G.C. L I E G E a.s.b.l.
LABORATOIRES D'ESSAIS DES CONSTRUCTIONS DU GENIE CIVIL
ET D'HYDRAULIQUE FLUVIALE DE L'UNIVERSITE DE LIEGE asbl
INSTITUT DU GENIE CIVIL, Quai Banning, 6 B - 4000 LIEGE
Tél. 04/366.92.26 - 366.92.51 - Téléfax: 366.95.34.
C.C.B. 091-0089780-84 du Patrimoine de l'Université de Liège

AREVA RMF LGC-4ES 59832

Liège, le 13/11/96

PROCES-VERBAL DE L'ESSAI N° 4/ES/59832

Demandé par	:	GEC ALSTHOM T&D BALTEAU S.A. RUE DE MAGNEE, 54 - ENTREE B. 4610 BEYNE-HEUSAY
Pour compte de	:	Idem
Références	:	Bon de commande N°S25880 du 05/11/96 de Monsieur BORREMANS.
Nature du produit	:	CCV 123 A 525 KV.
Provenance	:	GEC ALSTHOM T&D BALTEAU S.A.
Date de réception	:	22/10/96
Essais demandés	:	6 essais de LACHER. Suivant offre 6959/JLS/CM.

L'ingénieur responsable : A. PLUMIER
Service : PONTS ET CHARPENTES
Professeur : R.BAUS

Le Professeur - Directeur des Laboratoires,

Le Professeur - Directeur des Laboratoires,

Dans le cas où les matériaux n'ont pas été prélevés par leurs soins, les laboratoires n'acceptent aucune responsabilité concernant l'origine des matériaux; ils garantissent seulement l'exactitude des résultats des essais qu'ils ont effectués. La reproduction, même partielle, du présent procès-verbal est subordonnée à l'accord des laboratoires.

ESSAI DE LACHER, réalisé sur transformateur de mesure capacitif, type CCV 145, 245, 123, 525, 362 et 170.

1. Principe.

- Le transformateur est fixé à une base rigide - voir le repère 1 de la photo 1, planche 1, il est alors écarté de sa position d'équilibre par un effort horizontal appliqué au noyau de porcelaine en tête de l'appareil à mi-hauteur entre la bride de la tête porte-borne et la première ailette - voir repère 2 de la photo 1, planche 1.

- L'effort est instantanément annulé par action sur le système de lâcher - voir le repère 3 de la photo 2, planche 1, et les vibrations libres en tête du transformateur sont directement enregistrées.

2. Procédure d'essai.

- L'effort est appliqué au moyen d'un tendeur - voir le repère 4 de la photo 2 de la planche 1 - jusqu'à atteindre quelque soit la hauteur de l'appareil testé, une déformation en tête de l'ordre de 4 à 5 mm.
  Il est mesuré à l'aide d'un dynamomètre SENSY-model 5105 d'une capacité de 1 tonne préalablement étalonné au laboratoire - voir le repère 5 de la photo 2 de la planche 1.
  Amplificateur de mesure SENSY - n° 93167001.

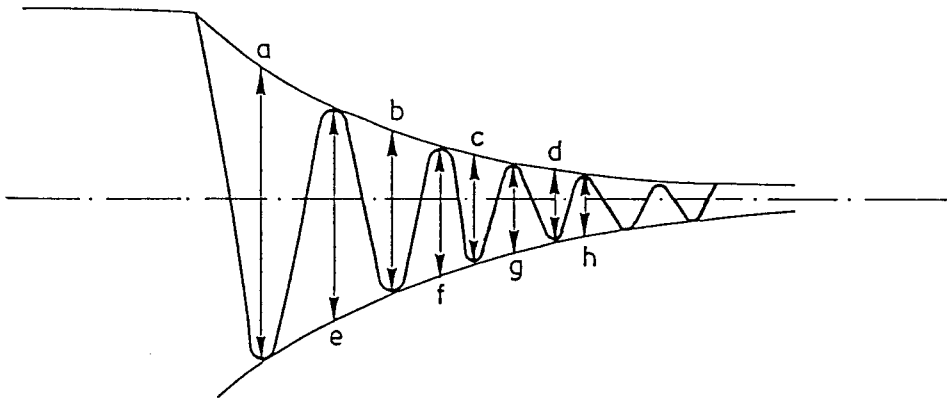
- L'effort est instantanément annulé.

- Le déplacement horizontal est mesuré au niveau de la bride de la tête porte-borne à l'aide d'un capteur inductif Hbm - type W10 - d'un déplacement nominal de ± 10 mm - voir le repère 6 de la photo 2 de la planche 1. Amplificateur de mesure HMB - mGC - AB12. Module Hbm - mC 55.

- Ce déplacement, fonction du temps est enregistré au moyen d'un enregistreur HP-7090A - Voir l'ensemble des appareils de mesure sur la photo 3 de la planche 2.

- La photo 4 de la planche 2 montre la disposition des capteurs inductifs repères 7 et 8 placés respectivement pour la mesure des déplacements de la tôle couvercle de cuve et de la cuve du transformateur de mesure CCV 145.
  Voir les courbes enregistrées n° 2 et 3.

3. Méthode de calcul de l'amortissement.



1. On trace les 2 courbes enveloppes (regarder la symétrie).

2. On relève les longueurs a b c d
et e f g h

3. on calcule $\eta_1 = \frac{100}{2\pi} \ell n$ a/b = x, b/c = y, c/d = z

$\eta_2 = \frac{100}{2\pi} \ell n$ e/f = u, f/g = v, g/h = w

4) en comparant les valeurs x, y et z entre elles et les valeurs u, v et w entre elles, on peut visualiser la linéarité ou non de l'amortissement.

5) on calcule les moyennes $n_h = \frac{\eta_1 x + \eta_1 y + \eta_1 z}{3}$

et $n_b = \frac{\eta 2u + \eta_1 v + \eta 2w}{3}$

6) on calcule la moyenne $n_{vrai} = \frac{nh + \eta b}{2}$ pour les différents cas.

7) on vérifie que $\eta_h = \left(\frac{100}{2\pi} \ell n \frac{a}{d}\right)/3$

$$\eta_b = \left(\frac{100}{2\pi} \ell n \frac{e}{\ldots}\right)/n$$

avec n : nombre de cycles envisagés.

