

MESURE MAGNETIQUE
DU DIPOLE EPA TYPE II

G. Suberlucq et M. Tardy

1. INTRODUCTION

2. PRINCIPE ET PRECISION DES MESURES

- 2.1 Système de coordonnées et alignement.
- 2.2 Mesure du courant.
- 2.3 Mesure du champ magnétique B.
- 2.4 Mesure du champ magnétique intégré sur la longueur.

3. MESURES PRELIMINAIRES

- 3.1 Repérage de polarités.
- 3.2 Cyclage magnétique.
- 3.3 Détermination des points de fonctionnement.

4. MESURE DE L'AIMANT AVANT AJUSTEMENT MAGNETIQUE

- 4.1 Courbe de magnétisation.
- 4.2 Homogénéité du champ magnétique.
- 4.3 Mesure de $B = f(z)$.

5. MESURE DE L'AIMANT APRES AJUSTEMENT MAGNETIQUE

- 5.1 Courbe de magnétisation.
- 5.2 Homogénéité du champ magnétique.
- 5.3 Mesure de $B = f(z)$.
- 5.4 Centre magnétique longitudinal.

REFERENCES

1. INTRODUCTION

Pour le préinjecteur LEP 13 aimants EPA type II¹⁾ sont utilisés dans les lignes de transfert de l'accumulateur EPA.

L'objet du présent rapport est de décrire les propriétés magnétiques et les ajustements qui ont été faits sur l'un de ces aimants : le No. 1.

2. PRINCIPE ET PRECISION DES MESURES

2.1 Système de coordonnées et alignement

La figure 1 donne le système de coordonnées utilisé.

$$\begin{array}{ll} -90 \leq X \leq +90 \text{ mm} & \epsilon_x \pm 0,1 \text{ mm} \\ Y = 0 \text{ mm} & \epsilon_y \pm 0,1 \text{ mm} \\ -1000 \leq Z \leq +1000 \text{ mm} & \epsilon_z = -0,6 \text{ mm} \pm 0,2 \text{ mm}. \end{array}$$

L'alignement est effectué à partir du gabarit d'alignement utilisé pour le type I. La précision de l'alignement des capteurs par rapport à l'axe mécanique de l'aimant est en X et Y de $\pm 0,2$ mm.

2.2 Mesure du courant

L'aimant est alimenté en courant continu par l'alimentation Hazemeyer qui contient une mesure de courant par D.C.C.T. 6500 A/10 V.

- Précision de la mesure :

- . Erreur absolue : à $I = 500$ A; $\pm 0,1$ A.
- . Erreur relative aléatoire à $I = 500$ A; $\epsilon_r \leq \pm 1 \times 10^{-4}$.

2.3 Mesure du champ magnétique B

2.3.1 Principe

La mesure est réalisée avec la sonde de Hall No. 3 qui est étalonnée dans les deux polarités. Par les points d'étalonnage on fait passer un polynôme du quinzième degré. Le champ est calculé à partir de la moyenne de 3 mesures.

$$B = \frac{I_{th}}{3} \cdot \sum_{n=1}^{n=3} \frac{\sum_{k=0}^{k=15} A_k \cdot U_{H(n)}^k}{I_n}$$

avec : I_{th} = Courant théorique auquel on souhaite faire la mesure.

I_n = Courant effectivement mesuré; le programme vérifie qu'il est dans la fourchette :
 $0.999 I_{th} \leq I_n \leq 1.001 I_{th}$.

A_k = Coefficients correspondants au polynôme passant par les points d'étalonnage de la sonde.

$U_{H(n)}$ = Tension de Hall fournie par la sonde.

2.3.2 Précision

L'écart quadratique moyen entre le B déterminé à partir du polynôme et le B du point d'étalonnage est de 36 μ T dans l'intervalle :

$$-1,7 \text{ T} \leq B \leq -0,09 \text{ T} \text{ et } 0,09 \text{ T} \leq B \leq 1,7 \text{ T}$$

Dans cet intervalle :

Erreur relative sur la valeur absolue : $\epsilon_a \leq \pm 4 \cdot 10^{-4}$.

Erreur relative aléatoire à $B = 1 \text{ T}$: $\epsilon_r \leq \pm 1 \times 10^{-4}$.

Nous avons vérifié que de 0,09 T jusqu'à 5 mT la mesure restait précise à $\pm 3 \cdot 10^{-3}$.

Autour de zéro la sonde présente un bruit moyen de : 0,03 mT.

2.4 Mesure du champ magnétique intégré sur la longueur

2.4.1 Principe

La mesure est faite par rotation d'une bobine dans un champ constant. Bobine BL3 de longueur 2 m de constante spécifique $A_s = 1,56843 \text{ m}^2/\text{m}$ et de résistance interne $R = 3430 \Omega$.

Nota : Par intégration numérique de la mesure de $B(z) = F(z)$ nous avons vérifié la mesure avec bobine longue.

La valeur du champ est calculée à partir de la moyenne de 2 mesures :

$$\int_{-1\text{m}}^{+1\text{m}} B(z)dz = \frac{I_{th}}{4 \cdot A_s} \cdot \sum_{n=1}^{n=2} \frac{\Phi_n}{I_n}$$

avec I_{th} , I_n : Comme précédemment définis.

$\Phi_n = \int_0^t e(t) dt$: Intégrale de la tension induite pendant la rotation de 180° de la bobine (deux fois le flux).

A_s : Surface spécifique de la bobine.

2.4.2 Précision

Erreur relative sur la valeur absolue : $\epsilon_a \leq \pm 7 \cdot 10^{-4}$.

Erreur relative aléatoire : $\epsilon_r \leq 2 \cdot 10^{-4}$.

Erreur relative sur la valeur absolue de l'intégrale numérique

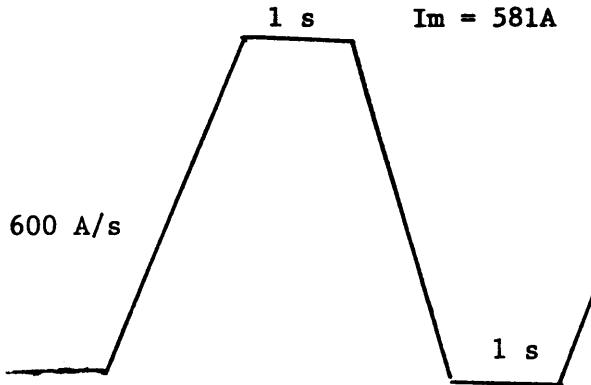
$$\epsilon_a \leq \pm 1 \cdot 10^{-3}.$$

3. MESURES PRELIMINAIRES

3.1 Repérage des polarités

L'aimant est connecté comme le type I, c'est-à-dire le pôle NORD en haut. La galette inférieure de la bobine est reliée au pôle positif de l'alimentation.

3.2 Cyclage magnétique



Cycle de préparation
de l'aimant

Nous avons vérifié sur le type I que, quels que soient les fonctionnements antérieurs, on retrouve toujours les mêmes valeurs de B et de $\int B dz$ après 8 à 10 impulsions de courant définies ci-dessus.

3.3 Détermination des points de fonctionnement

Il est spécifié²⁾ 3 points de fonctionnement

$$B_1 = 0,561 \text{ T}; B_N = 1,333 \text{ T}; B_2 = 1,444 \text{ T}.$$

De plus il est demandé $\int B_N(z) dz = 0,7465 \text{ Tm}$ au courant I_N correspondant à B_N . Soit une longueur magnétique équivalente de $0,56 \text{ m}$.

Nous avons déterminé :

$$\begin{aligned} I_1 &= 209,2 \text{ A} & \rightarrow & B_1 = 0,5609 \text{ T} \\ I_N &= 500 \text{ A} & \rightarrow & B_N = 1,3337 \text{ T} \\ I_2 &= 543 \text{ A} & \rightarrow & B_2 = 1,4438 \text{ T} \end{aligned}$$

Pour l'ajustement en longueur voir paragraphe 5.

4. MESURE DE L'AIMANT AVANT AJUSTEMENT MAGNETIQUE

4.1 Courbe de magnétisation

Le tableau 1 donne $\int B dz, B, l_{\text{moy}} = f(I)$. Suite à une modification des plaques d'extrémité l'aimant se retrouve 7 mm trop court. Il faudra donc le corriger.

La figure 2 montre la variation du coefficient de magnétisation K en fonction du courant avec :

$$K = \frac{\int B dz(I) - \int B_{\text{rem}} dz}{I} \quad \text{ou} \quad \frac{B(I) - B_{\text{rem}}}{I}$$

$$K_{\text{réf}} = \frac{\int B dz(I_{\text{réf}}) - \int B_{\text{rem}} dz}{I_{\text{réf}}} \quad \text{ou} \quad \frac{B(I_{\text{réf}}) - B_{\text{rem}}}{I_{\text{réf}}}$$

$\int B dz (I)$ = Valeur du champ magnétique intégré sur la longueur au courant I et à $X = Y = 0$.

