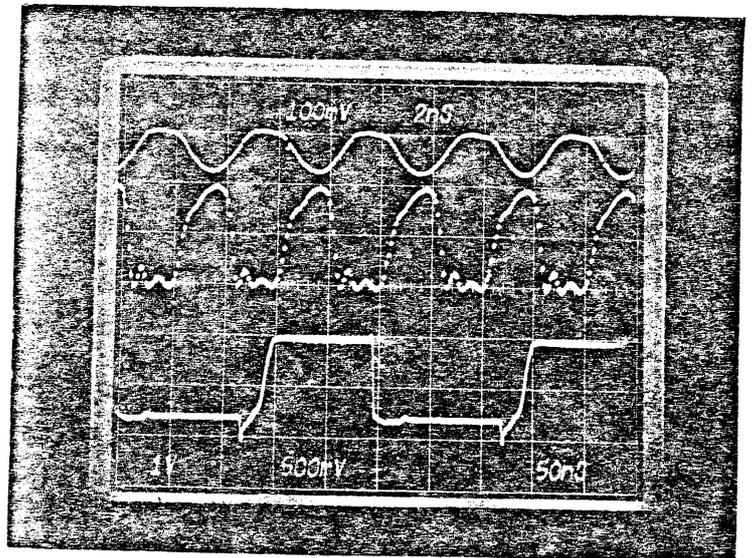


Photo no. 4

Coïncidence : Train d'impulsions à 250 MHz (seuils à 20 mV)

- Trace supérieure: signal d'entrée (2 ns 100 mV) par carreau
- Trace centrale: signal de la sortie rapide de la coïncidence (2 ns 500 mV) par carreau
- Trace inférieure: sortie divisée de la coïncidence (50 ns 1 V) par carreau.



6.2 Essai avec des impulsions de PM (simulées)

Photo no. 5

Coïncidence

Deux impulsions séparées de 5 ns
(seuils à 20 mV)

- Trace supérieure: signal d'entrée (5 ns 50 mV) par carreau.
- Trace inférieure: signal de la sortie rapide de la coïncidence (5 ns 500 mV) par carreau.

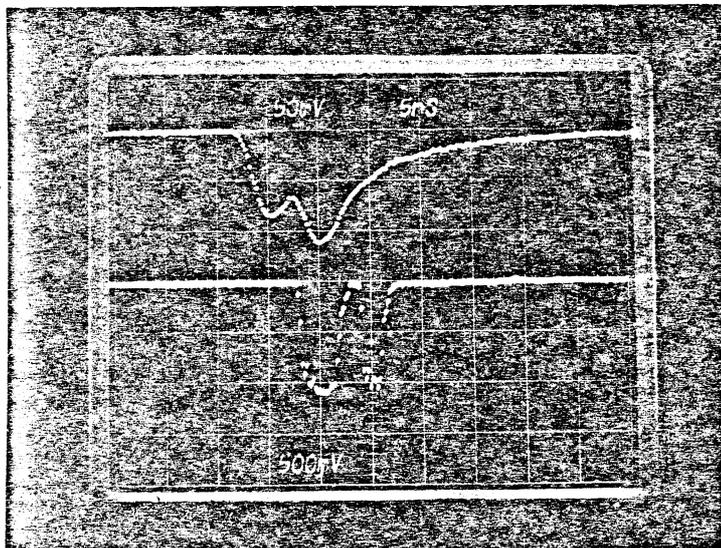
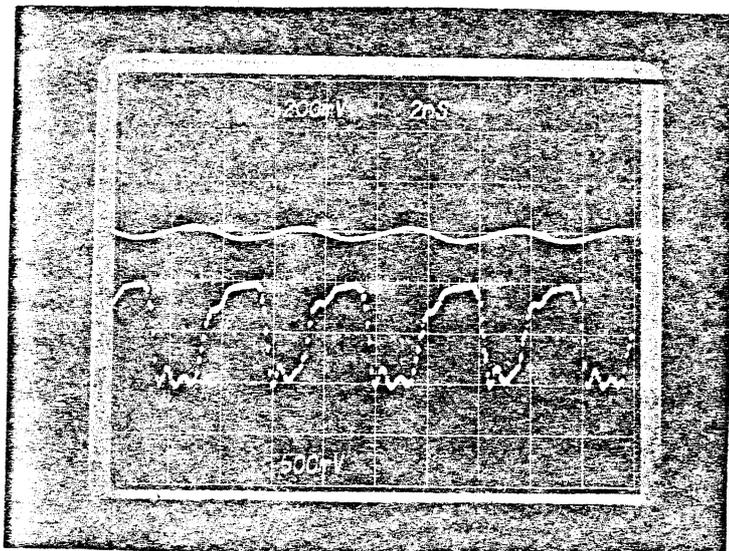