4. Méthode de calcul de la fréquence.

1. On calcule T1 sur 2 ou 3 cycles
   et T2 sur 7 ou 8 cycles.

2. On calcule f1 = 1/T1
   f2 = 1/T2

3. On calcule $f = \frac{f1 + f2}{2}$

5. Résultats.

Le tableau ci-après donne, pour chaque transformateur testé, la désignation des planchers-photos, le déplacement en tête fonction de la charge maximale appliquée (soit du côté de la boîte à bornes, soit du côté opposé au voyant de cuve) pour chacune des bases de temps d'enregistrement ainsi que le numéro de la planche graphique correspondante.

Transformateur		Photos/ Planches	Planche Graphique	Base de temps pour l'enregistrement	Charge maximale appliquée en kgf		Déplacement en tête correspondant
Type	Idenditification	n°	n°	en secondes	Côté Boîte à bornes (1)	Côté opposé voyant cuves (2)	en mm
CCV 145	81 62 552	1,2/1	12	3,8	300	-	4,75
		3,4/2	13	1,9	* (3)	-	-
		5,6/3	14	3,8	-	* (3)	-
			15	1,9	-	*(3)	-
CCV 245	81 62 570	7,8/4	16	3,8	110	-	4,70
		9/5	17	1,9	*(3)	-	-
			18	3,8	-	78	4,85
			19	1,9		*(3)	-
CCV 123	81 62 551	10,11/6	20	3,8	294	-	2,84
		12/7	21	1,9	303	-	2,99
			22	3,8	-	289	3,68
			23	1,9	-	299	3,78
CCV 525	81 62 574	13,14/8	24	38	22	-	3,95
		15/9	25	19	23	-	4,15
			26	38	23**	-	3,89
			27	19	23**	-	3,99
			28	38	-	22	4,53
			29	19	-	23	4,50
CCV 362	81 62 572	16,17/10	30	19	69	-	4,42
			31	7,6	69	-	4,46
			32	19	-	58	4,67
			33	7,6	-	53	4,36
CCV 170	81 62 553	18,19/11	34	7,6	298	-	3,92
			35	1,9	298	-	3,91
			36	7,6	-	260	4,46
			37	1,9	-	260	4,46

N.B. ** après augmentation du serrage de la fixation de la cuve à l'aire d'essai, du couvercle sur la cuve et de la bride inférrieure sur le couvercle.

(1) en abrégé sur les diagrammes TCBB

(2) en abrégé sur les diagrammes TCOVC

(3) pour ces essais, la valeur de la charge n'a pas été enregistrée.

6. Conclusion.

Dans le cas du transformateur CCV 525 d'une hauteur de 5645 mm., le rapport poids transfo/charge appliqué dans le sens boîte à borne pour une déformation de l'ordre de 4 mm est de $\frac{600}{23} = 26{,}1$ alors que dans le cas du transformateur CCV170 d'une hauteur de 2170 mm, ce même rapport pour une déformation identique de l'ordre de 4 mm est de $\frac{340}{298} = 1{,}14$.