$\int B_{\text{rem}} dz$ = Valeur du champ magnétique rémanent, intégré sur la longueur après cyclage magnétique défini au paragraphe 3.2.

$B(I)$ = Valeur du champ magnétique à $X = Y = Z = 0$ au courant I.

B_{rem} = Valeur du champ rémanent : comme précédemment définie.

$I_{\text{réf}}$ = Courant de référence arbitrairement choisi à 300 A ne servant qu'à normaliser les courbes.

La figure 2 représente :

$$\frac{dK}{K} = \left(\frac{K - K_{\text{réf}}}{K_{\text{réf}}} \right) \cdot 100 = f(I)$$

$$B = K_{\text{réf}}(B) \cdot I \left(1 + \frac{dK}{K} (B)/100 \right) + B_{\text{rem}}$$

$$\int B dz = K_{\text{réf}}(\int B dz) \cdot I \left(1 + \frac{dK}{K} (\int B dz)/100 \right) + \int B_{\text{rem}} dz$$

4.2 Homogénéité du champ magnétique

Le tableau 2 donne $\int B dz$, $B = f(x)$ à $I_2 = 543$ A $Y = 0$ et $-90 \leq X \leq 90$ mm. Le figure 3 représente une loupe de ces mesures dans l'intervalle $-70 \leq X \leq 70$ mm.

On remarque que l'homogénéité du champ magnétique intégré sur la longueur est meilleure que celle spécifiée :

Nous avons $\epsilon \leq -2 \cdot 10^{-3}$ pour $-60 \leq X \leq 60$ mm au lieu de $\epsilon \leq \pm 2 \cdot 10^{-3}$ pour $-50 \leq X \leq 50$ mm.

4.3 Mesure de $B = f(z)$

A partir de la mesure longitudinale du champ (voir figure 4) nous avons déterminé :

$$\left. \begin{aligned} B_{\text{moy}} &= \frac{B(+Z) + B(-Z)}{2} \\ B_{\text{err}} &= \frac{B(+Z) - B(-Z)}{2} \end{aligned} \right\} \begin{aligned} &\text{à } X = Y = 0 \text{ mm} \\ &I = 543 \text{ A} \end{aligned}$$

Le tableau 3 donne :

$$100 \cdot \frac{B_{\text{MOY}}}{B_{\text{réf}}} ; 100 \cdot \frac{B_{\text{err}}}{B_{\text{réf}}} \text{ et } B_{\text{moy}} \text{ en fonction de } Z \quad B_{\text{réf}} = B(0,0,0).$$

La figure 5 est le graphe de ce tableau.

La figure 6 donne l'intégration sur l'axe Z de la précédente courbe.

L'intégration numérique correspond à la mesure de $\int B(z)dz$ avec bobine longue à $2 \cdot 10^{-4}$ près.

L'intégration de B_{err} représente le décalage moyen de la référence $Z = 0$ par rapport au centre magnétique longitudinal.

$$\epsilon z = -0,6 \text{ mm}$$

5. MESURE DE L'AIMANT APRES AJUSTEMENT MAGNETIQUE

Comme indiqué au paragraphe 4.1 et 4.2, l'homogénéité du champ intégré sur la longueur correspond à ce qui est souhaité; par contre l'aimant est trop court de 7 mm à $I_N = 500$ A.

Nous avons déterminé dans le dipôle prototype EPA Type I une efficacité des shims de 65% à $I = 530$ A, ce qui correspond pour 7 mm à 10.8 mm d'épaisseur de shims.

Nous avons installé 10.5 mm :

5,5 mm côté Z négatifs

5 mm côté Z positifs

La dissymétrie introduite compense en partie celle qui est intrinsèque à l'aimant.

5.1 Courbe de magnétisation

Le tableau 4 donne $\int Bdz$, B , $L_{eq} = f(I)$; la figure 7 montre la variation du coefficient de magnétisation K en fonction du courant tel que défini au paragraphe 4.1.

à $I = 500$ A on a :

B	$= 1,3337$	T	soit	:	B_N	$= 1,0003$
$\int Bdz$	$= 0,7464$	Tm	soit	:	$\int B_N dz$	$= 0,99987$
L_{eq}	$= 0,55978$	m	soit	:	L_{Neq}	$= 0,22$ mm

5.2 Homogénéité du champ magnétique intégré sur la longueur

Le tableau 5 donne les valeurs de $\int B dz = f(x)$ aux 3 points de fonctionnement. La figure 8 représente une loupe de ces mesures dans l'intervalle : $-60 \leq X \leq 60$ mm.

On remarque que l'homogénéité du champ magnétique intégré sur la longueur est meilleure, pour les 3 courants, que celle spécifiée :

on a : $\epsilon \leq \pm 2 \cdot 10^{-3}$ pour $-60 \leq X \leq + 60$ mm

au lieu de : $\epsilon \leq \pm 2 \cdot 10^{-3}$ pour $-55 \leq X \leq + 55$ mm

pour $209 \leq I \leq 543$ A.

5.3 Mesure de $B = f(Z)$

A partir des mesures de $B = f(Z)$ dans l'intervalle $-1 \text{ m} \leq Z \leq + 1 \text{ m}$ pour $X = Y = 0$ et $I = 500$ A.

Nous avons calculé B_{\max} et B_{err} comme défini au paragraphe 4.3.

Le tableau 6 montre ces diverses variables en fonction de Z . Le graphe 9 est la représentation du précédent tableau.

La figure 10 donne l'intégration sur l'axe Z de la courbe précédente.

L'intégration numérique correspond à la mesure de $\int B(z) dz$ avec bobine longue à $4,3 \cdot 10^{-4}$ près.

Le décalage moyen de la référence $Z = 0$ par rapport au centre magnétique longitudinal est : $\epsilon z = -0,6$ mm.

Nota sur les différences de valeurs absolues :

Au courant nominal on constate une différence de $3 \cdot 10^{-4}$ entre la valeur du champ B (ou de $\int B dz$) donnée dans les courbes $B = f(x)$ et $B = f(z)$.

Cette différence est due à la différence de programmation en courant de l'alimentation pour la mesure de la magnétisation.

La mesure de $B = f(z)$ (ou $\int B dz$) est comparable pour la valeur au centre avec la mesure de $B = f(x)$ (ou $\int B dz$).

5.4 Centre magnétique longitudinal

Nous avons trouvé le centre magnétique longitudinal décalé de + 0,075 mm par rapport à l'axe mécanique de la culasse. La cale à monter pour l'alignement avec gabarit est donc de 4 ou 4.1 mm.

