

MESURE MAGNETIQUE DES QUADRIPOLES AA TYPE SPS ELARGI

G. Suberlucq et M. Tardy

TABLE DES MATIERES

	<u>Page</u>
1. INTRODUCTION	1
2. PRINCIPE ET PRECISION DES MESURES	1
2.1 Système de coordonnées	1
2.2 Mesure de la magnétisation : $\int Gd\lambda = f(I)$	1
2.3 Mesure de l'homogénéité du gradient	3
3. MESURES MAGNETIQUES	4
3.1 Mesure de $\int Gd\lambda = f(I)$	4
3.2 Mesure de l'homogénéité du gradient	5
4. ESSAIS ELECTRIQUES	5
4.1 Coefficient de self-induction	5
4.2 Essai longue durée	5
5. REFERENCES	5

1. INTRODUCTION

Les mesures qui suivent concernent deux quadripôles ^{1,2)} qui seront installés juste après la cible productrice d'antiprotons dans la ligne d'injection AA. Du fait de l'intense radioactivité en cours de fonctionnement ces aimants ne comportent pas de matières organiques.

Ces quadripôles sont laminés pour pouvoir être alimentés, en série, par une source de courant pulsé capable de pouvoir délivrer le courant nominal $I_n = 2513 \text{ A}^3)$.

Les laminations ont été estampées avec les mêmes outils que ceux utilisés pour les quadripôles SPS à ouverture élargie.

2. PRINCIPE ET PRECISION DES MESURES

2.1 Système de coordonnées

Voir figure 1.

2.2 Mesure du gradient en fonction du courant

2.2.1 Capteur de champ : Gradient intégré sur la longueur

Le gradient du champ magnétique intégré sur la longueur est mesuré avec une bobine en "TETA"⁴⁾ de longueur 1,3 m et de constante spécifique : $5,166 \times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{m}$.

Une telle bobine si on la suppose parfaite n'est sensible qu'au quadrupôle et à ses multiples impairs (12p, 20p, 28p ...).

La tension induite dans la bobine est intégrée avec un intégrateur électronique type "LITTLEWOOD"⁵⁾.

2.2.2 Capteur de courant

L'aimant est alimenté avec l'alimentation à décharge capacité $\text{MM}2^6)$ 4 KA; 1,8 kV. Cette alimentation contient un shunt coaxial qui fournit : 1 kA/1 V.

La figure 2 montre une impulsion de courant dont l'amplitude est de 2500 A et la durée 5 ms.

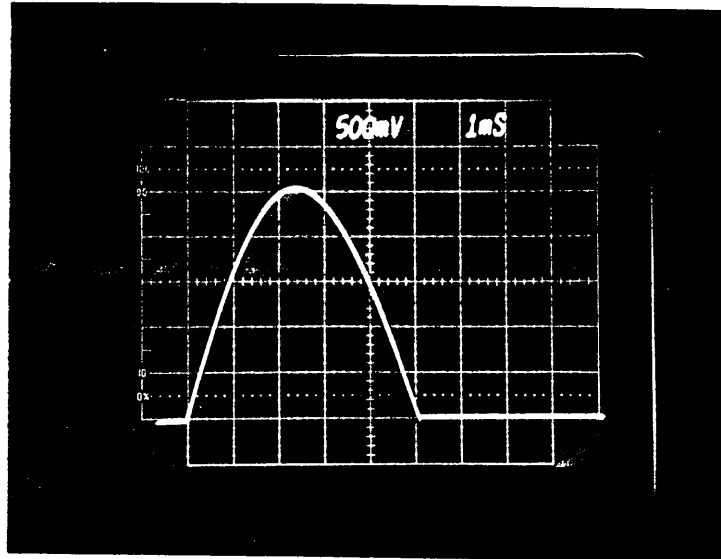


Figure No. 2

I = 500 A/carreau

2.2.3 Traitement des données

La valeur du gradient est obtenue par la formule suivante :

$$\int_{-\infty}^{+\infty} G d\phi_{(0,0)} = \frac{I_{th}}{2 \cdot A_s} \left[\frac{|\phi_1|}{I_1} + \frac{|\phi_2|}{I_1} \right]$$

- avec I_{th} = Courant théorique auquel on souhaite faire la mesure
- I_1, I_2 = Courants effectivement mesurés.
- $|\phi_1|$ = Valeur absolue du flux correspondant à I_1
- $|\phi_2|$ = Valeur absolue du flux correspondant à I_2 après avoir inversé les connexions de la bobine pour compenser la dérive de l'intégrateur.
- ϕ = $\int_0^t e \cdot dt$; e = tension induite dans la bobine.
- A_s = Constante spécifique de la bobine en θ : $A_s = 5,166 \times 10^{-4} \text{ m}^2$