Procès-verbal de l'essai N° 4 / ES / 59832 **Planche n° 1**

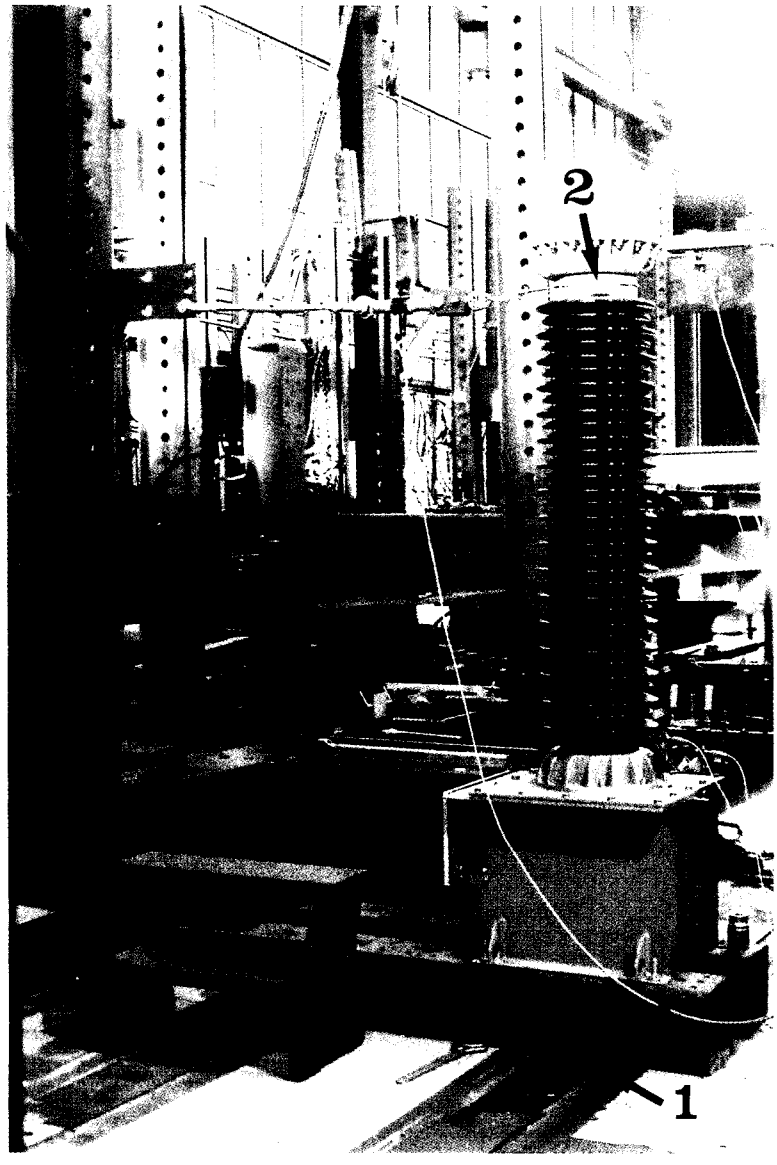


Photo n° 1

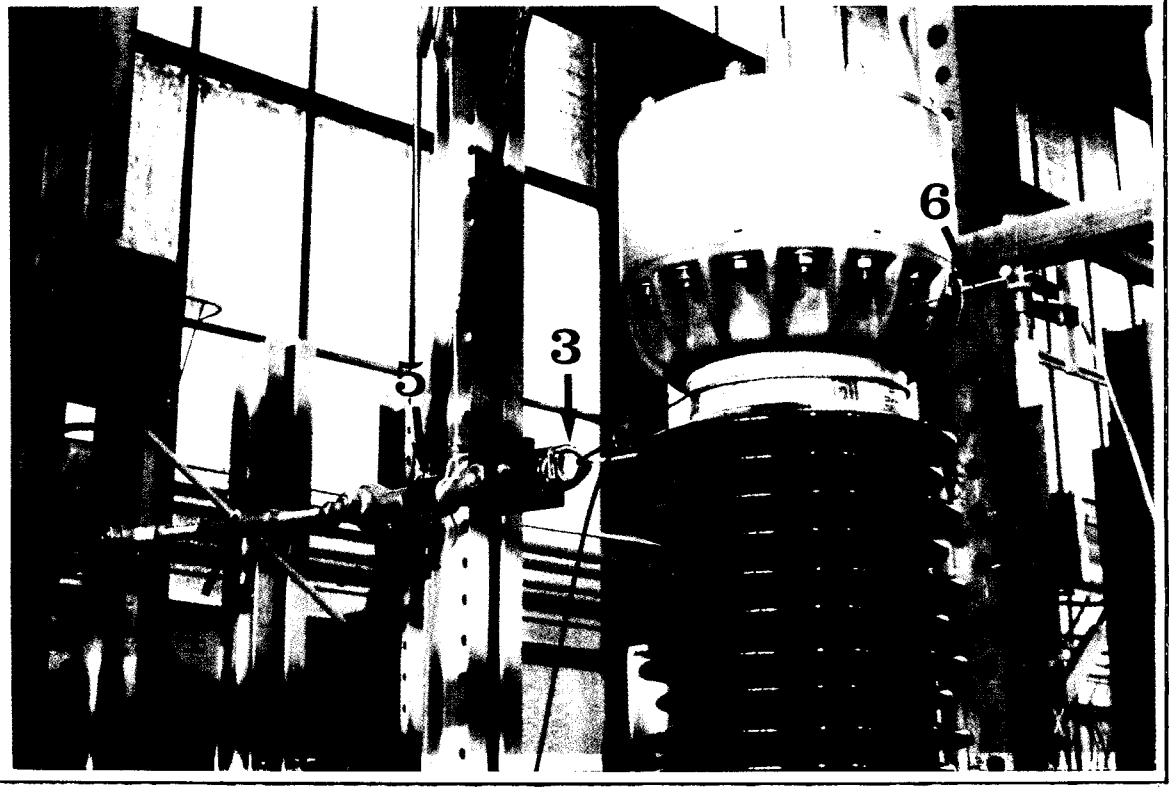