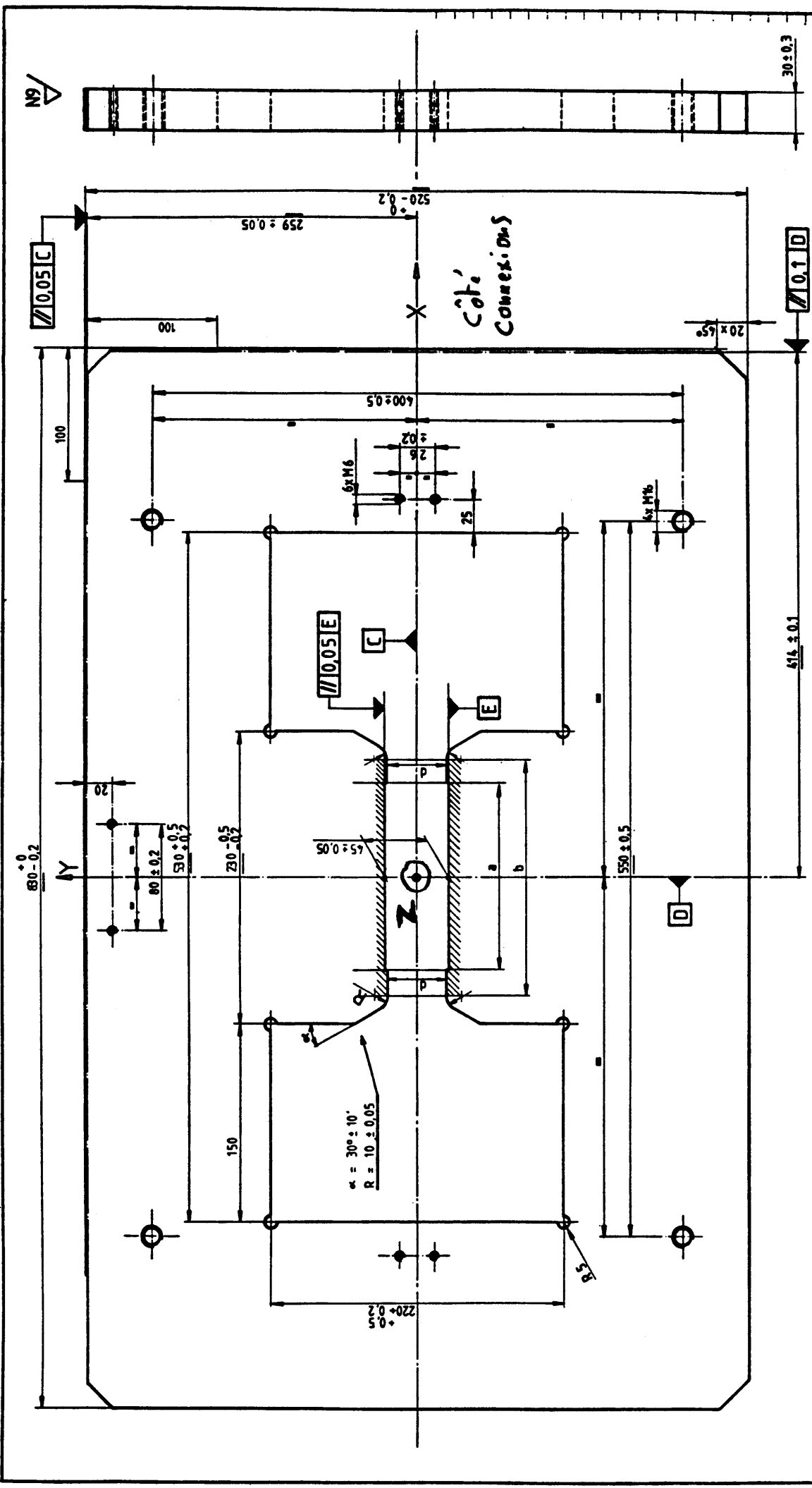
REFERENCES

1. Technical specification for the EPA dipole magnets of the LEP-Injector, PS/PSR/PB/Spec. 82-5 (Revised).
2. "Mesure magnétique à réaliser sur l'aimant de transfert EPA type II", D. Cornuet.

Distribution :

Membres de la section MA du groupe PSR

Y. Baconnier
S. Battisti
J.P. Delahaye
A. Krusche
H. Kugler
J.H.B. Madsen



Remarks:
 General tolerance on symmetry with respect
 to axis X and Y $\pm 0,1$

Pole profile (shaded area)
 $a = 120 \pm 0,2$
 $b = 160 \pm 0,2$
 $d = 43,8 \pm 0,05$
 Tolerance on symmetry with respect to axis X $\pm 0,05$

1	END PLATE	1	ANNEALED LOW-CARBON STEEL	DATE
2	DESCRIPTION	2	COTES BRUTES	DATE
3	ENSEMBLE	3	S. ENSEMBLE	DATE
EPA - DIPOLE MAGNET				DESSINE
END PLATE (TYPE 2)				CONTROLÉ
1:2				REPLACE PAR
				REDUCTION
GERN-DIV: PS				EPA-7ME-DHZ0-1503.2 A

FIGURE 1.

DATE	17.11.82
INSTRUMENTATION	
REVISION	
APPROVED	

AIMANT TRASPOT DE FAISCEAU EPA-TYPE II
MESURE DE L'AIMANT SANS SCHIMS

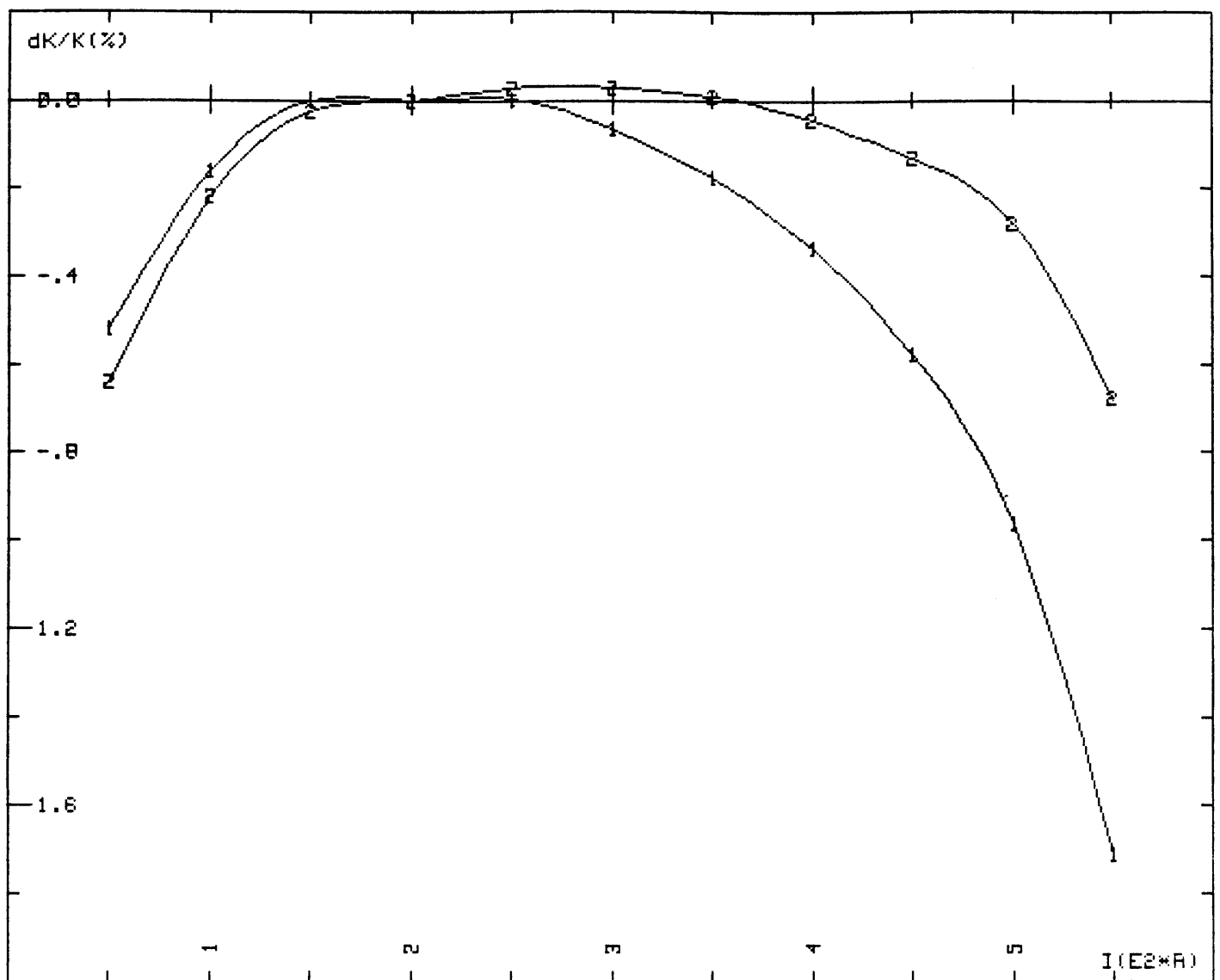
Traitement des fichiers : BI2501 & BI2601 disque DATA-1

$\int B dl = f(I)$; $B = f(I)$; $Leq = f(I)$ à $X = Y = 0$ mm

MESURE DE L'AIMANT SANS SCHIMS

COURANT A	$\int B dl$ Tm	B T	Long.eq mm
0.00	.00062	.00142	437.29
50.00	.07465	.13418	556.34
100.00	.14920	.26805	556.62
150.00	.22386	.40216	556.65
200.00	.29828	.53588	556.61
250.00	.37271	.66970	556.54
300.00	.44682	.80335	556.19
350.00	.52059	.93681	555.70
400.00	.59393	1.06986	555.15
450.00	.66649	1.20238	554.31
500.00	.73756	1.33379	552.98
550.00	.80517	1.46123	551.02

TABEAU No 1.



EPA-II No1 : Calcul du coefficient de magnetisation 15/04/1985
 (Xref, Yref) = (0, 0) mm
 COURBE 1 : $K_{ref}(\int B dz) = 1.4883E-3 \text{ Tm/A}$ à $I=200 \text{ A}$; $\int B dz_{rem} = 0.62E-3 \text{ Tm}$
 COURBE 2 : $K_{ref}(B) = 2.6723E-3 \text{ T/A}$ à $I=200 \text{ A}$; $B_{reman} = 1.42E-3 \text{ Tm}$

$$\int B dz = 1.4883E-3 * I (1 + dK/K/100) + 0.62E-3$$

$$B = 2.6723E-3 * I (1 + dK/K/100) + 1.42E-3$$

AIMANT TRASPOT DE FAISCEAU EPA-TYPE II
 MESURE DE L'AIMANT SANS SCHIMS

Traitement des fichiers : BI2501 & BI2601 disque DATA-1

FIGURE : 2

COURBE 1 : $\int B(0,0,z) dz = 0.79590 \text{ Tm}$ à $I = 543 \text{ A}$ COURBE 2 : $B(0,0,0) = 1.44380 \text{ Tm}$ à $I = 543 \text{ A}$

AIMANT TRASPORT DE FAISCEAU EPA-TYPE II

MESURE DE L'AIMANT SANS SCHIMS

 $EPS(\int B dz) = (\int B(X,0,z) dz / \int B(0,0,z) dz - 1) * 100$ $EPS(B) = (B(X,0,0) / B(0,0,0) - 1) * 100$