2.2.4 Erreurs de mesure

$$\int_{-\infty}^{+\infty} G dl = \frac{l}{A_s} \times \frac{I_{th}}{I_{mes}} \times \int_{-\infty}^{+\infty} e(t).dt$$

$$\frac{\Delta \int G dl}{\int G dl} = \frac{\Delta A_s}{A_s} + \frac{\Delta I_{mes}}{I_{mes}} + \frac{\Delta \int e dt}{\int e dt}$$

$$\frac{\Delta A_s}{A_s} = \pm 2 \times 10^{-3} \quad (\text{pour des mesures à } x = y = 0)$$

$$\frac{\Delta I_{mes}}{I_{mes}} = \pm (1 \times 10^{-3} + 5 \times 10^{-3})$$

$$\frac{\Delta \int e dt}{\int e dt} = \pm 10^{-3} \quad \text{pour } I > 1000A$$

- Erreur relative sur les valeurs absolues : $\epsilon_a \leq 9 \times 10^{-3}$
- Erreur relative sur les valeurs relatives : $\epsilon_r \leq 2 \times 10^{-3}$

2.3 Mesure de l'homogénéité du gradient intégré sur la longueur

2.3.1 Capteur de champ

Idem à 2.2.1.

Une bobine en Teta ne permet normalement que des mesures sur l'axe magnétique. Toutefois en tournant la bobine de 180° on supprime en partie certaines erreurs introduites par le non parallélisme des fils de la bobine de mesure.

En particulier le "faux sextupôle" introduit par ce type de défaut est pratiquement annulé par retournement de la bobine.

2.3.2 Capteur de courant

Idem 2.2.2.

2.3.3 Traitement des données

La valeur du gradient est obtenue par la formule suivante :

$$\int_{-\infty}^{+\infty} G d\ell (x,y) = \frac{I_{th}}{4 \cdot A_s} \left[\frac{\phi_1}{I_1} + \frac{\phi_2}{I_2} + \frac{\phi_3}{I_3} + \frac{\phi_4}{I_4} \right]$$

avec I_{th} , A_s , ϕ_1 , ϕ_2 , I_1 et I_2 comme définit au paragraphe 2.2.3.

ϕ_3 et ϕ_4 : Correspondent à ϕ_1 et ϕ_2 mais après rotation de la bobine de 180°

Nota : Dans une bobine en θ la rotation de 180° n'inverse pas le signal.

2.3.4 Erreurs de mesure

Erreur relative sur la valeur absolue au centre : $\epsilon_a \leq 9 \times 10^{-3}$

Erreur relatives sur les valeurs relatives : $\epsilon_r \leq 4 \times 10^{-3}$

pour $y = 0$ et $-40 \leq x \leq 40$ mm

3. MESURES MAGNETIQUES

3.1 Mesure de $\int G d\ell = f(I)$ à $x = y = 0$

I Courant A	$\int G d\ell (0,0)$ Q pôle No. 1 T	$\int G d\ell (0,0)$ Q pôle No. 2 T
250	0,757	0,757
500	1,519	1,521
750	2,283	2,284
1000	3,040	3,042
1250	3,794	3,798
1500	4,541	4,549
1750	5,288	5,291
2000	6,026	6,030
2250	6,759	6,762
2500	7,487	7,493
2750	8,212	8,220
3000	8,931	8,938

La figure No. 3 montre la variation du coefficient de magnétisation

$$K = \frac{\int G dl (0,0)}{I} \quad \text{pour les quadrupôles No. 1 et No. 2 à 1000 A.}$$

$$K \approx 3,042 \times 10^{-3} \text{ T/A}$$

3.2 Mesure de l'homogénéité du gradient

Pour $Y = 0$ et $-40 \leq x \leq 40$ mm.

La figure No. 4 montre l'homogénéité du gradient à $I = 2500$ A.

4. ESSAI ELECTRIQUE

4.1 Coefficient de self induction

Pour un courant de 2500 A dans l'aimant la tension de charge est de 1474V dans une capacité de 3×10^{-3} F la période étant d'environ 10 ms; soit un coefficient de self induction d'environ 0.8 mH.

4.2 Essai longue durée

Avant les mesures magnétiques les aimants ont subi un test longue durée de plus de 300'000 impulsions à 2750 A.