Photo n° 2

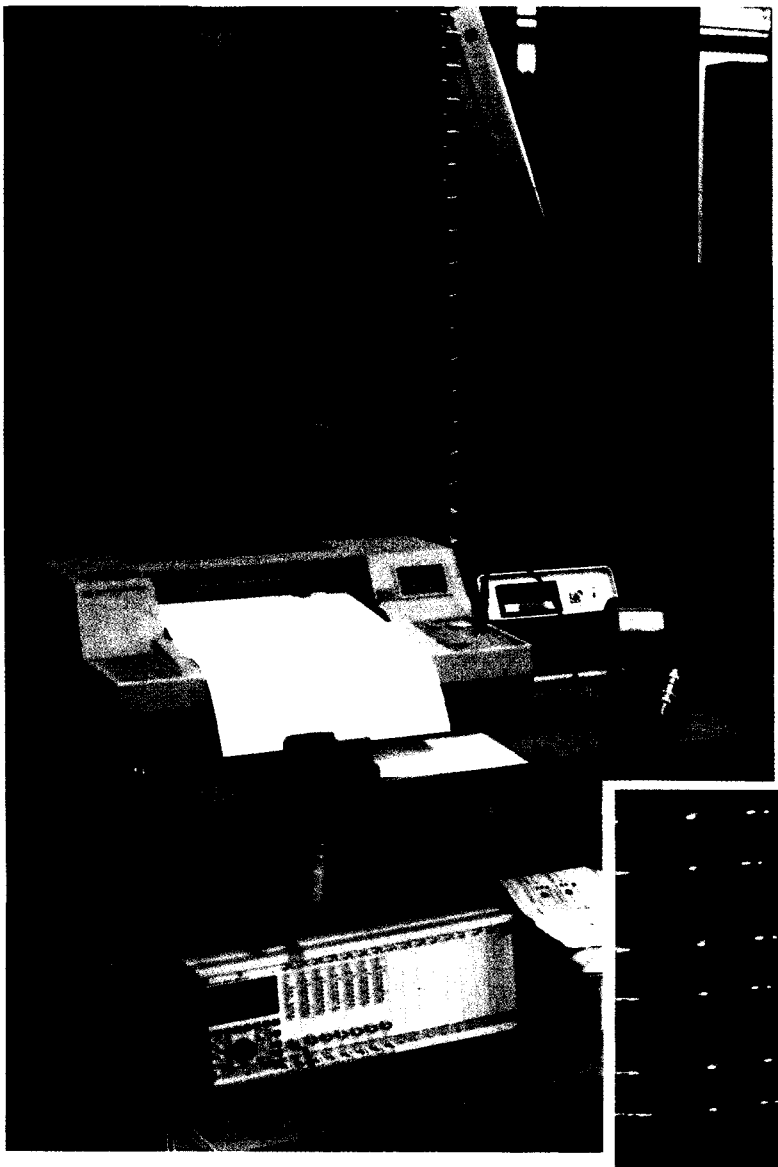


Photo n° 3

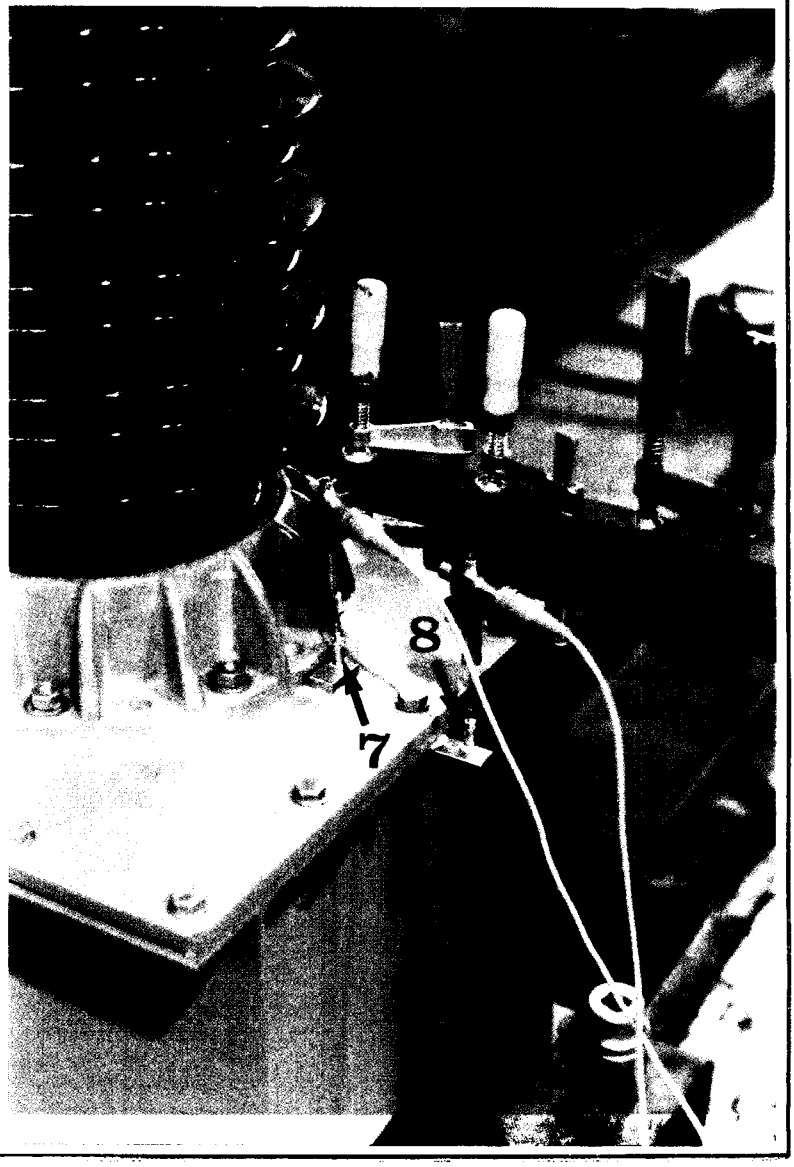


Photo n° 4

