

**EUROPEAN ORGANIZATION FOR NUCLEAR RESEARCH  
ORGANISATION EUROPEENNE POUR LA RECHERCHE NUCLEAIRE**

**CERN - PS DIVISION**

PS/ BD/ Note99-01 (MD)

**COMPTE RENDU DU MD DU 8 DÉCEMBRE 1998 AU PS  
TEST D'UN DÉTECTEUR DE PROFIL**

J. Bosser (PS/BD), E. Chevallay (PS/OP), G. Ferioli (SL/BI),  
G. Métral (PS/OP), H. Klette (LHC/VA), R. Maccaferri (PS/BD)

Geneva, Switzerland  
21 January 1999

# Compte rendu du MD du 8 décembre 1998 au PS

## Test d'un détecteur de Profil

### But du MD :

Poursuivant les mesures faites au SPS [1], l'objectif de l'expérience visait la mesure du profil du faisceau circulant en utilisant la lumière émise par de-excitation des molécules de gaz stationnant dans la chambre à vide.

L'expérience a été menée sans aucune modification du système à vide existant, sur un détecteur appartenant au patrimoine instrumental.

Pour un faisceau déterminé l'intensité de lumière émise est proportionnelle à la pression du gaz à l'emplacement du détecteur. Aux conditions nominales de la machine PS, la quantité de lumière est trop faible pour être décelable. C'est ce que nous avons constaté il y a quelques années déjà. Il convenait donc d'aménager une fuite réglable permettant d'obtenir une surpression au niveau du détecteur.

### 1) Description de l'expérience :

Nous avons installé une caméra CCD équipée d'un intensificateur de lumière prêtés par SL sur un hublot existant entre la section 100 et la section 1 de la machine. Le positionnement de cet hublot nous permet d'observer le profil vertical du faisceau. Pour modifier la pression résiduelle dans la chambre à vide, nous avons installé une vanne télécommandée nous permettant d'injecter de l'azote en section 5, donc à grande distance ( $\approx 30$  m) du détecteur. Les mesures sont comparées à celles d'un fil volant (Flying Wire Scanner) situé en section 75.

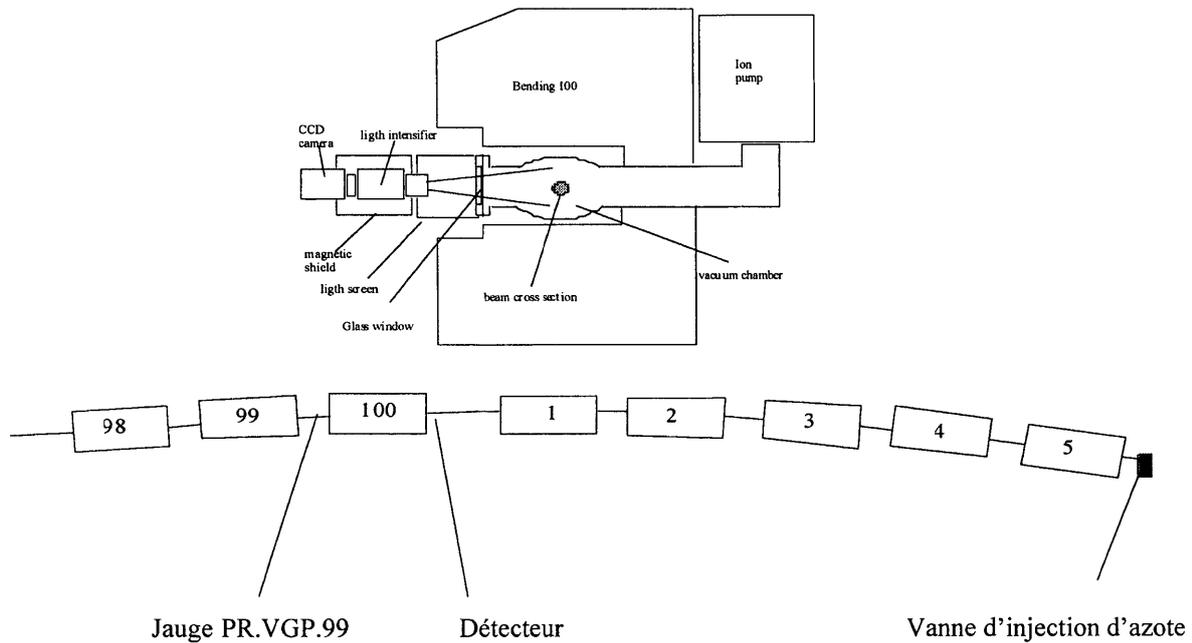
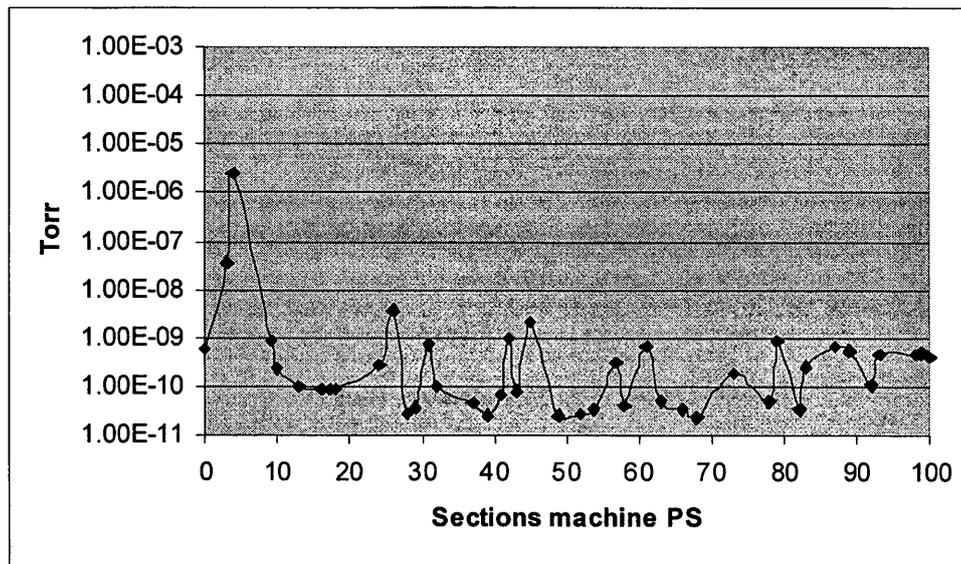