5. REFERENCES

1. "Power supply for replacement pulsed radiation hard quadrupoles", R. Sherwood, PS/AA/RS/ip.
2. B. Pincott, Communication privée
3. "Powering of the proposed 2 quadrupole magnets immediately downstream of the AA target", Memorandum PS/PO/Memo 82-56 du 21.6.1982 de L. Coull à E. Jones.
4. "Etude d'une bobine pour mesure de quadrupôle pulsé", C. Mazeline, Mars 1979.

5. "A fast integrator for magnetic measurements", R. Littlewood, PS/SM/Note 77-2.
6. "A multi-purpose capacitor discharge power supply for magnetic measurements", H. Dijkhuizen, PS/SM/Inf. 80-6.

Distribution:

Y. Baconnier
P. Bossard
E. Jones
S. Maury
B. Pincott
T. Sherwood
Equipe PSR/MA

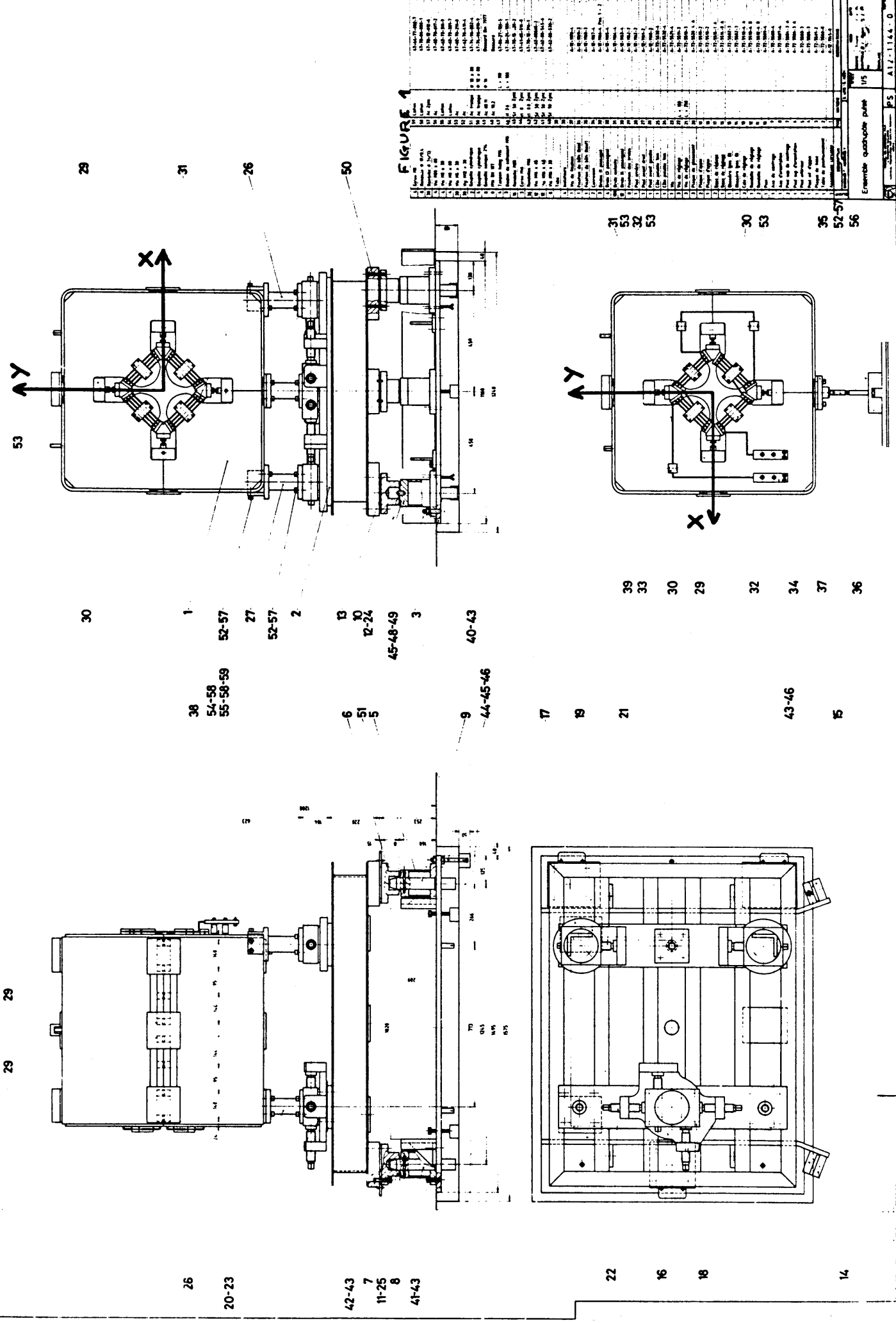
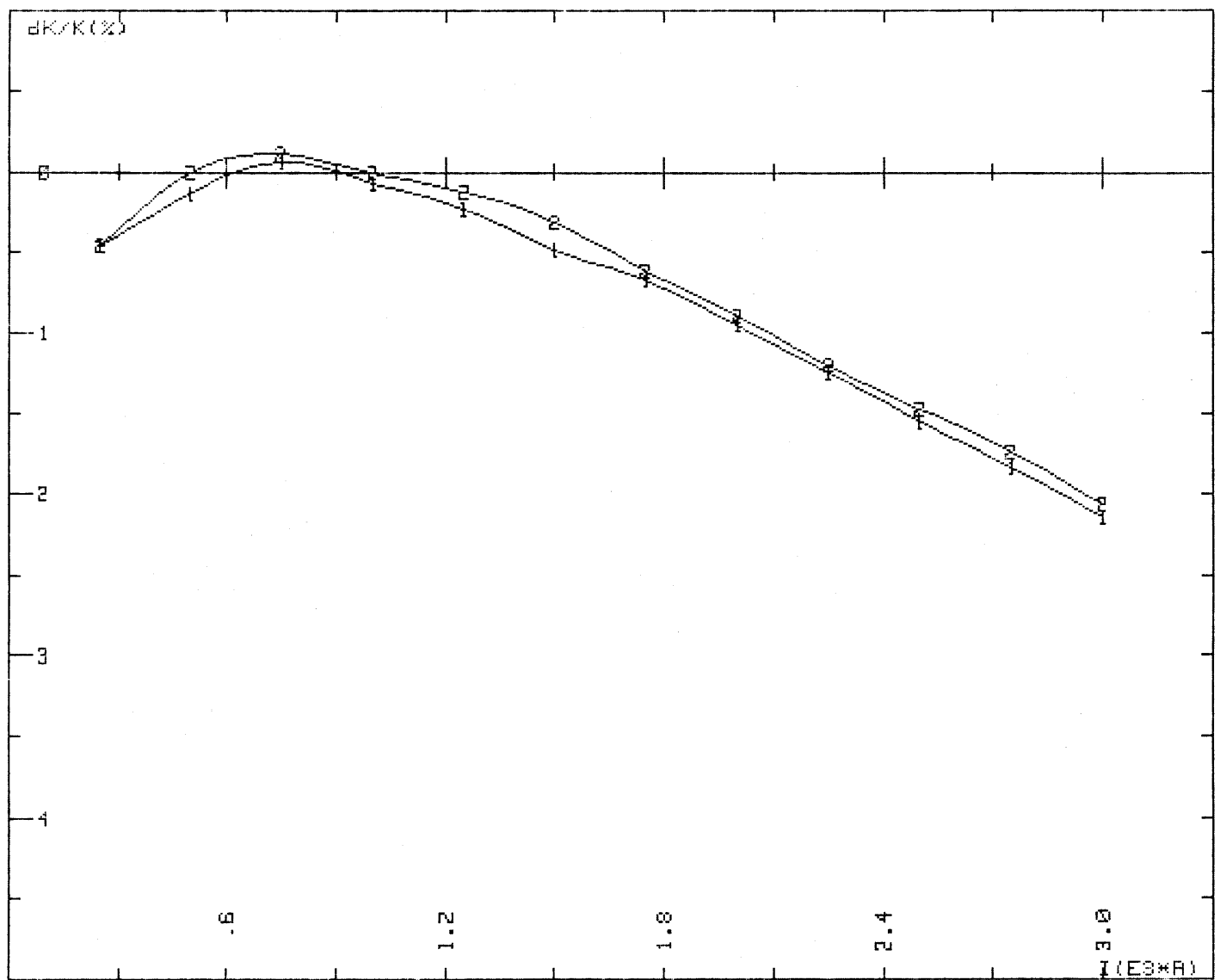