Procès-verbal de l'essai N° 4 / ES / 59832 **Planche n° 3**

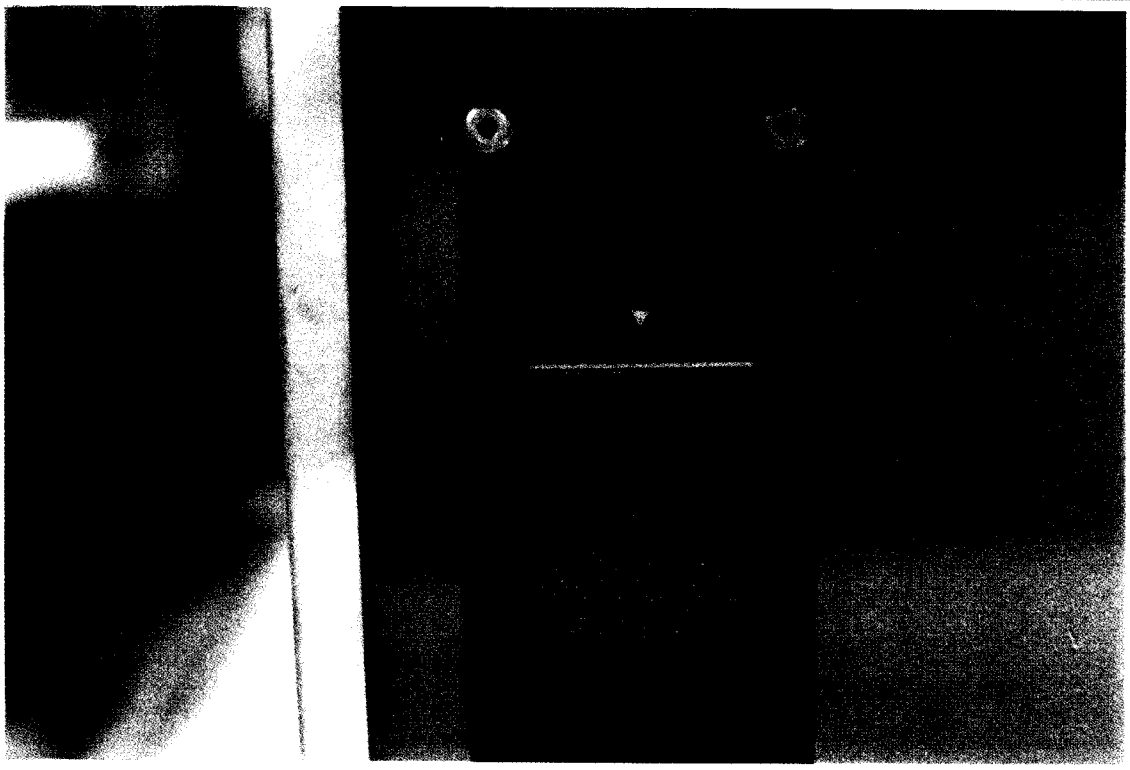


Photo n° 5

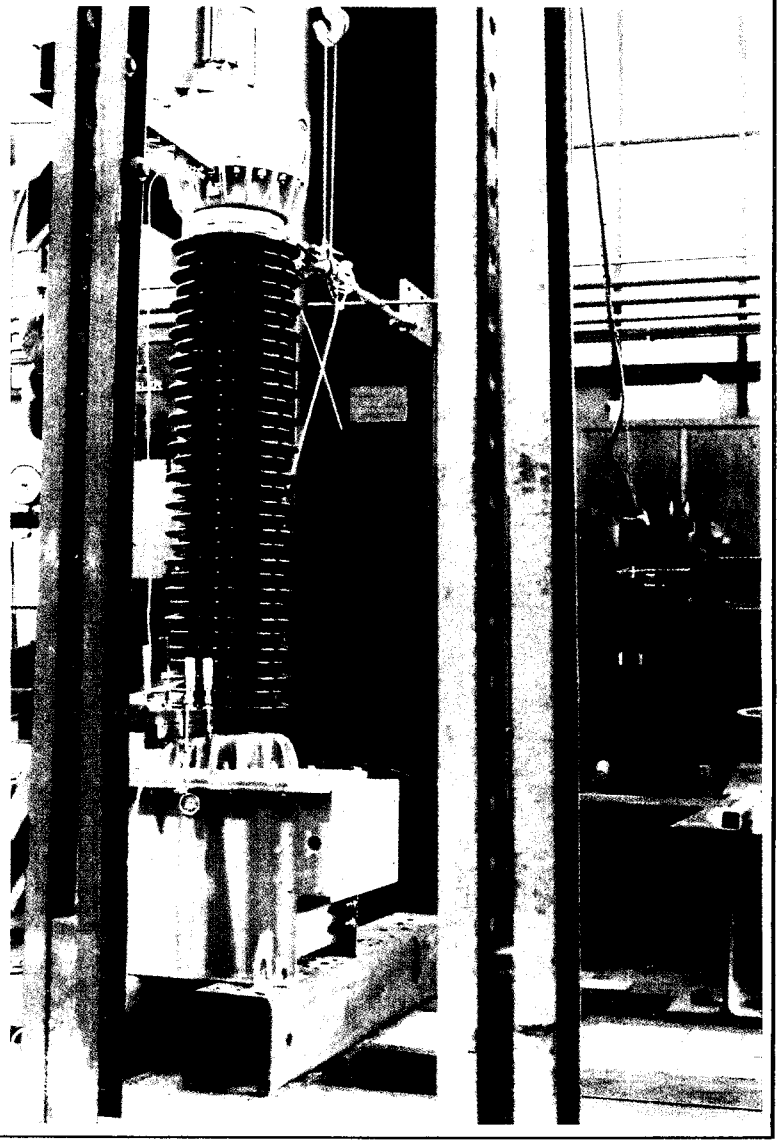


Photo n° 6