Figure 1. Vue d'ensemble du détecteur et du plan de situation dans la machine

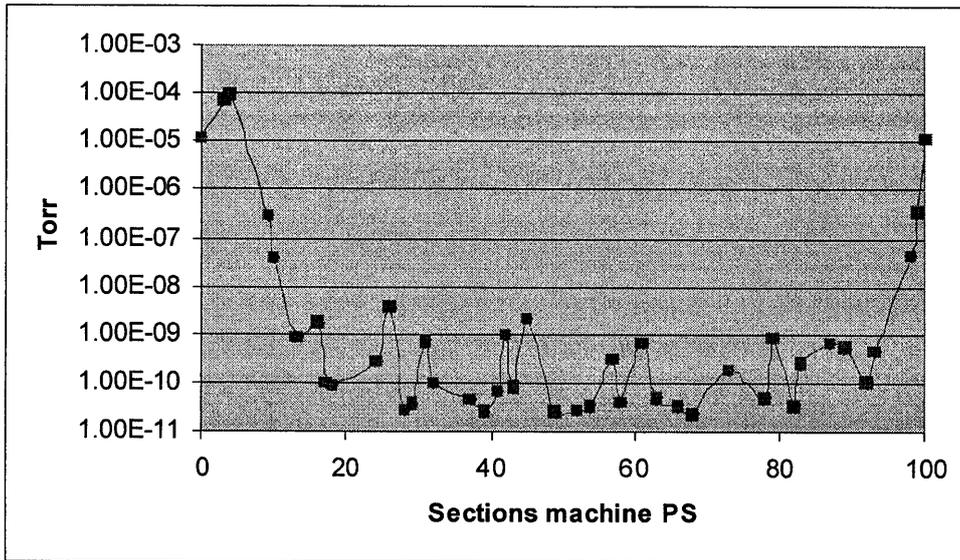
## 2) Préparation de la surpression

Pour des raisons techniques il nous fut impossible d'injecter du gaz dans la section du détecteur. La fuite contrôlée d'azote fut implementée en section 5. Dans un premier temps, toutes les pompes restant en marche, nous avons procédé au réglage de la fuite. Le graphique 1 indique que la surpression s'étale sur environ 20 m autour de la fuite. Le graphique 2 donne la distribution de pression dans toute la machine lorsque nous avons arrêté les pompes autour du point de mesure, afin que la surpression atteigne le détecteur. Le graphique 3 montre, sur la partie gauche, les indication des jauges pendant l'expérience où VGP.99 concerne l'emplacement du détecteur.

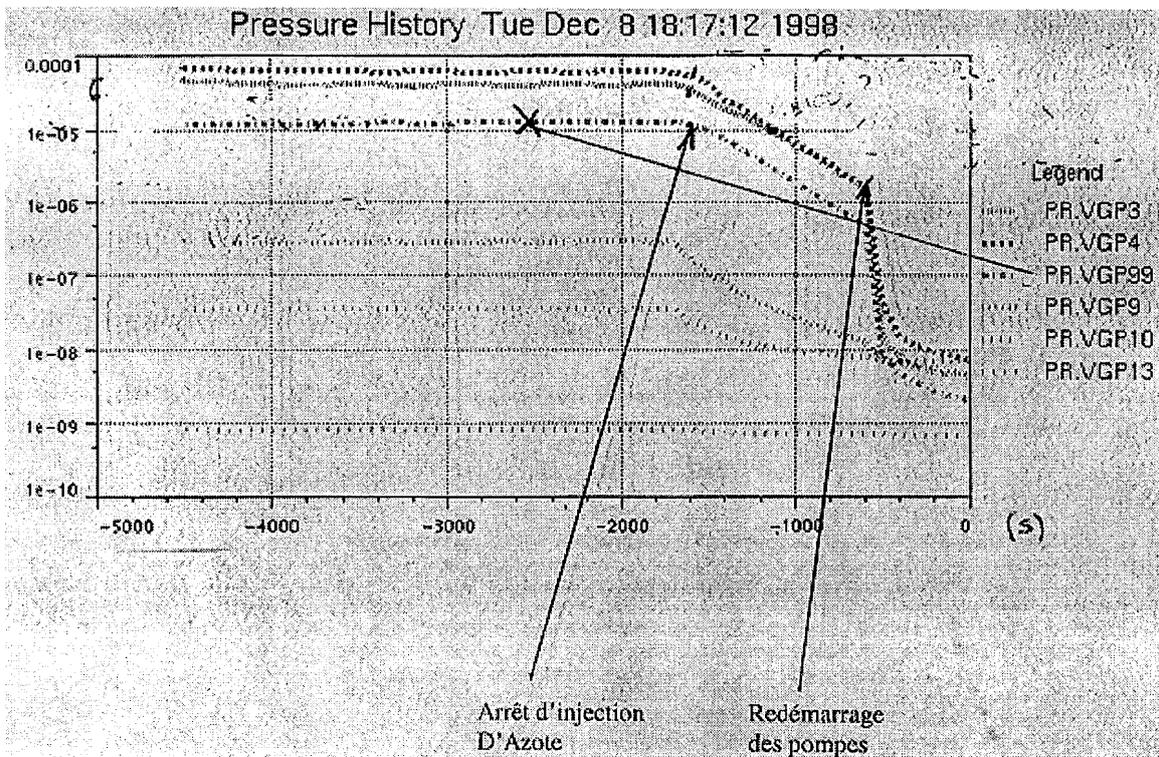
A un instant donné, nous avons arrêté la fuite ( $t = -1600$  s) puis procédé à la remise en route des pompes ( $t = -600$  s). Ceci est illustré par la partie droite du graphique 3 d'où l'on peut déduire le temps de récupération qui est donc de l'ordre de 10 min. Cela confirme que le gaz azote est rapidement pompé.