Photo no. 6

Coïncidence

Train d'impulsions de la forme de celles de la photo précédente à une fréquence de 250 MHz (seuils à 20 mV)

- Trace supérieure: signal d'entrée, offset 600 mV, amplitude la variation du signal 50 mV, échelle 2 ns 200 mV par carreau
- Trace inférieure: signal de la sortie rapide de la coïncidence (2 ns 500 mV) par carreau.



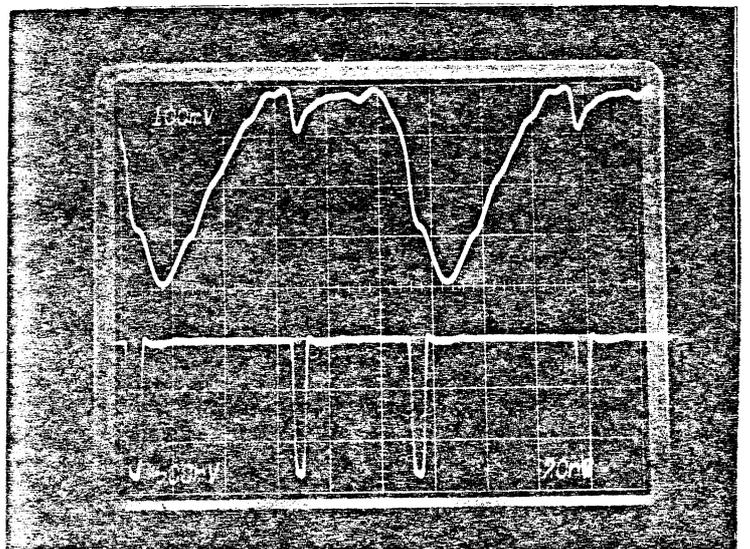
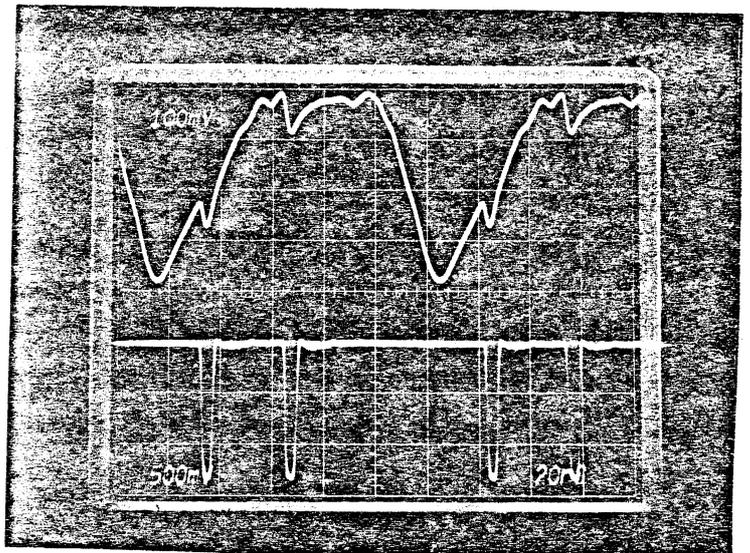
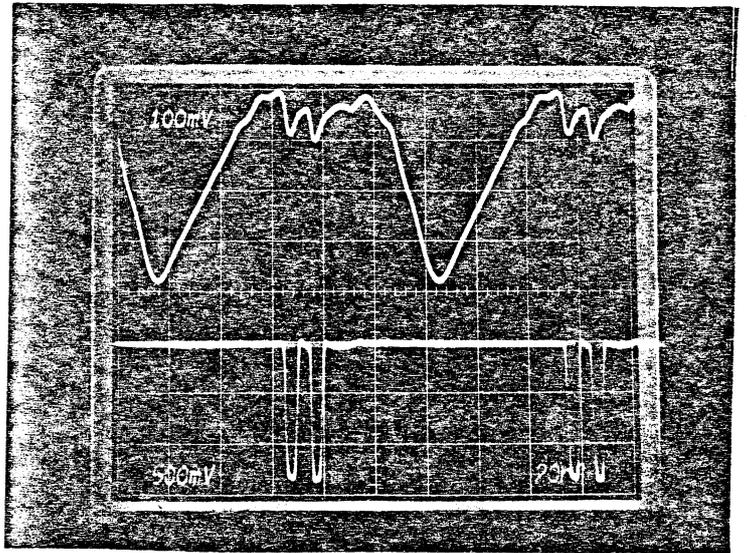
6.3 Mise en évidence de l'immunité aux bruits
par le principe de la discrimination différentielle