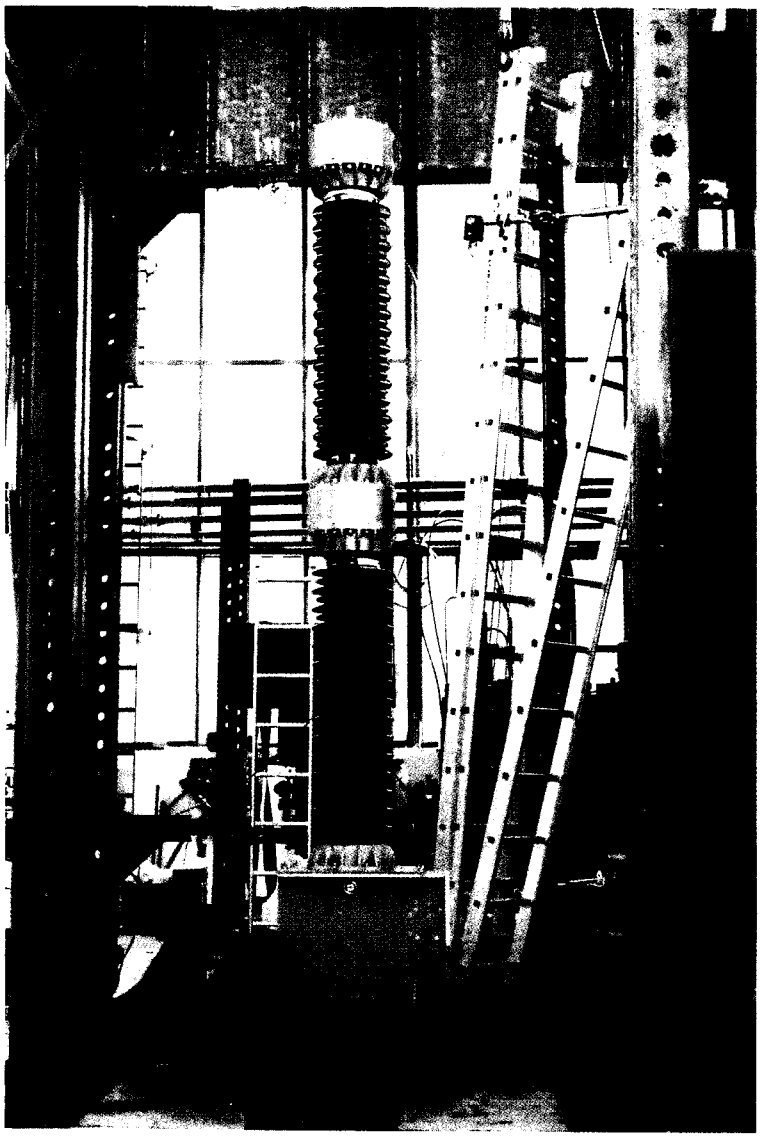


Photo n° 7

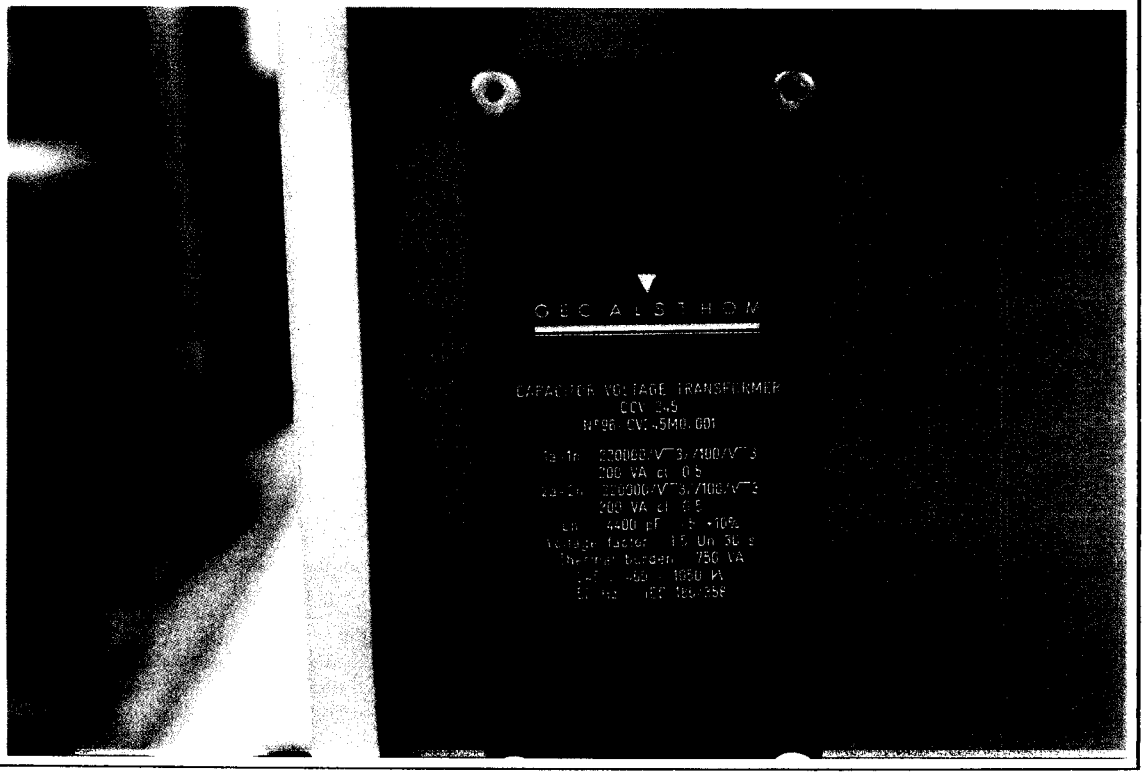


Photo n° 8

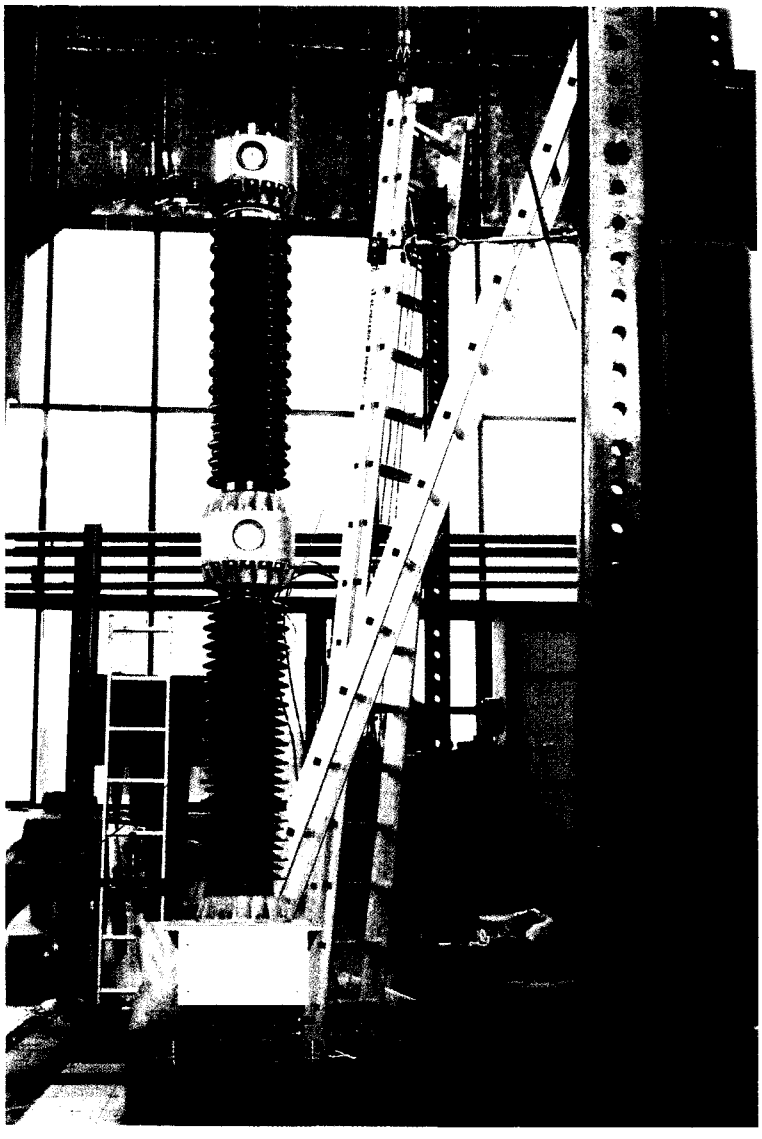