**Graphique 1 :** Distribution de pression avec injection d'azote en section 5 et pompes ioniques en marche



Graphique 2 : Distribution de pression dans la machine avec les pompes arrêtées autour de la section 100



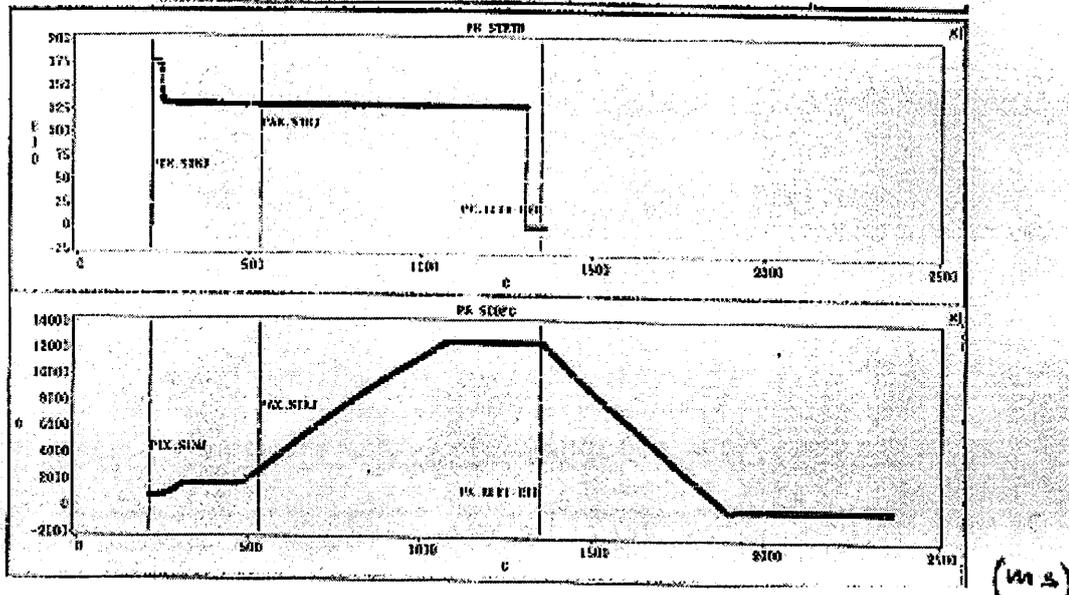
Graphique 3 : Pression relevée sur les jauges dans les sections 99,3,4,9,10,13, en fonction du temps

### 3) Conditions Machine

Très brièvement les conditions machine sont les suivantes :

Cycle : 26 GeV/c ;  $N_p : 1.2 \cdot 10^{12}$  ;  $\beta_v$  détecteur = 22,84 (m) ;  $\beta_v$  fil volant = 11.6 (m).

L'intensité des protons, courbe du haut, et le champ magnétique, courbe du bas, en fonction du temps sont représentés par le graphique 4. La perte d'intensité au début du cycle est due à un problème d'opération uniquement. Les pressions sont celles du graphique 3 (partie gauche). Malgré la bosse de pression consécutive à notre expérience, nous n'avons pas constaté une perte sensible de faisceau. Ces observations doivent être prises au premier ordre car les influences sur les paramètres faisceaux n'ont pas été particulièrement étudiées.



### 4) Mesures :

Les mesures de profil suivantes, ont été effectuées avec un vide de  $\sim 10^{-5}$  au niveau du détecteur et avec les conditions machine du graphique 4. L'acquisition des images était assurée par un 'frame grabber' déclenché par une impulsion liée au cycle de la machine. Chaque image représente une intégration de la lumière reçue en un temps de 20ms.

Chaque mesure est effectuée à divers instants durant l'accélération et comparée avec un profil obtenu avec le fil volant dans les mêmes conditions.

Les graphiques 5.1, 5.2 représentent des mesures effectuées à C300 et C500 (300ms et 500 ms après le début du cycle). L'indice a) se réfère au signal vidéo brut. L'indice b) se réfère à la distribution verticale obtenue par le détecteur. Le profil b) est obtenu par sommation de chaque ligne horizontale du signal vidéo a). L'indice c) représente le profil obtenu par fil volant. En appliquant une correction en  $\sqrt{\beta}_v$  on voit clairement que les 2 mesures sont comparables à savoir que, le fil volant servant de référence, l'erreur relative sur l'écart type n'excède pas 20 % en valeur absolue.