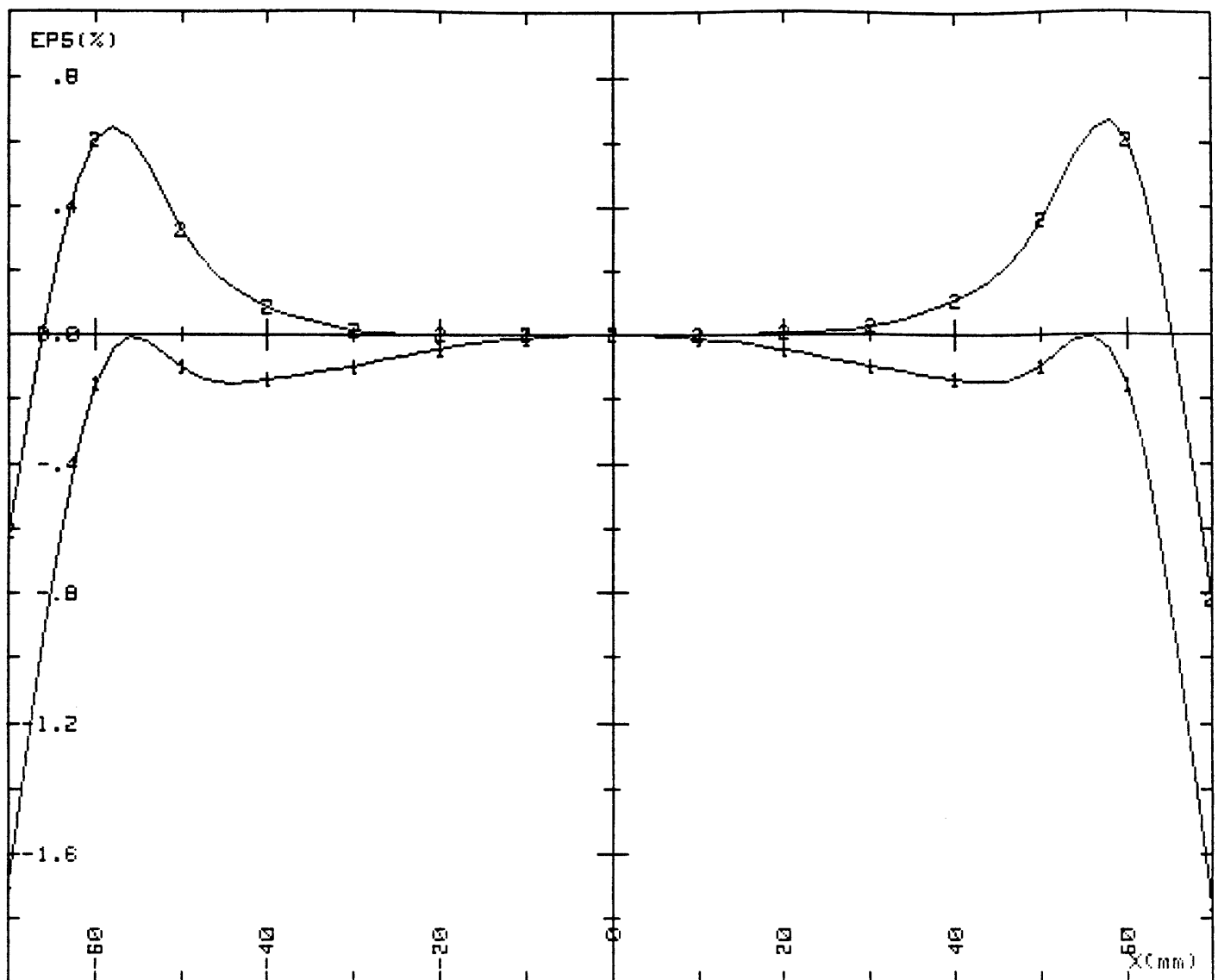
Traitement des fichiers : H02501 & H02601 disque DATA-1

 $\int B dz, B = f(X)$ à $I = 543 \text{ A}$ & $Y = 0 \text{ mm}$

MESURE DE L'AIMANT SANS SCHIMS

X mm	EPS($\int B dz$) %	EPS(B) %
-90.0	-19.0522	-18.8077
-80.0	-7.4674	-6.4105
-70.0	-1.6887	-.6027
-60.0	-.1515	.6026
-50.0	-.1024	.3254
-40.0	-.1398	.0892
-30.0	-.0967	.0151
-20.0	-.0447	-.0001
-10.0	-.0119	-.0013
0.0	-.0009	.0001
10.0	-.0119	.0009
20.0	-.0460	.0043
30.0	-.0982	.0234
40.0	-.1386	.1059
50.0	-.0983	.3591
60.0	-.1583	.6041
70.0	-1.7520	-.8163
80.0	-7.6518	-7.1003
90.0	-19.3016	-19.9003

TABLEAU No 2



EPA-II No1 : mesure de l'homogeneite de $\int B dz, B = F(X)$

15/04/1985

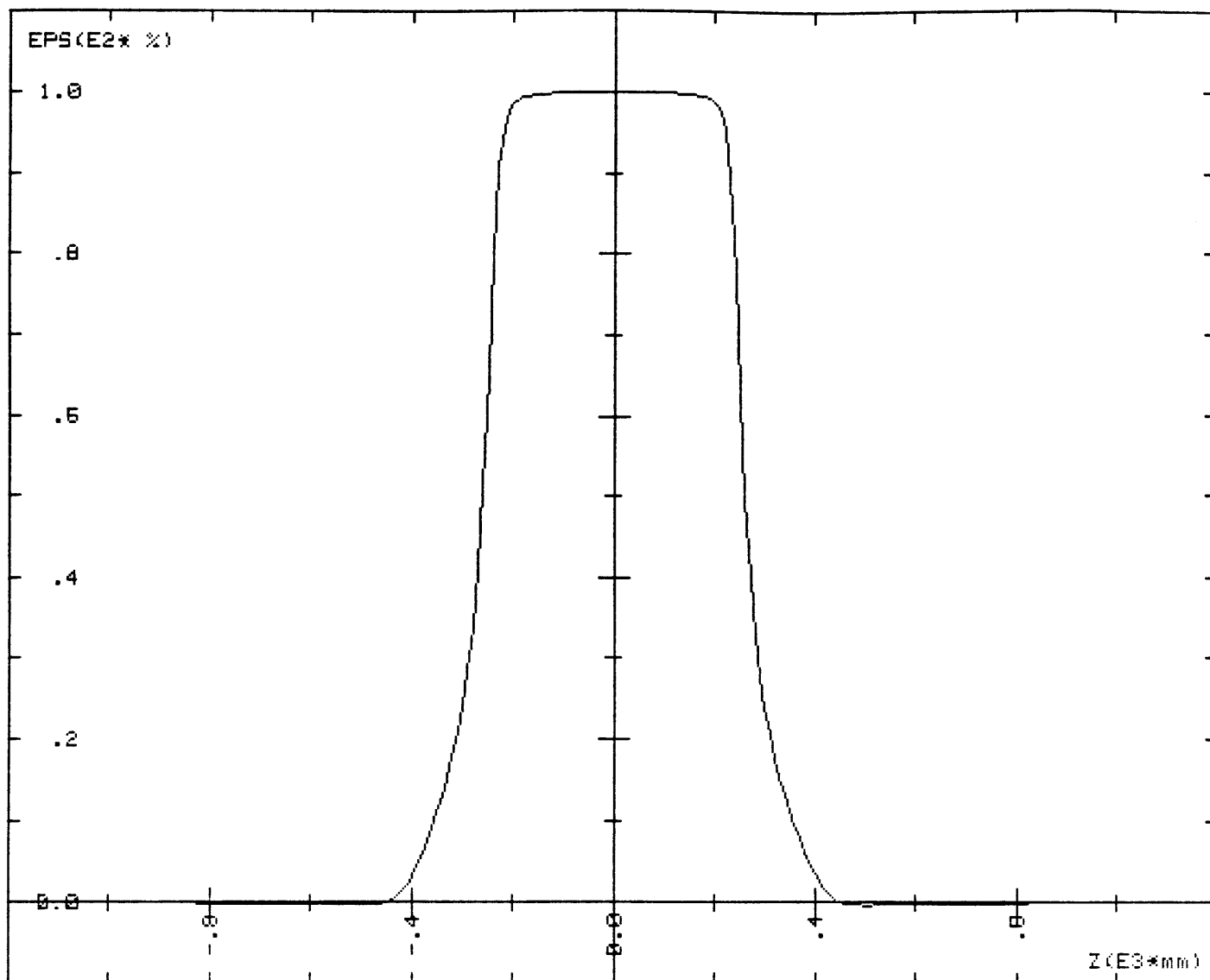
COURBE 1 : $\int B(0,0,z) dz = 0.79590 \text{ Tm}$ à $I = 543 \text{ A}$

COURBE 2 : $B(0,0,0) = 1.44380 \text{ Tm}$ à $I = 543 \text{ A}$

AIMANT TRANSPORT DE FAISCEAU EPA-TYPE II
 MESURE DE L'AIMANT SANS SCHIMS
 $EPS(\int B dz) = (\int B(X,0,z) dz / \int B(0,0,z) dz - 1) * 100$
 $EPS(B) = (B(X,0,0) / B(0,0,0) - 1) * 100$