Photo n° 9

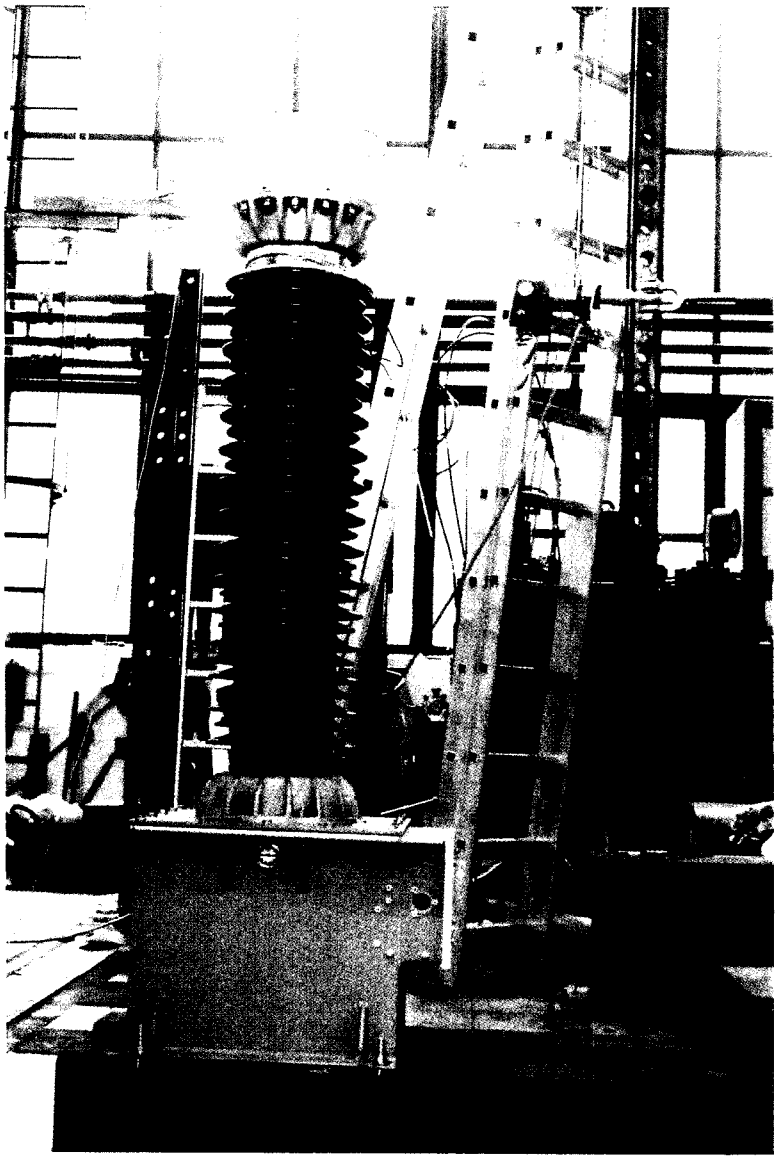


Photo n° 10

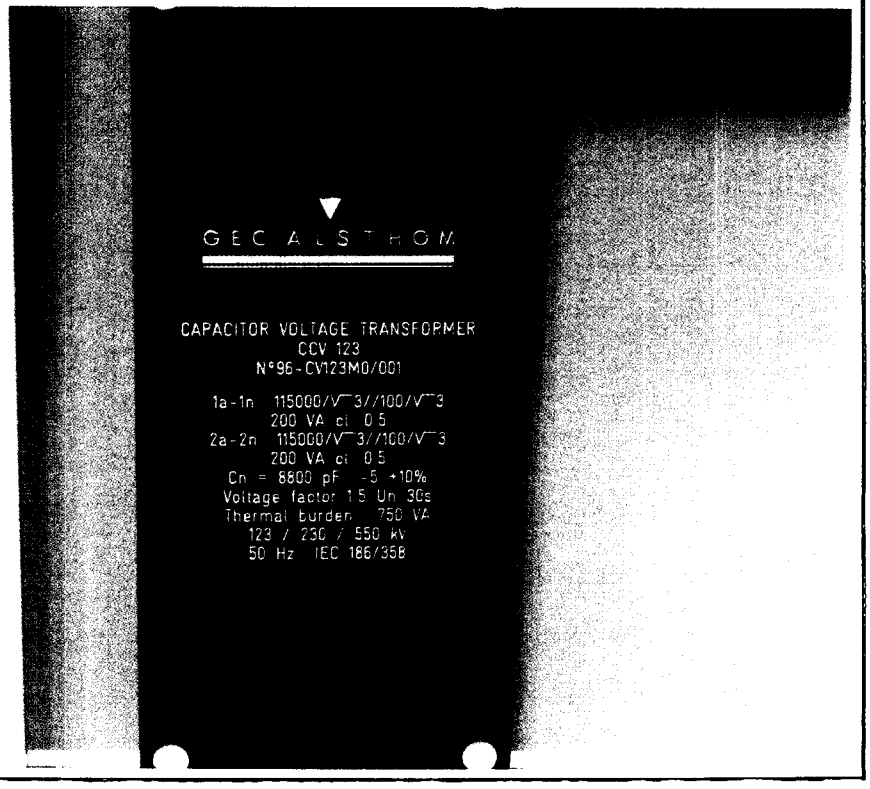


Photo n° 11

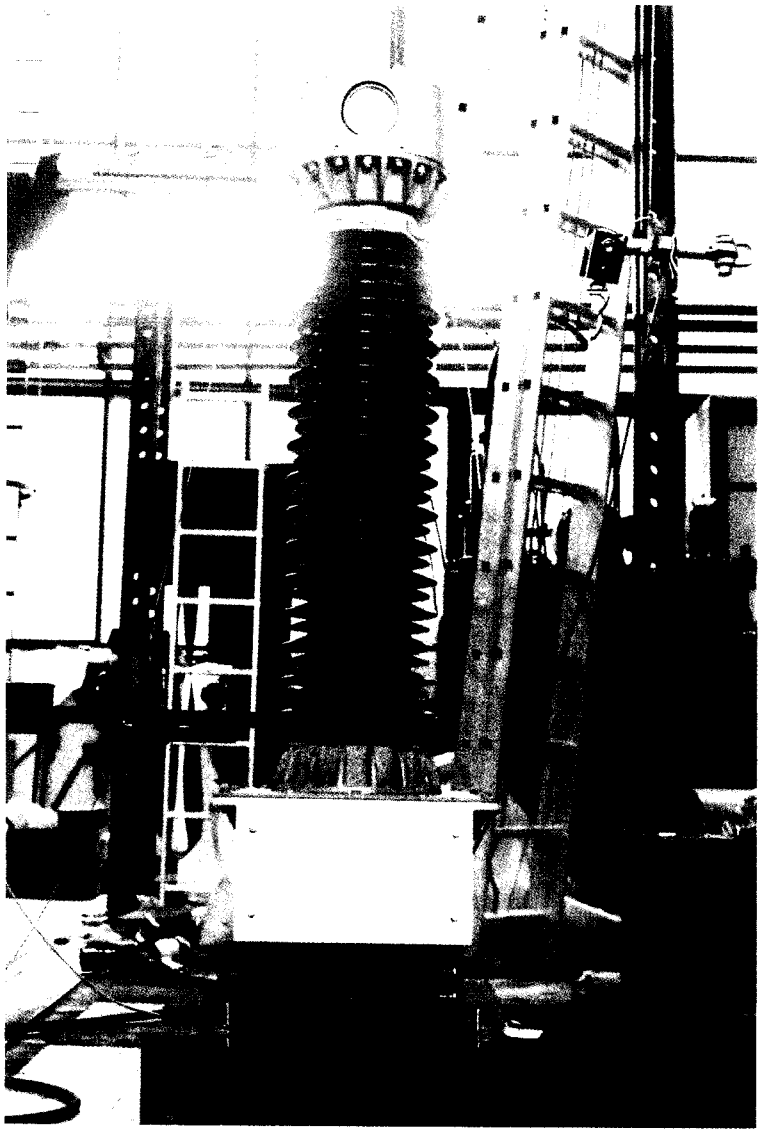