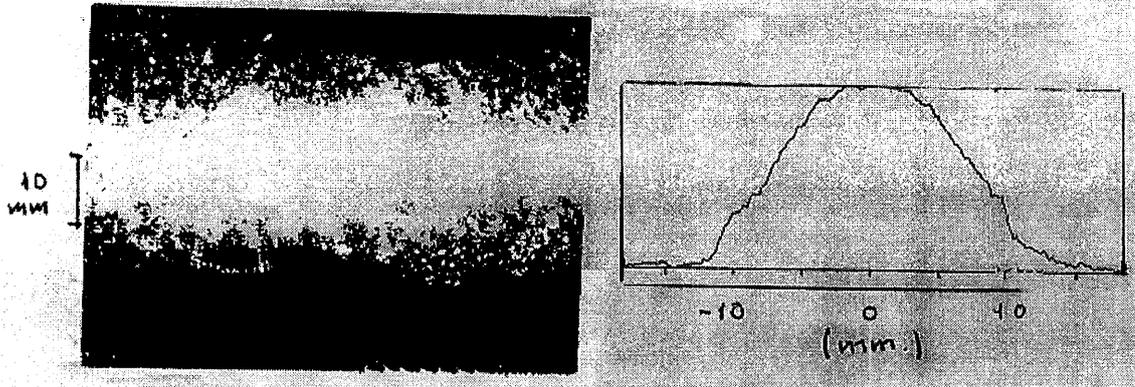
Les distributions obtenues (en b) font apparaître une saturation. Nous ne disposons pas d'un contrôle de gain de l'amplificateur d'image (Figure.1). En conséquence un moyen de pallier à cette nuisance consiste à réduire l'amplitude de la bosse de pression. Le graphique 5.3 effectué à C400 (400 ms après le début du cycle) avec une pression locale de  $3 \cdot 10^{-6}$  (Torr) témoigne une amélioration sensible de la mesure et de sa précision.

Il est essentiel de souligner que :

- α) Le hublot séparant le vide du détecteur est très « bruni » par les pertes du faisceau depuis près de 2 années
- β) Les pertes de protons en section 100 sont très élevées (les détecteurs de pertes révèlent que c'est en cette zone que le taux est le plus élevé, sections d'éjection mis à part).

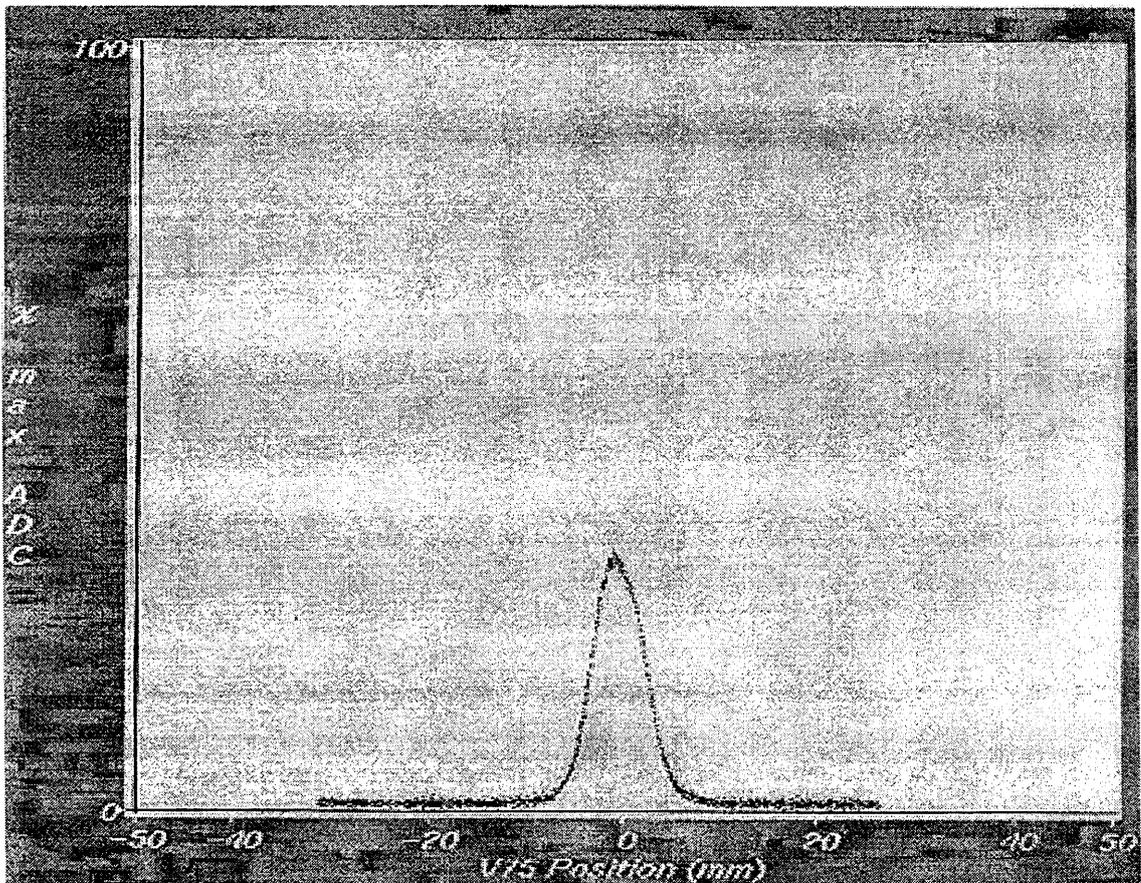
$\gamma$ ) Vers les haute énergies ( $p > 12 \text{ GeV/c}$ ) l'image vidéo s'amenuise, puis disparaît. Cet effet est attribué à la saturation de l'écran magnétique entourant l'intensificateur d'image et causé par le champ de fuite de l'aimant 100. Le phénomène a été confirmé par des mesures à posteriori effectuées au laboratoire.