On envoie à l'entrée d'un discriminateur le mélange de "bonnes" impulsions avec des signaux de grande amplitude mais lents. Les 3 photos ci-contre montrent bien que le discriminateur voit les petites impulsions au front de montée rapide et pas les grandes. Le signal d'entrée est représenté par la trace supérieure, la trace inférieure, représente le signal de sortie.

La première photo montre la succession de 2 signaux rapides et d'un signal lent.

Sur la deuxième photo, un des 2 signaux rapides est superposé au front de descente du signal lent.

Sur la troisième photo, le deuxième signal rapide est superposé au front de montée du signal lent (seuil discrim. à 20 mV)



7. TEST SUR UN FAISCEAU

Une paire de scintillateurs a été placée de part et d'autre d'une chambre à ionisation sur le faisceau à haute intensité (H10) dans la zone NAHIF du SPS.

- Caractéristiques des scintillateurs :

100 x 100 mm épaisseur 4 mm
NE 102 A (Nuclear Enterprises)

- Guide de lumière :

longueur 180 mm
plexiglass 233 (Röhm GMBH).

Le photomultiplicateur utilisé est un XP 1910 RTC, monté dans une base décrite dans la réf. 1.

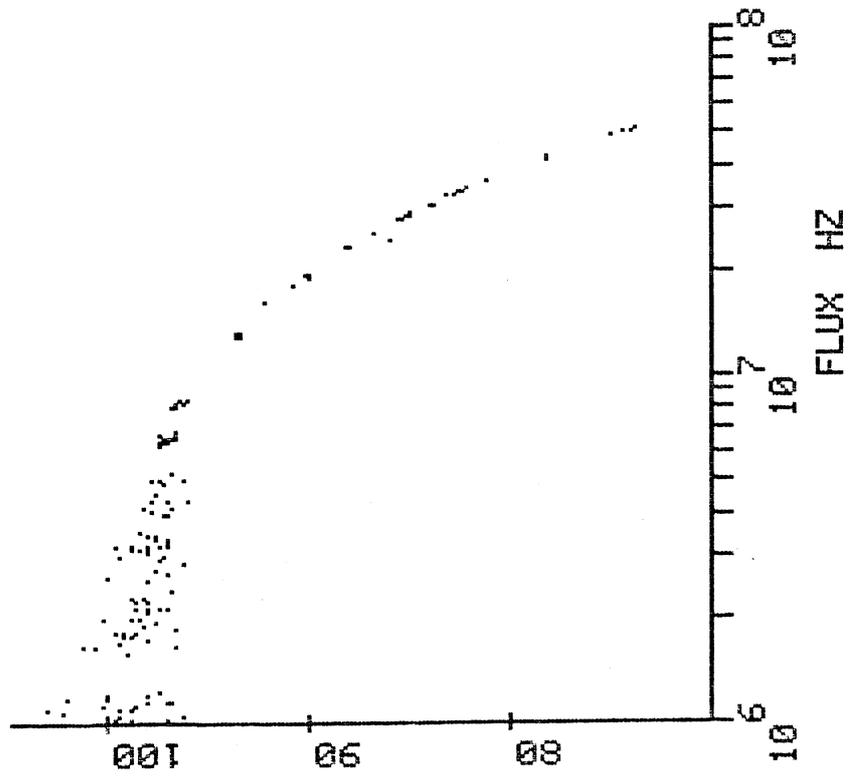
Les câbles de transmission RG 213 ont environ 150 m de longueur.

Le module décrit dans ce rapport se trouve à l'extrémité des câbles. Le comptage de la coïncidence est normalisé par rapport à l'intensité mesurée par la chambre à ionisation.