Traitement des fichiers : H02501 & H02601 disque DATA-1

FIGURE : 3



EPA-II No1 : mesure de $B=F(Z)$

15/04/1985

$B(0,0,0) = -1.44376$ T à $I = 543$ A

AIMANT TRANSPORT DE FAISCEAU EPA-TYPE II
 MESURE DE L'AIMANT SANS SCHIMS
 $EPS = B(0,0,Z)/B(0,0,0)*100$

COURANT CONTINU	;	MANUEL	;	DIPOLÉS	;	$B=F(S)$
MESURE INTERNE	;	HALL No 3	;	HP 3456A	;	ATTENUATION NON
TENSION	;	HP 3490	;		;	

Nom du fichier : L02501 disque DATA-1

FIGURE : 4

EPA-II No1 : mesure de $B=F(Z)$
 $B(0,0,0) = -1.44376 T$ à $I = 543 A$

15/04/1985

AIMANT TRASPORT DE FAISCEAU EPA-TYPE II
MESURE DE L'AIMANT SANS SCHIMS

COURANT CONTINU ; MANUEL ; DIPÔLES ; $B=F(S)$
MESURE INTERNE ; HALL No 3 ; HP 3456A ; ATTENUATION NON
TENSION ; HP 3490 ;

Nom du fichier : L02501 disque DATA-1

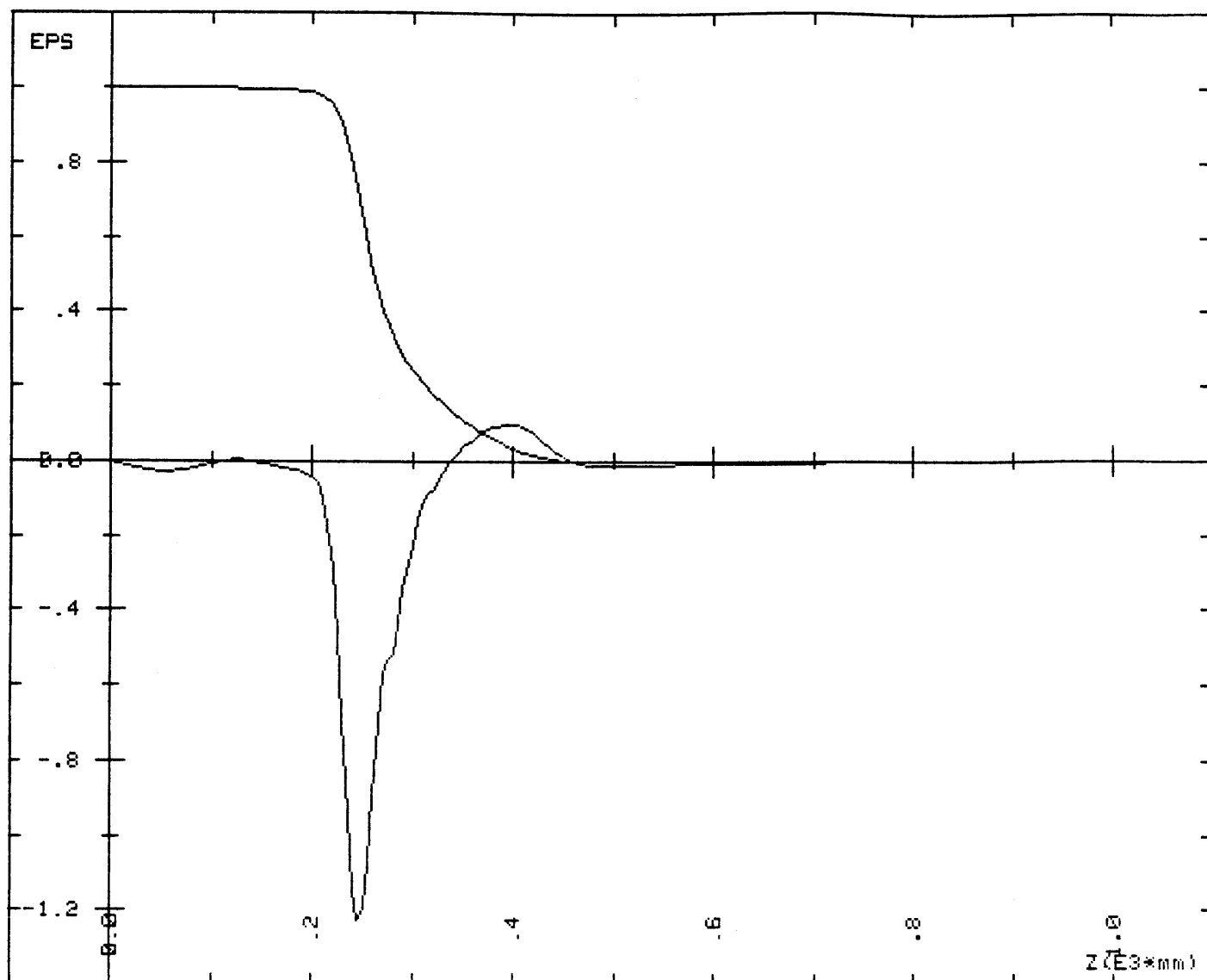
$B_{moy} = (B(+z)+B(-z))/2$; $B_{err} = (B(+z)-B(-z))/2$

$I = 543 A$ $B_{ref} = -1.44376 T$ à $X = 0 mm$; $Y = 0 mm$; $Z = 0 mm$

Z mm	B_{moy} / B_{ref} %	B_{err} / B_{ref} %	B_{moy} T
0.0	100.0000	0.0000	-1.443760E+00
50.0	99.9780	-.0281	-1.443442E+00
100.0	99.9053	-.0068	-1.442393E+00
150.0	99.7428	-.0041	-1.440047E+00
160.0	99.6817	-.0114	-1.439165E+00
170.0	99.5882	-.0170	-1.437815E+00
180.0	99.4368	-.0218	-1.435629E+00
190.0	99.1910	-.0295	-1.432080E+00
200.0	98.7522	-.0398	-1.425745E+00
210.0	97.8306	-.0997	-1.412439E+00
220.0	95.5940	-.2913	-1.380148E+00
230.0	90.0800	-.6892	-1.300539E+00
240.0	78.9427	-1.1475	-1.139743E+00
250.0	63.8819	-1.1952	-9.223013E-01
260.0	50.3186	-.8922	-7.264798E-01
270.0	40.4347	-.5718	-5.837800E-01
280.0	33.2567	-.5183	-4.801469E-01
290.0	28.0787	-.3428	-4.053890E-01
300.0	24.0275	-.2251	-3.468994E-01
310.0	20.7050	-.1039	-2.989305E-01
320.0	17.8231	-.0805	-2.573228E-01
330.0	15.3200	-.0295	-2.211840E-01
340.0	13.0978	.0075	-1.891008E-01
350.0	11.1035	.0368	-1.603079E-01
360.0	9.2891	.0556	-1.341127E-01
370.0	7.6321	.0787	-1.101895E-01
380.0	6.1142	.0891	-8.827466E-02
390.0	4.7340	.0973	-6.834745E-02
400.0	3.4932	.0974	-5.043357E-02
410.0	2.4214	.0930	-3.495978E-02

420.0	1.5432	.0761	-2.228068E-02
430.0	.8791	.0505	-1.269233E-02
440.0	.4153	.0298	-5.995257E-03
450.0	.1123	.0124	-1.621371E-03
460.0	-.0763	.0005	1.101329E-03
470.0	-.1881	-.0069	2.715251E-03
480.0	-.2500	-.0117	3.608736E-03
490.0	-.2800	-.0139	4.042788E-03
500.0	-.2906	-.0148	4.195769E-03
510.0	-.2893	-.0147	4.176552E-03
520.0	-.2804	-.0142	4.048231E-03
530.0	-.2668	-.0138	3.852298E-03
540.0	-.2510	-.0133	3.624025E-03
550.0	-.2351	-.0120	3.394121E-03
600.0	-.1612	-.0074	2.327197E-03
650.0	-.1095	-.0049	1.580600E-03
700.0	-.0762	-.0037	1.100572E-03
750.0	-.0547	-.0030	7.894321E-04
800.0	-.0419	-.0013	6.049961E-04
850.0	-.0329	-.0003	4.746303E-04
900.0	-.0253	-.0010	3.649594E-04
950.0	-.0198	-.0012	2.859020E-04
1000.0	-.0185	.0006	2.668271E-04

Tableau 3



EPA-II No1 : mesure de $B=F(Z)$

15/04/1985

$B(0,0,0) = -1.44376$ T à $I = 543$ A

REPRESENTATION DE : $EPS=B_{moy}/B_{ref}$; $B_{moy} = (B(+z)+B(-z))/2$
 REPRESENTATION DE : $EPS=B_{err}/B_{ref}*100$; $B_{err} = (B(+z)-B(-z))/2$