Temps dans le cycle : C 300      Quantité de mouvement :  $3.2 \text{ GeV/c}$ ,  $Np = 1.2 \cdot 10^{12}$



a) Image vidéo instantanée

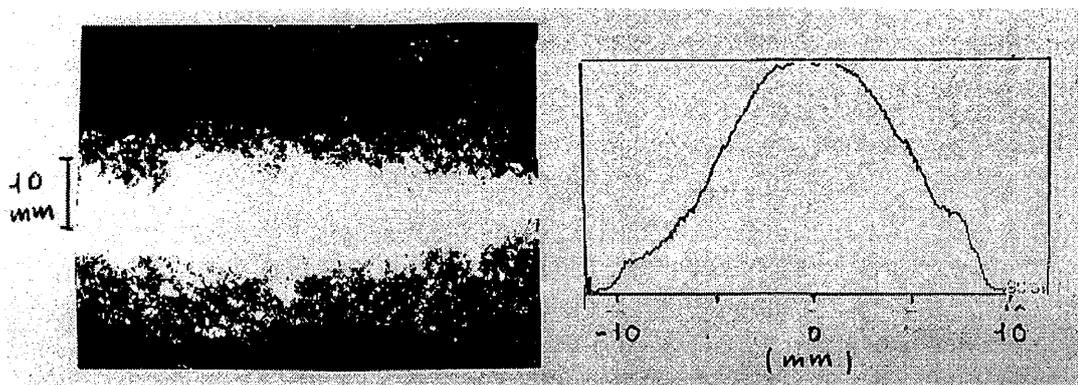
b) Profil vertical



c) Profil vertical par fil volant

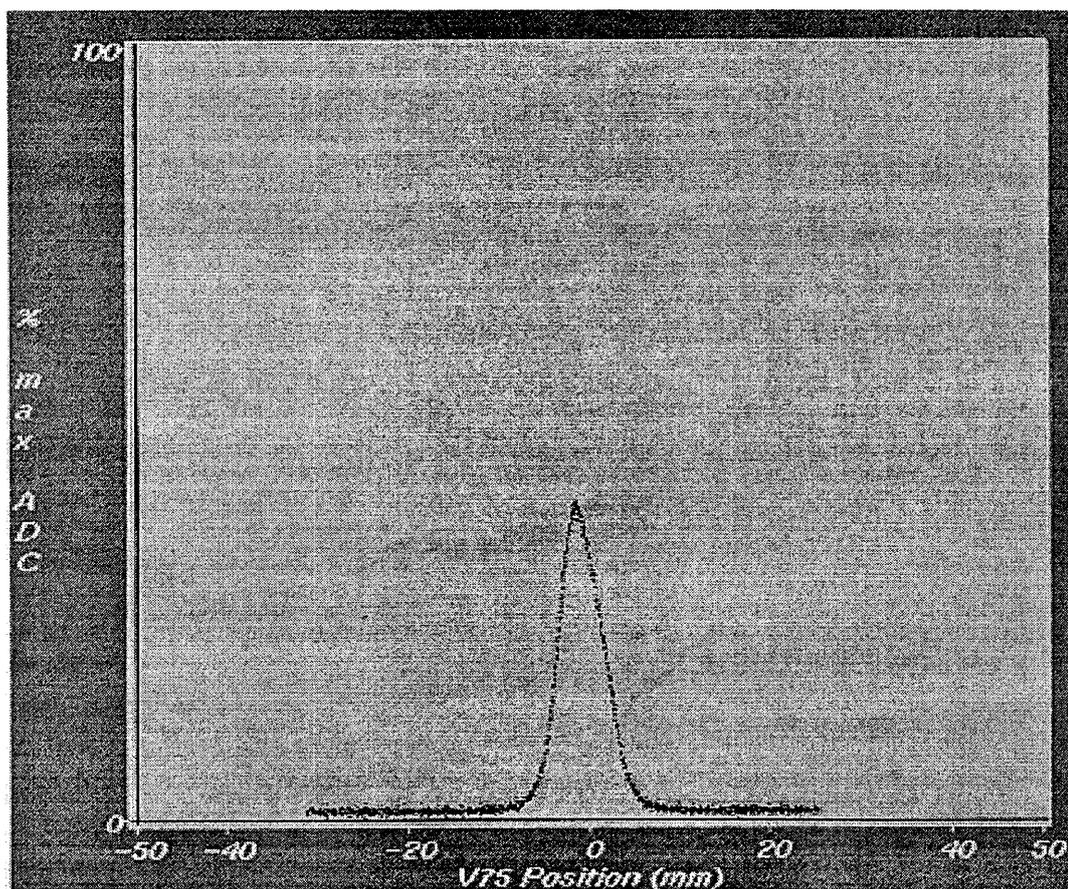
Graphique 5.1

Temps dans le cycle : C 500      Quantité de mouvement : 4.5 GeV/c,  $Np = 1.2 \cdot 10^{12}$