Figure 1



Qp-Pulse-SPS No1 et No2: coeff. de magnetisation $K = \int G dI / I = f(I)$ 11/01/1984

(Xref, Yref) = (0, 0) mm

COEFFICIENT DE MAGNETISATION : $K = 3.0420E-03$ T/A à $I = 1.0000E+03$ A
 QUADRUPOLE PULSE TYPE SPS MODIFIE POUR AA

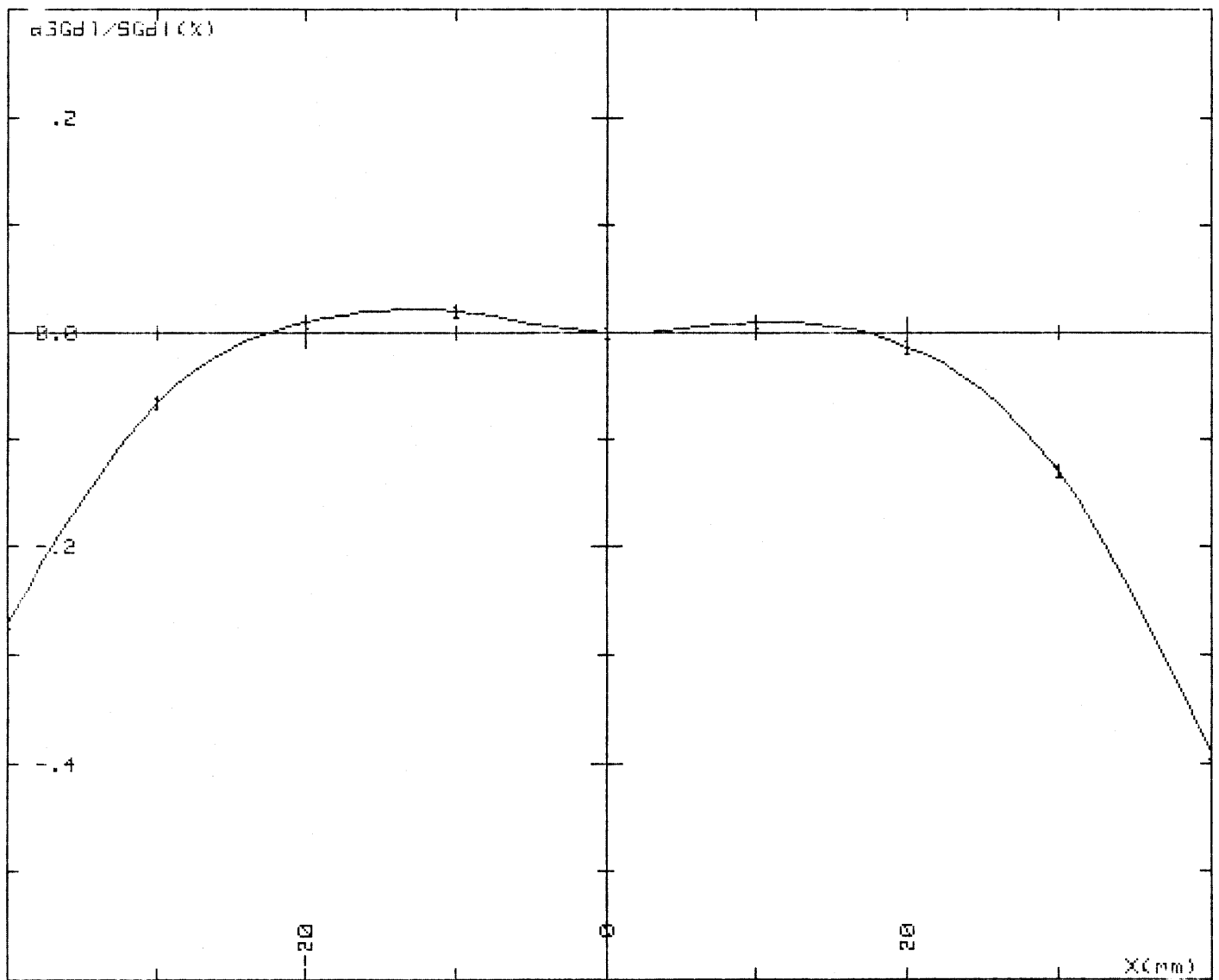
COURBE No1 : QUADRUPOLE No1

COURBE No2 : QUADRUPOLE No2

COURANT PULSE ; MANUEL ; Q-POLES GRAD ; MAGNETISAT.(I)
 MESURE INTEGREE ; TETA no 1 ; INTEGRATEUR NIM ; ATTENUATION NON
 TENSION ; HP 3490 ; ;

Traitement du fichier : BI0102 disque DATA-1

FIGURE : 3



Op-Pulse-SPS No2 : mesure de l'homogeneite du gradient

11/01/1984

$fGd1(0,0) = 7.495 \text{ Tm/m}$ à $I = 2500 \text{ A}$

COURBE : 1 $Y = 0 \text{ mm}$

QUADRUPOLE PULSE TYPE SPS MODIFIE POUR AA

AIMANT No2

COURANT PULSE	;	MANUEL	;	Q-POLES GRAD	;	HOMOG.(X,Y)
MESURE INTEGREE	;	TETA no 1	;	INTEGRATEUR NIM	;	ATTENUATION NON
TENSION	;	HP 3490	;		;	

Nom du Control : H00301 disque DATA-1

FIGURE : 4