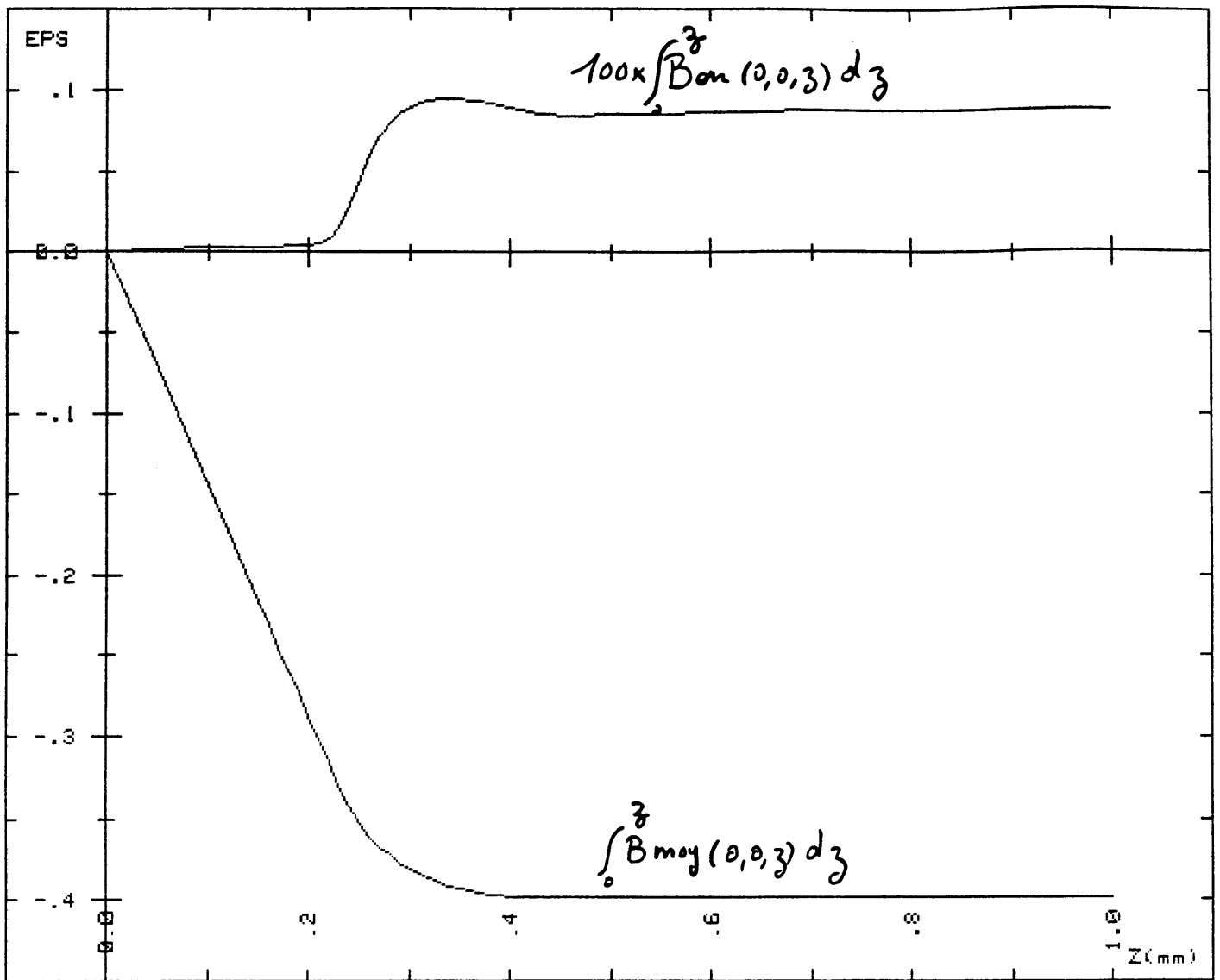
AIMANT TRANSPORT DE FAISCEAU EPA-TYPE II
 MESURE DE L'AIMANT SANS SCHIMS

COURANT CONTINU ; MANUEL ; DIPOLES ; $B=F(S)$
 MESURE INTERNE ; HALL No 3 ; HP 3456A ; ATTENUATION NON
 TENSION ; HP 3490 ; ;

Traitement du fichier : L02501 disque DATA-1

Nom du fichier : L02502 disque DATA-1

FIGURE : 5



EPA-II No1 : Calcul de $\int B(0,0,z) dz = F(z)$

15/04/1985

$B(0,0,0) = -1.44376$ T à $I = 543$ A

COURBE : 1 $2 \times \int B_{moy} dz = -0.79606$ Tm à $X = 0$ $Y = 0$ mm $0 \leq Z \leq 1000$ mm
 COURBE : 2 $\int B_{err} dz = 0.000882$ Tm à $X = 0$ $Y = 0$ mm $0 \leq Z \leq 1000$ mm

AIMANT TRANSPORT DE FAISCEAU EPA-TYPE II
 MESURE DE L'AIMANT SANS SCHIMS

COURANT CONTINU ; MANUEL ; DIPOLES ; B=F(S)
 MESURE INTERNE ; HALL No 3 ; HP 3456A ; ATTENUATION NON
 TENSION ; HP 3490 ; ;

Traitement du fichier : L02502 disque DATA-1

FIGURE : 6

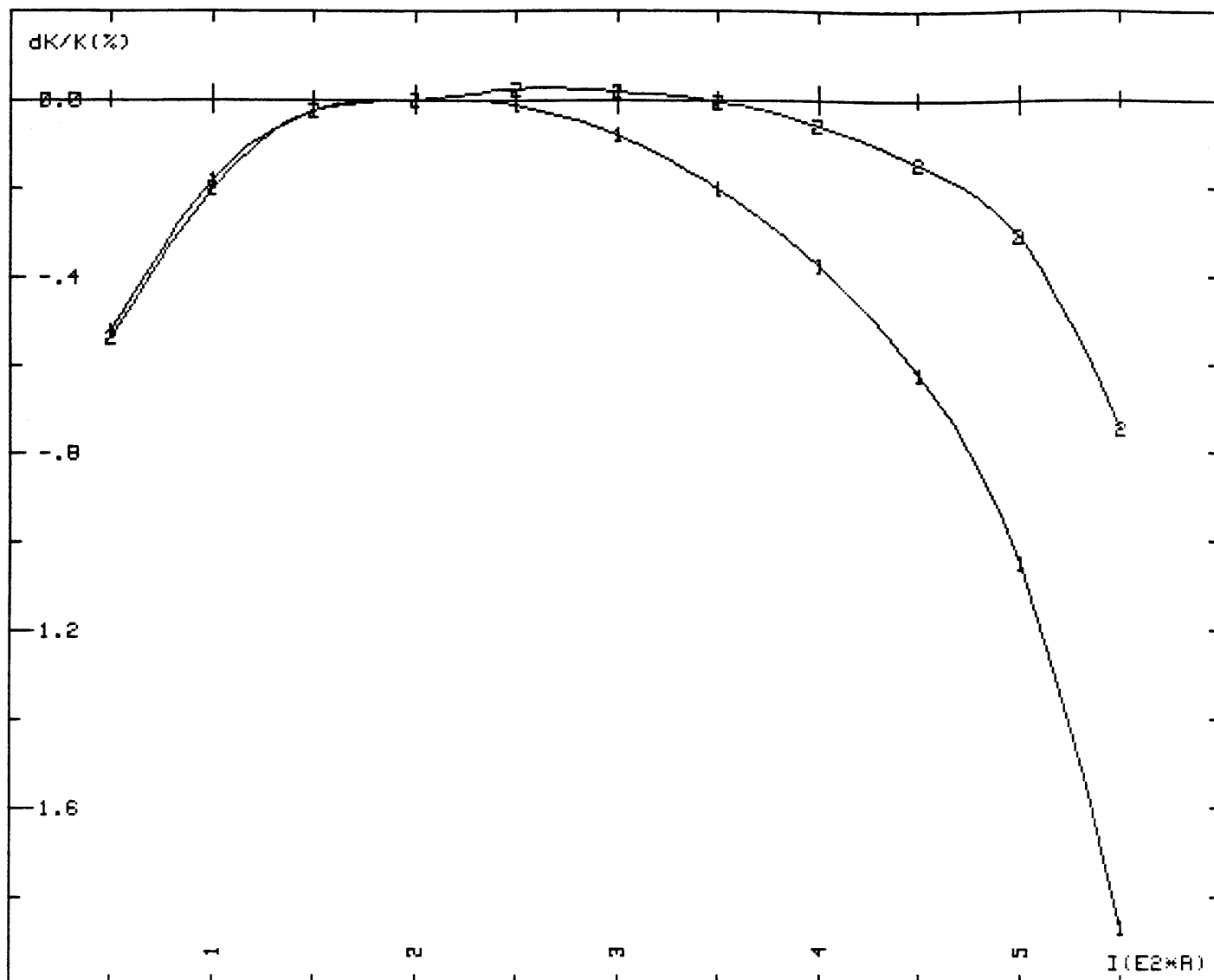
AIMANT DE TRANSPORT EPA TYPE-II
MESURE DE L'AIMANT AVEC SHIMS : 5.5 mm + 5 mm