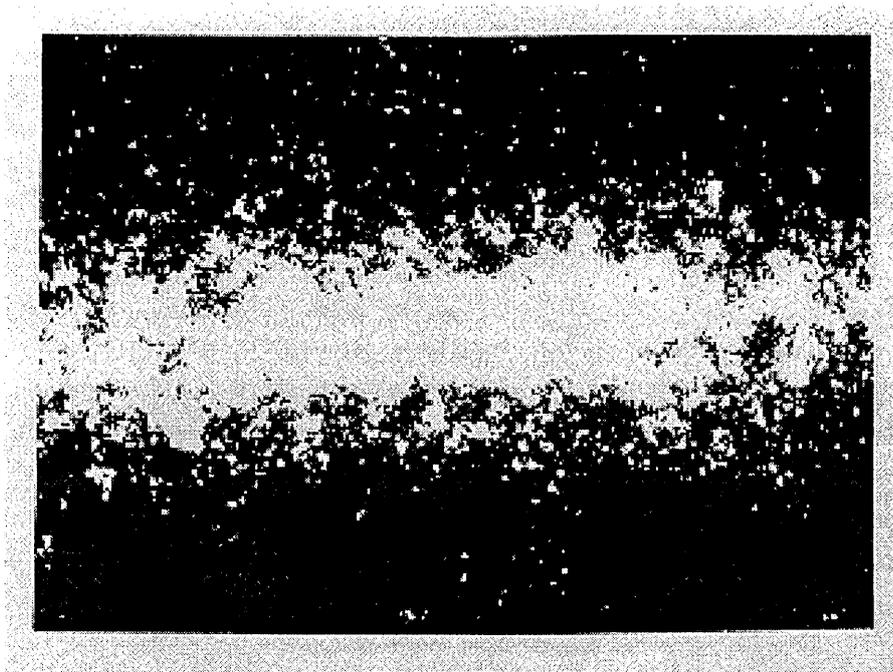
a) Image vidéo instantanée

b) Profil vertical

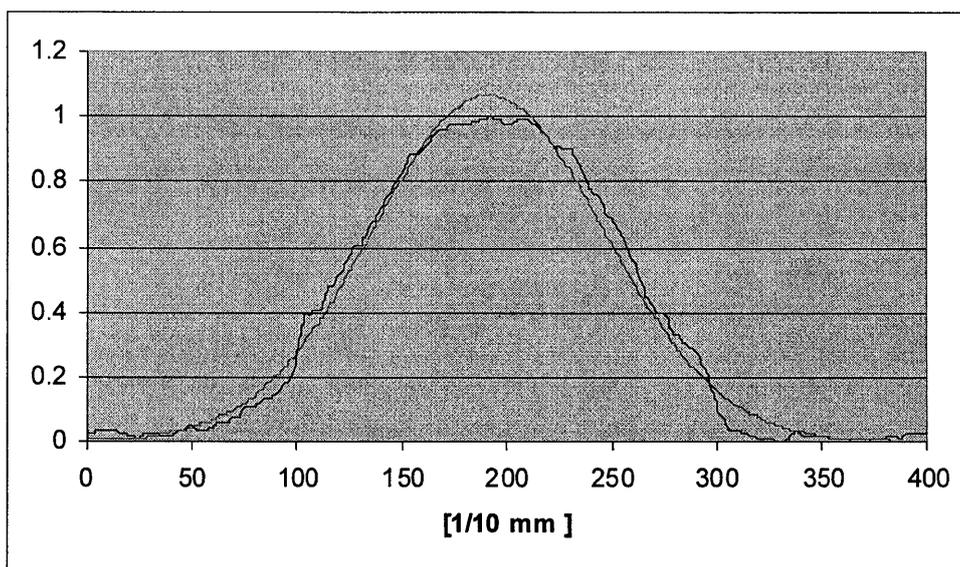


c) Profil vertical par fil volant

Graphique 5.2



a) Image vidéo instantanée



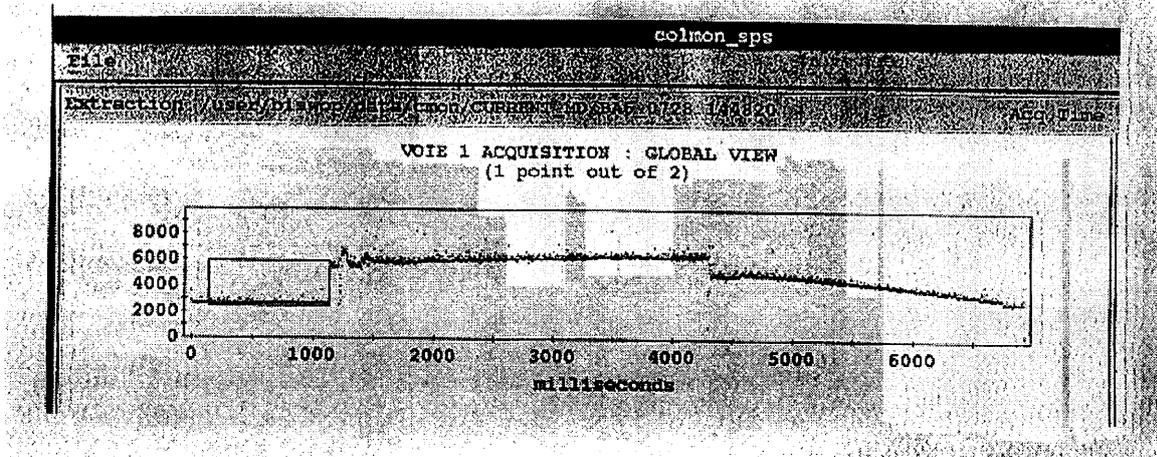
b) Profil vertical + fit gaussien

**Graphique 5.3** Mesure de profil à C 400. Vide  $\sim 3 \cdot 10^{-6}$  (Torr);  $N_p = 1.2 \cdot 10^{12}$

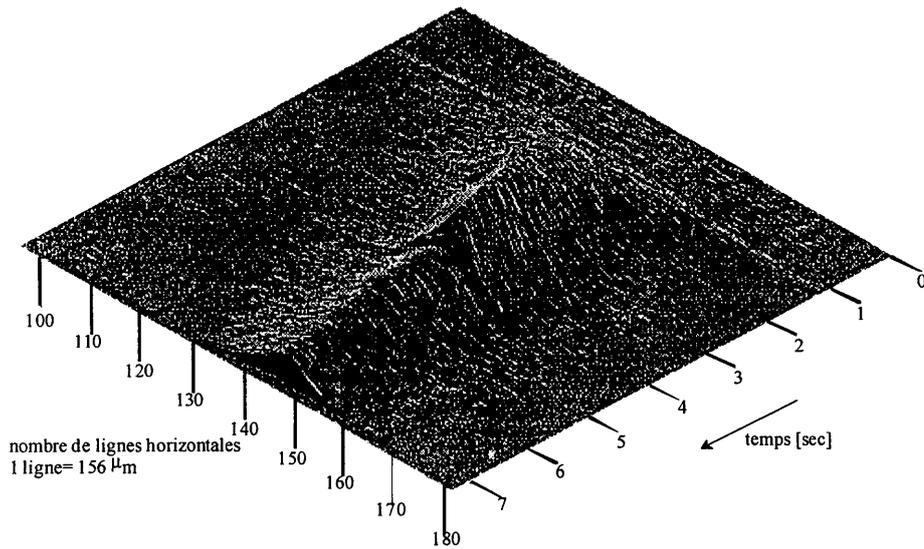
## 5) Mesures au SPS

Afin d'étayer nos conclusions (voir par. 6) nous résumons ci-après des mesures identiques effectuées au SPS [ 1 ] avec un ensemble construit au PS [ 2 ].