Les résultats se trouvent sur la courbe ci-jointe no. 1 et montrent la saturation de l'ensemble en fonction du flux de particules par seconde. La dispersion des mesures à basse intensité (10^6 particules par seconde) est due à la résolution de la chambre à ionisation. La saturation mesurée est de l'ordre de 5 % à 10^7 particules par seconde.

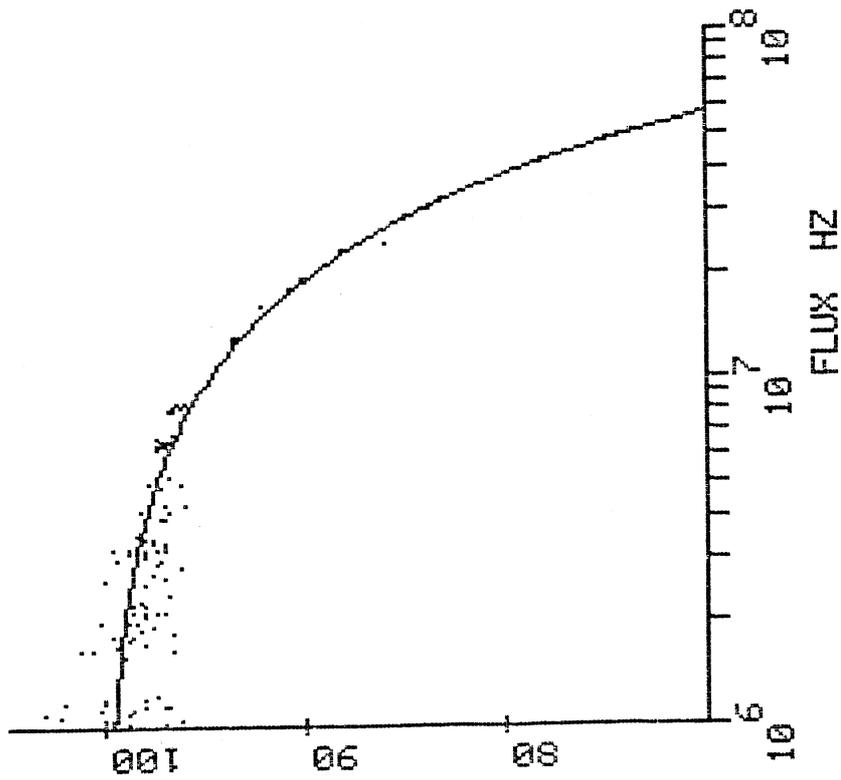
H.W. Atherton a calculé la saturation de l'ensemble en supposant un temps mort de 5,2 ns et la courbe obtenue se superpose exactement avec les premiers résultats des mesures (voir courbe no. 2).

COUNTED/EXPECTED IN PERCENT



COPY No. 1

COUNTED/EXPECTED IN PERCENT



COURBE No. 2

8. CONCLUSIONS

Les résultats obtenus sur le faisceau donnent un temps mort de 5,2 ns à la sortie de la coïncidence. Cependant, le taux de comptage par canal est de 20 % supérieur ce qui correspond à un temps mort par canal de l'ordre de 4 ns qui confirme les résultats obtenus en laboratoire.

Nous avons utilisé pour les tests ci-dessus des photomultiplicateurs XP 1910 avec des bases spéciales et très rapides (Réf. 1). Mais ce module pourrait aussi apporter une très nette amélioration des performances dans le cas des bases standards, utilisant des PM de façon normale, car il élimine par sa discrimination différentielle tous les effets de l'empilement des signaux.

Nous envisageons de réaliser un module NIM à 8 canaux ayant un amplificateur d'entrée de gain 10, suivi d'une discrimination différentielle du même type que ci-dessus afin d'étendre l'utilisation des bases standards à des taux de comptage du même ordre ($> 10^7$ pps).

Nous remercions tout particulièrement H.W. Atherton qui a réalisé tous les tests sur le faisceau H10 et écrit les programmes d'acquisition et de traitement de données. Nous remercions aussi les autres personnes du Groupe EBP, entre autre P. Dreesen et L. Piemontese qui ont participé aux tests avec les chambres à ionisations.

REFERENCE

1. High rate photomultiplier-base and precise timing calibration, D. Brahy et E. Rossa, Nuclear Instruments and Methods 158 (1979), 121-126.