Traitement des fichiers : BI2701 & BI2702 disque DATA-1

$\int B dl = f(I)$; $B = f(I)$; $L_{eq} = f(I)$ à $X = Y = 0$ mm

MESURE DE L'AIMANT AVEC SHIMS : 5.5 mm + 5 mm

COURANT A	$\int B dl$ Tm	B T	Long.eq mm
0.00	.00063	.00137	457.59
50.00	.07560	.13427	563.04
100.00	.15109	.26807	563.61
150.00	.22667	.40213	563.68
200.00	.30210	.53584	563.78
250.00	.37742	.66962	563.63
300.00	.45247	.80322	563.32
350.00	.52713	.93665	562.78
400.00	.60131	1.06968	562.14
450.00	.67469	1.20215	561.24
500.00	.74640	1.33339	559.78
550.00	.81418	1.46018	557.59



EPA-II No1 : Calcul du coefficient de magnetisation
 (Xref, Yref) = (0, 0) mm

18/04/1985

COURBE 1 : $K_{ref}(jBdz) = 1.5074E-3 \text{ Tm/A}$ à $I=200 \text{ A}$; $jBdz_{rem} = 0.63E-3 \text{ Tm}$

COURBE 2 : $K_{ref}(B) = 2.6723E-3 \text{ Tm/A}$ à $I=200 \text{ A}$; $B_{reman} = 1.37E-3 \text{ Tm}$

$$jBdz = 1.5074E-3 * I(1 + dK/K/100) + 0.63E-3$$

$$B = 2.6723E-3 * I(1 + dK/K/100) + 1.37E-3$$

AIMANT DE TRANSPORT EPA TYPE-II
 MESURE DE L'AIMANT AVEC SHIMS : 5.5 mm + 5 mm

Traitement des fichiers : BI2701 & BI2702 disque DATA-1

FIGURE : 7

COURBE : 1 $\int B(0,0,z)dz = 0.31583 \text{ Tm}$ à $I = 209.1 \text{ A}$; $Y = 0 \text{ mm}$
 COURBE : 2 $\int B(0,0,z)dz = 0.74671 \text{ Tm}$ à $I = 500.0 \text{ A}$; $Y = 0 \text{ mm}$
 COURBE : 3 $\int B(0,0,z)dz = 0.80493 \text{ Tm}$ à $I = 543.0 \text{ A}$; $Y = 0 \text{ mm}$

AIMANT DE TRANSPORT DE FAISCEAU EPA TYPE-II
 MESURE DE L'AIMANT AVEC SHIMS : 5.5 mm + 5 mm
 EPS = $(\int Bdz(X,0)/\int Bdz(0,0)-1)*100$

COURANT CONTINU ; MANUEL ; DIPOLES ; HOMOG.(X,Y)
 MESURE INTEGREE ; BOB. BL3 ; HP 2401C ; ATTENUATION NON
 TENSION ; HP 3490 ;

Traitement des fichiers : H02701,H02702,H02703 disque DATA-1

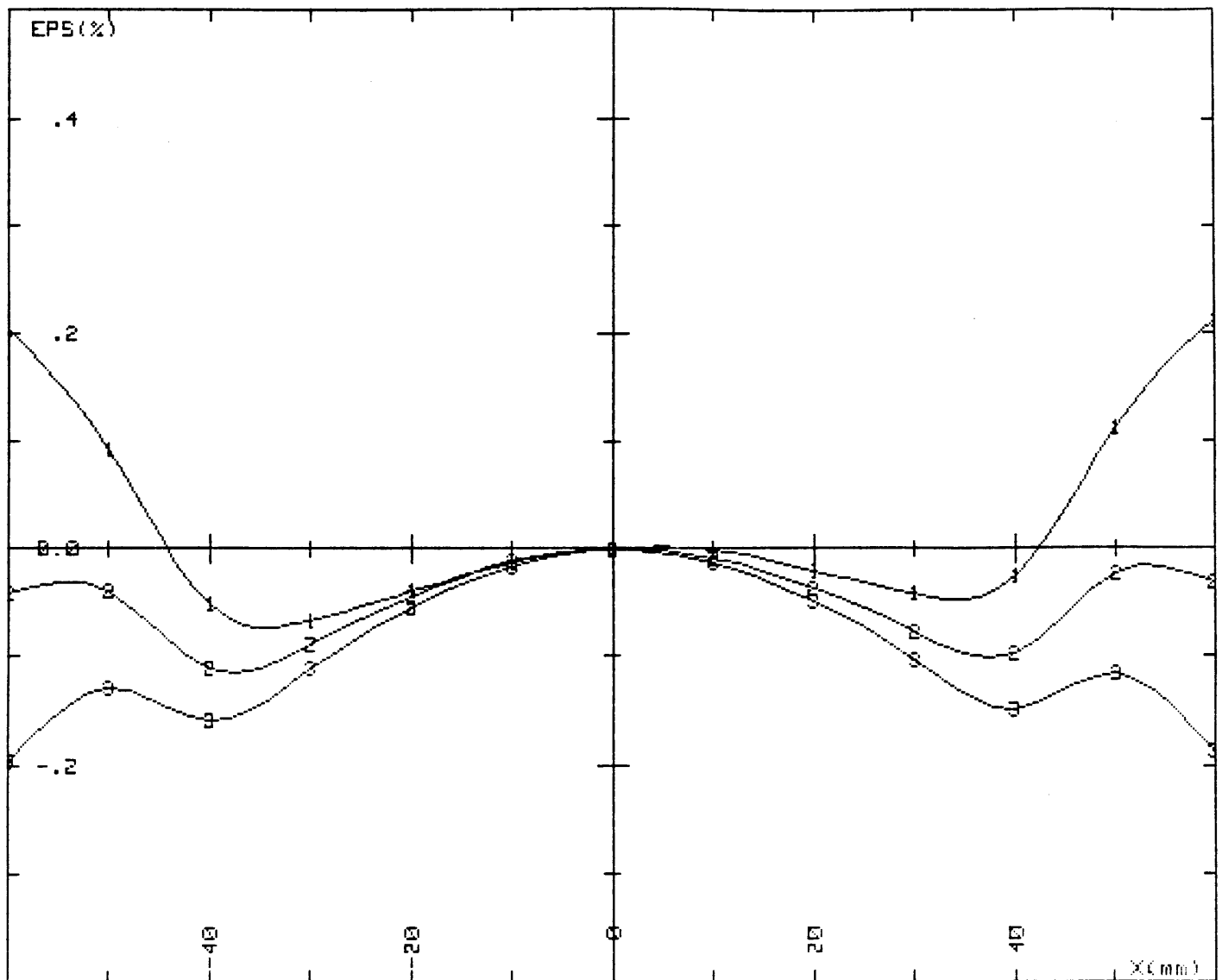
Nom du fichier : H02705 disque DATA-1

$\int Bdz = f(X)$ à $Y = 0 \text{ mm}$

MESURE DE L'AIMANT AVEC SHIMS : 5.5 mm + 5 mm

X mm	I=209.1 A %	I=500.0 A %	I=543.0 A %
-90.0	-18.7073	-19.0472	-19.2868
-80.0	-6.8873	-7.3367	-7.6006
-70.0	-1.1670	-1.5437	-1.7704
-60.0	.2042	-.0414	-.1957
-50.0	.0916	-.0401	-.1292
-40.0	-.0518	-.1117	-.1587
-30.0	-.0664	-.0883	-.1112
-20.0	-.0401	-.0456	-.0550
-10.0	-.0132	-.0114	-.0165
0.0	.0000	-.0006	-.0010
10.0	-.0010	-.0086	-.0134
20.0	-.0206	-.0368	-.0492
30.0	-.0419	-.0766	-.1026
40.0	-.0259	-.0973	-.1479
50.0	.1113	-.0233	-.1156
60.0	.2111	-.0314	-.1864
70.0	-1.1991	-1.5695	-1.7825
80.0	-6.9825	-7.4177	-7.7003
90.0	-18.8359	-19.1778	-19.3992

TABLEAU No 5



EPA-II No1 : mesure de l'homogeneite

18/04/1985

COURBE : 1 $\int B(0,0,z)dz = 0.31583 \text{ Tm}$ à $I = 209.1 \text{ A}$; $Y = 0 \text{ mm}$
 COURBE : 2 $\int B(0,0,z)dz = 0.74671 \text{ Tm}$ à $I = 500.0 \text{ A}$; $Y = 0 \text{ mm}$
 COURBE : 3 $\int B(0,0,z)dz = 0.80493 \text{ Tm}$ à $I = 543.0 \text{ A}$; $Y = 0 \text{ mm}$

AIMANT DE TRANSPORT DE FAISCEAU EPA TYPE-II
 MESURE DE L'AIMANT AVEC SHIMS : 5.5 mm + 5 mm
 $EPS = (\int Bdz(X,0) / \int Bdz(0,0) - 1) * 100$