Le graphique 6 montre un cycle machine du SPS où l'on peut observer clairement l'évolution de l'intensité de lumière émise par le faisceau depuis la première injection à  $t = 0$ , deuxième injection à 1200 ms. jusqu'à la première extraction rapide à 4400 ms suivie par l'extraction lente. Le graphique 7 montre l'évolution des profils mesurés durant le même cycle. On voit clairement apparaître l'effet de l'augmentation d'énergie et les effets des diverses extractions.

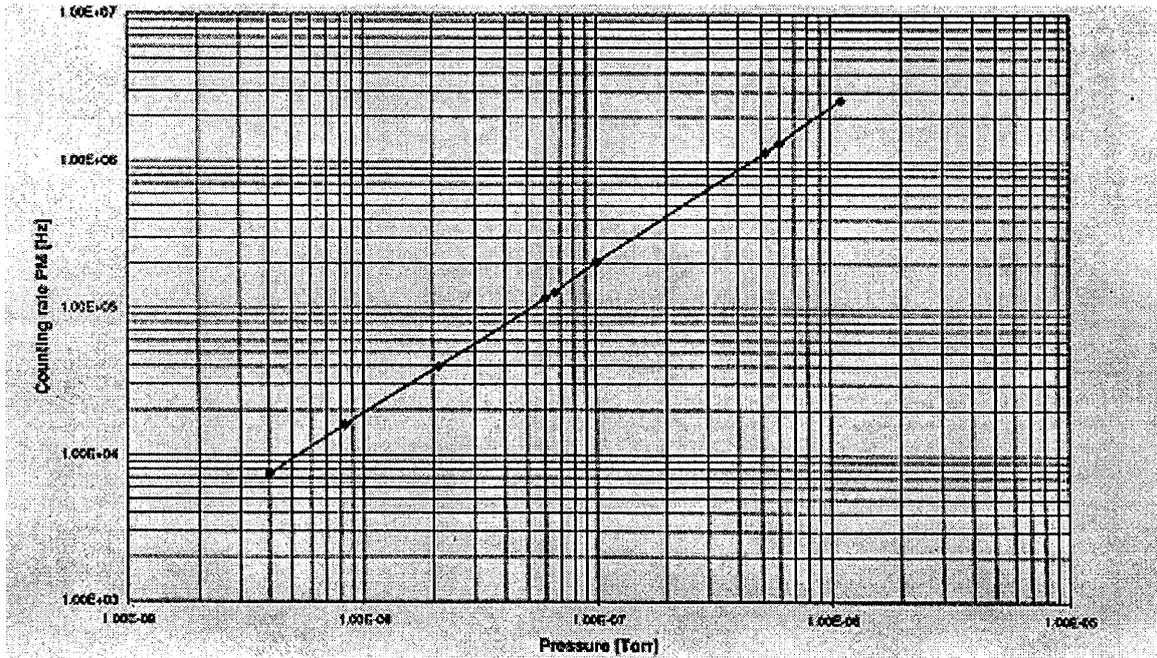


Graphique 6



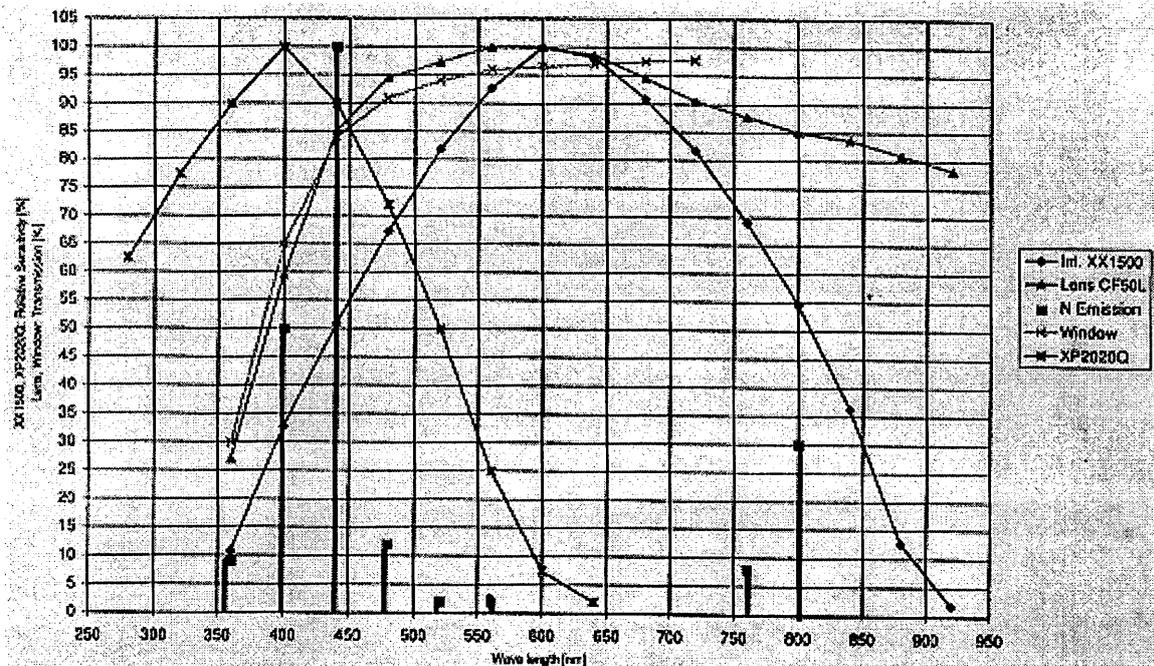
**Graphique 7** Vue géodésique de 182 profils verticaux durant un cycle complet du SPS.  
De droite à gauche : Injection à 14 GeV/c, rampe jusqu'à 450 GeV/c, 1<sup>ère</sup> éjection rapide, extraction lente, 2<sup>ème</sup> éjection rapide.

Le graphique 8 montre la production photonique obtenue avec un faisceau d'intensité constant en fonction de la pression du gaz résiduel. La mesure est effectuée à l'aide d'un PM XP2020 dont la réponse spectrale est donnée par le graphique 9. Il convient de souligner que la sensibilité du détecteur de profil, est inférieure à celle du PM [ 1 ]. En effet, nonobstant son gain, le PM mesure toute la lumière arrivant sur sa fenêtre d'entrée alors qu'un détecteur d'image (ou notre détecteur de profil) est concerné par la lumière arrivant sur chacun de ses pixels de surface relativement petite. Quoi qu'il en soit, la production photonique est faible et soumise à des fluctuations statistiques. On peut s'en rendre compte à  $4 \cdot 10^{-5}$  Torr où un total de  $7.5 \cdot 10^3$  photons/s sont produits par  $N_p = 2.2 \cdot 10^{13}$  protons circulant. En conséquence l'observation visuelle des images 5 a) peut sembler erratique mais l'intégrale ligne par ligne (figure 5 b) est cohérente.



**Graphique 8** Production photonique avec gaz azote .  $N_p = 2.2 \cdot 10^{13}$

Le graphique 9 montre le spectre théorique d'émission photonique de l'azote avec la superposition des bandes passantes des différents éléments optiques ou électroniques employés pour notre mesure. Nous pouvons constater que la bande passante de certains éléments n'est pas bien adaptée.



Graphique 9

## 6 ) Conclusions

Les mesures préliminaires faites au PS avec des moyens rudimentaires indiquent que :

- Ce type de détecteur de profil fournit des mesures de profils d'une précision fort acceptable ;
- La mesure d'un profil V (et par la suite H+V) s'effectue sans difficulté toutes les 20 ms tout au long du cycle machine ;
- Le coût à payer est fort modeste et ne devrait pas excéder 100 KSF pour les 2 plans.

Nonobstant des possibles perturbations machine qu'il convient à l'avenir d'évaluer plus précisément, ce type de détecteur semble mériter d'être mené à ses limites. Dans cet esprit nous suggérons, au prorata des travaux et mesures mentionnés, de :

- Poursuivre notre collaboration avec nos collègues du SL.
- Prévoir une installation du détecteur en une section du PS moins radioactive et hors des champs de fuite des aimants. Cette exigence n'est pas impérative dans un proche futur.
- Installer un hublot à quartz.
- Procéder à une analyse spectrale de la lumière émise.
- Faire l'acquisition d'un ensemble détecteur plus adapté au spectre d'émission du gaz et permettant un traitement d'image approprié.
- Concevoir un ensemble vide permettant de contrôler et réduire au mieux l'étalement de la surpression.

Nous disposerions alors des moyens nécessaires à l'évaluation des performances de ce type de détecteur quand il est utilisé sur des machine de plus faible énergie (ou dimension) que le SPS.

## Références :

- [ 1 ] 'First test in the SPS of a gas scintillation beam profile monitor', J. Camas, R. Cornali, G. Ferioli, R. Jung, J. Koopman, R. Maccaferri. SL Note 98-037 MD.
- [ 2 ] 'Profilometer for small dimension proton beams', J. Bosser, I. Meshkov. PS/BD/ Note 94-04.

**Liste de Distribution:**

**Groupe PS/BD :**

ALDAZ CARROLL Eduardo  
ANGOLETTA Maria Elena  
BELLEMAN Jeroen  
BOSSER Jacques  
BOUDOT Robert  
BRAVIN Enrico  
CARTER Colin  
CHOHAN Vinod  
DAMIANI Michel  
D'AMICO Tommaso  
DIGONZELLI Jean-Marc  
DIMOPOULOU Christina  
FECHTCHENKO Alexandre  
GALMANT Catherine  
GASIOR Marek  
GELATO Giovanni  
GONZALEZ José  
GUILLAUME Jean  
HOEKEMEIJER Frans  
JACOB Alain  
JENSEN Flemming  
KOZIOL Heribert  
LE GRAS Marc  
LENARDON Franco  
LONGO Salvatore  
LUDWIG Michael  
MACCAFERRI Remo  
MARCARINI Elio  
MARQVERSEN Ole  
MARTINI Gérard  
MASSON Thierry  
MOLINARI Gianni  
ODIER Patrick  
OLSFORS Jan  
PRIETO Virginia  
RAICH Ulrich  
RENAUD Yves  
SAUTIER Roland  
SCHNELL Jean-Denis  
SOBY Lars  
SPICKERMANN Thomas  
THOMI Jean-Claude  
TIRARD Serge  
WILLIAMS David John

**Chefs de Groupe :**

FRAMMERY Bertrand  
GAROBY Roland  
GRUBER Jacques  
HASEROTH Helmut  
POTIER Jean-Pierre  
RIUNAUD Jean-Pierre  
  
BADANO Laura/EP  
BOVET Claude/SL  
BROWN Raymond  
CAPPI Roberto  
CHANEL Michel  
CHEVALLAY Eric  
FERIOLI Gianfranco/SL  
FISCHER Claude/SL  
GAILLARD Nicole  
JUNG Roland/SL  
KLETTE Hallgeir/LHC  
KOOPMAN Jan/SL  
MAURY Stephan  
MANGLUNKI Django  
MARTINI Michel  
METRAL Gabriel  
MOHL Dieter  
PULLIA Marco/EP  
ROSSI Sandro/EP  
SCHMICKLER Hermann/SL  
SHINDL Karlheinz  
SIMON Daniel-Jean  
VOS Lucien/SL