COURANT CONTINU ; MANUEL ; DIPOLES ; HOMOG.(X,Y)
 MESURE INTEGREE ; BOB. BL3 ; HP 2401C ; ATTENUATION NON
 TENSION ; HP 3490 ;

Traitement des fichiers : H02701,H02702,H02703 disque DATA-1

LOUPE DU FICHIER :H02705

FIGURE : 8

EPA-II No1 : mesure de B=F(Z)
 B(0,0,0) = -1.33384 T à I = 500 A

18/04/1985

AIMANT DE TRANSPORT EPA TYPE-II
 MESURE DE L'AIMANT AVEC SHIMS : 5.5 mm + 5 mm
 EPS = B(X,0,Z)/B(0,0,0))*100

COURANT CONTINU ; MANUEL ; DIPOLES ; B=F(S)
 MESURE INTERNE ; HALL No 3 ; HP 3456A ; ATTENUATION NON
 TENSION ; HP 3490 ; ;

Nom du fichier : L02701 disque DATA-1

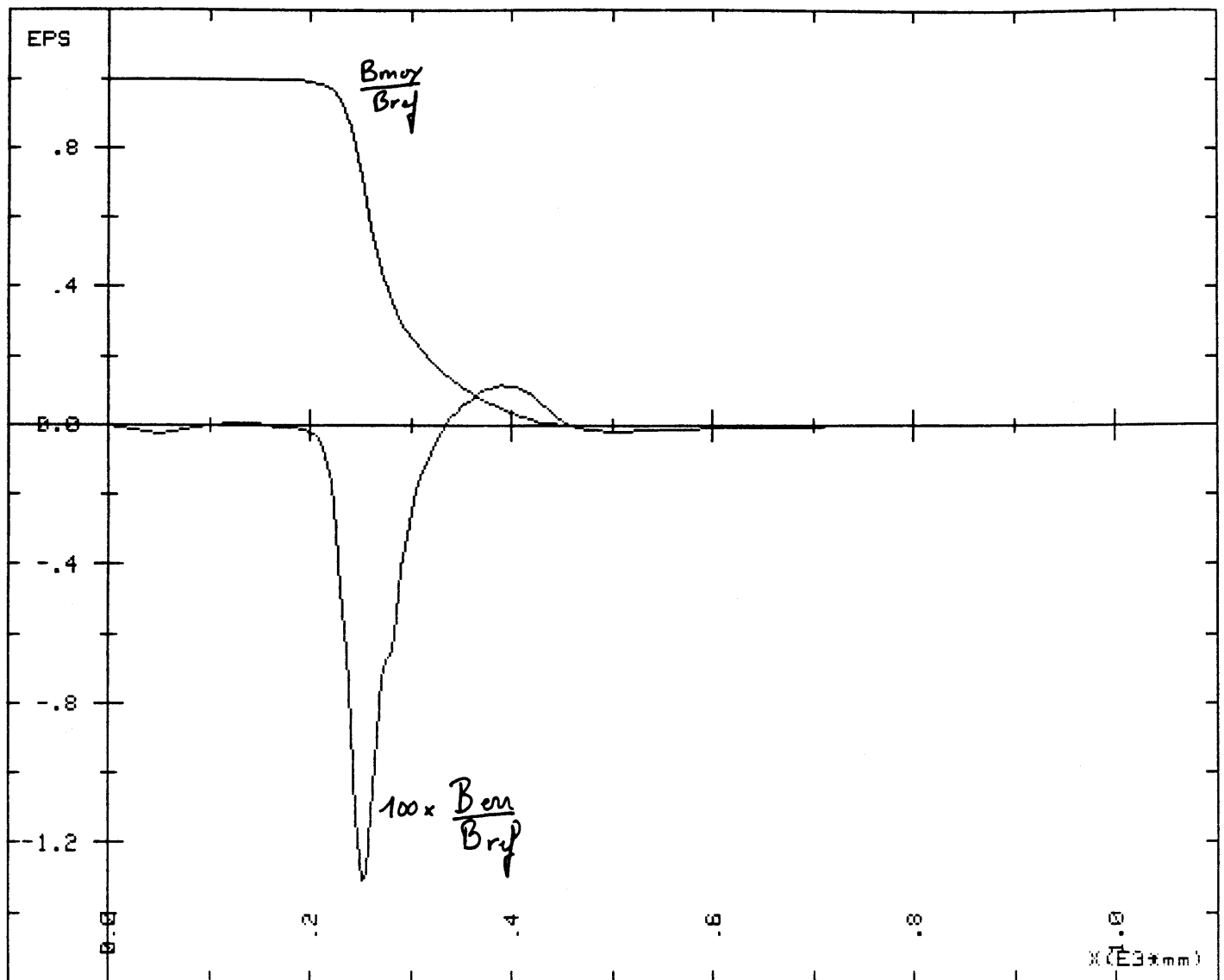
$B_{moy} = (B(+z)+B(-z))/2$; $B_{err} = (B(+z)-B(-z))/2$

I = 500 A Bref = -1.33384 T à X = 0 mm ; Y = 0 mm ; Z = 0 mm

Z mm	Bmoy / Bref %	Berr / Bref %	Bmoy T
0.0	100.0010	0.0000	-1.333853E+00
50.0	99.9881	-.0220	-1.333681E+00
100.0	99.9547	.0001	-1.333236E+00
150.0	99.8852	.0036	-1.332309E+00
160.0	99.8581	-.0023	-1.331947E+00
170.0	99.8092	-.0086	-1.331295E+00
180.0	99.7320	-.0064	-1.330265E+00
190.0	99.5919	-.0113	-1.328397E+00
200.0	99.3260	-.0176	-1.324850E+00
210.0	98.7515	-.0513	-1.317187E+00
220.0	97.3654	-.1674	-1.298699E+00
230.0	93.9546	-.4716	-1.253204E+00
240.0	85.9387	-.8653	-1.146285E+00
250.0	72.1246	-1.3068	-9.620268E-01
260.0	56.8161	-1.1146	-7.578359E-01
270.0	44.6812	-.7260	-5.959757E-01
280.0	35.8895	-.6502	-4.787085E-01
290.0	29.7503	-.4083	-3.968214E-01
300.0	25.1125	-.2493	-3.349606E-01
310.0	21.4076	-.1324	-2.855431E-01
320.0	18.3218	-.0814	-2.443835E-01
330.0	15.6707	-.0168	-2.090221E-01
340.0	13.3530	.0240	-1.781077E-01
350.0	11.2886	.0533	-1.505719E-01
360.0	9.4315	.0719	-1.258010E-01
370.0	7.7418	.0976	-1.032632E-01
380.0	6.2009	.1070	-8.271048E-02
390.0	4.8050	.1147	-6.409048E-02
400.0	3.5522	.1127	-4.738120E-02
410.0	2.4708	.1069	-3.295692E-02

420.0	1.5868	.0868	-2.116524E-02
430.0	.9206	.0597	-1.227948E-02
440.0	.4521	.0362	-6.030064E-03
450.0	.1425	.0144	-1.901336E-03
460.0	-.0493	.0013	6.576925E-04
470.0	-.1643	-.0070	2.191993E-03
480.0	-.2288	-.0123	3.052173E-03
490.0	-.2610	-.0151	3.480762E-03
500.0	-.2730	-.0164	3.641863E-03
510.0	-.2730	-.0165	3.641583E-03
520.0	-.2656	-.0158	3.542932E-03
530.0	-.2540	-.0147	3.388527E-03
540.0	-.2399	-.0138	3.199255E-03
550.0	-.2241	-.0134	2.988882E-03
600.0	-.1528	-.0093	2.038094E-03
650.0	-.1032	-.0061	1.377016E-03
700.0	-.0726	-.0033	9.683865E-04
750.0	-.0518	-.0026	6.910478E-04
800.0	-.0379	-.0026	5.055640E-04
850.0	-.0289	-.0022	3.850209E-04
900.0	-.0235	-.0010	3.137592E-04
950.0	-.0201	-.0001	2.678951E-04
1000.0	-.0163	.0006	2.178588E-04

Tableau No. 6



EPA-II No1 : mesure de $B=F(z)$

18/04/1985

$B(0,0,0) = -1.33384 \text{ T}$ à $I = 500 \text{ A}$

REPRESENTATION DE : $EPS=B_{moy}/B_{ref}$; $B_{moy} = (B(+z)+B(-z))/2$
 REPRESENTATION DE : $EPS=B_{err}/B_{ref}*100$; $B_{err} = (B(+z)-B(-z))/2$

AIMANT DE TRANSPORT EPA TYPE-II
 MESURE DE L'AIMANT AVEC SHIMS : 5.5 mm + 5 mm

COURANT CONTINU ; MANUEL ; DIPOLES ; $B=F(S)$
 MESURE INTERNE ; HALL No 3 ; HP 3456A ; ATTENUATION NON
 TENSION ; HP 3490 ; ;

Traitement du fichier : L02701 disque DATA-1

Nom du fichier : L02702 disque DATA-1

FIGURE : 9