Photo n° 12

Photo n° 13

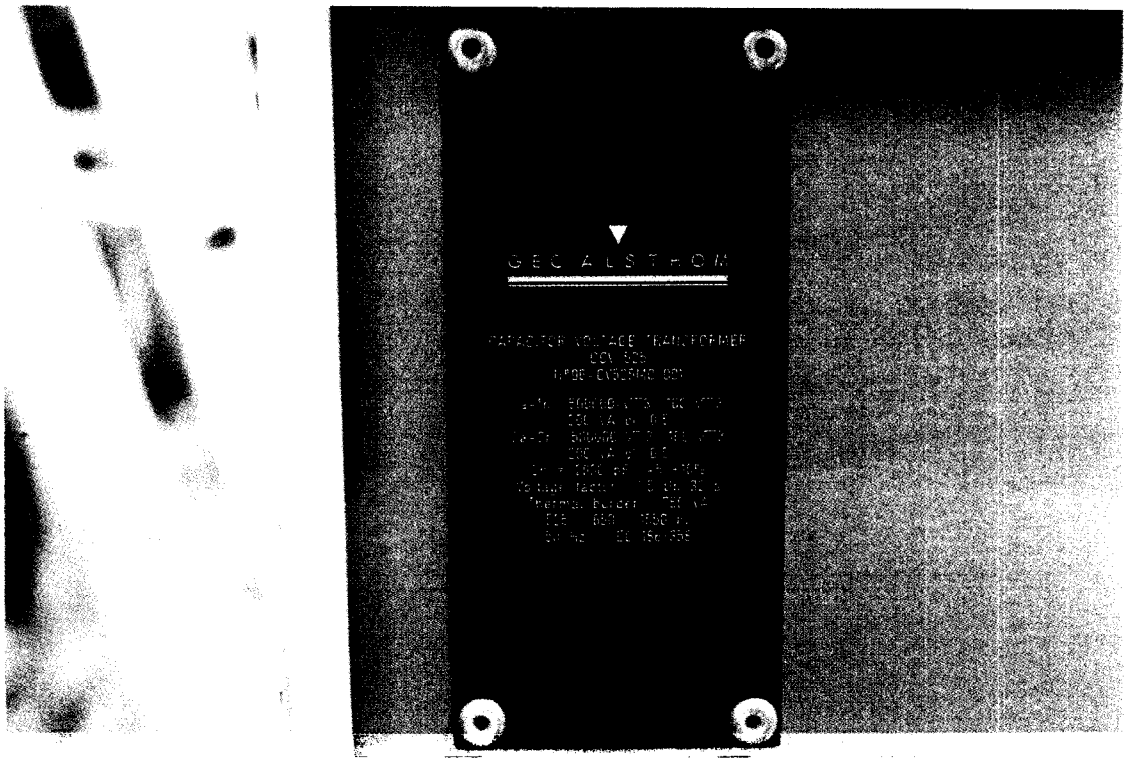


Photo n° 14

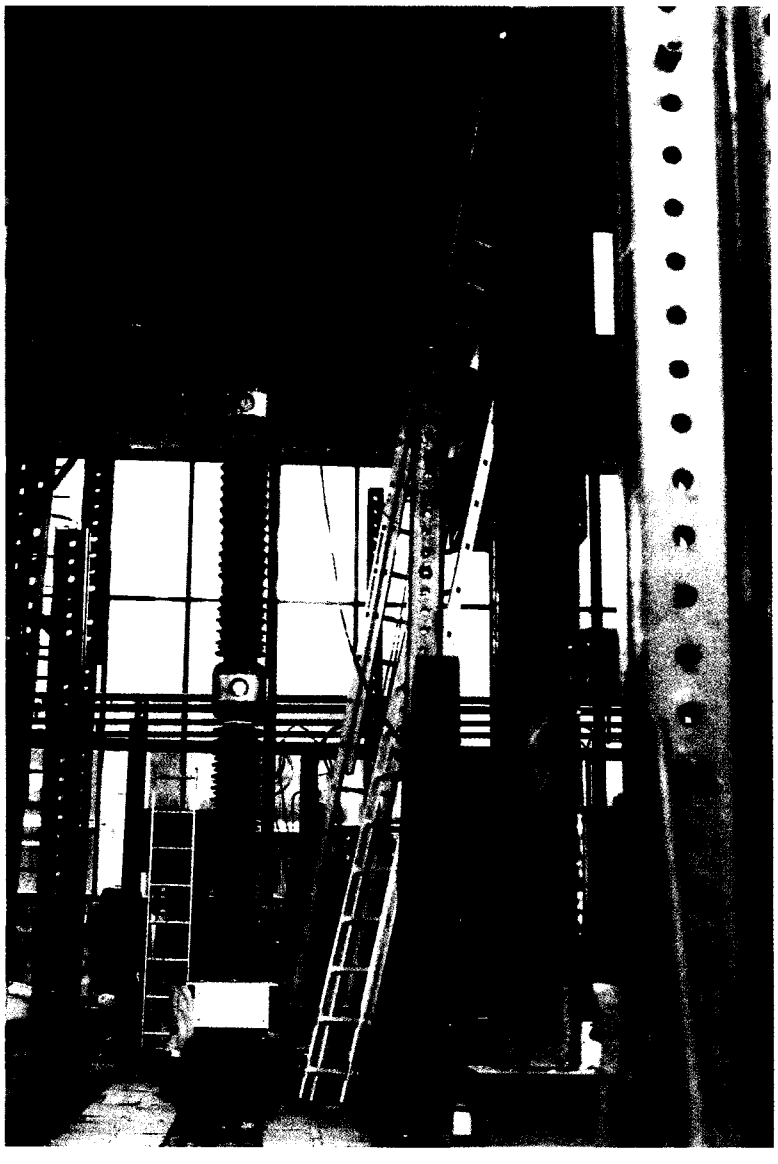


Photo n° 15

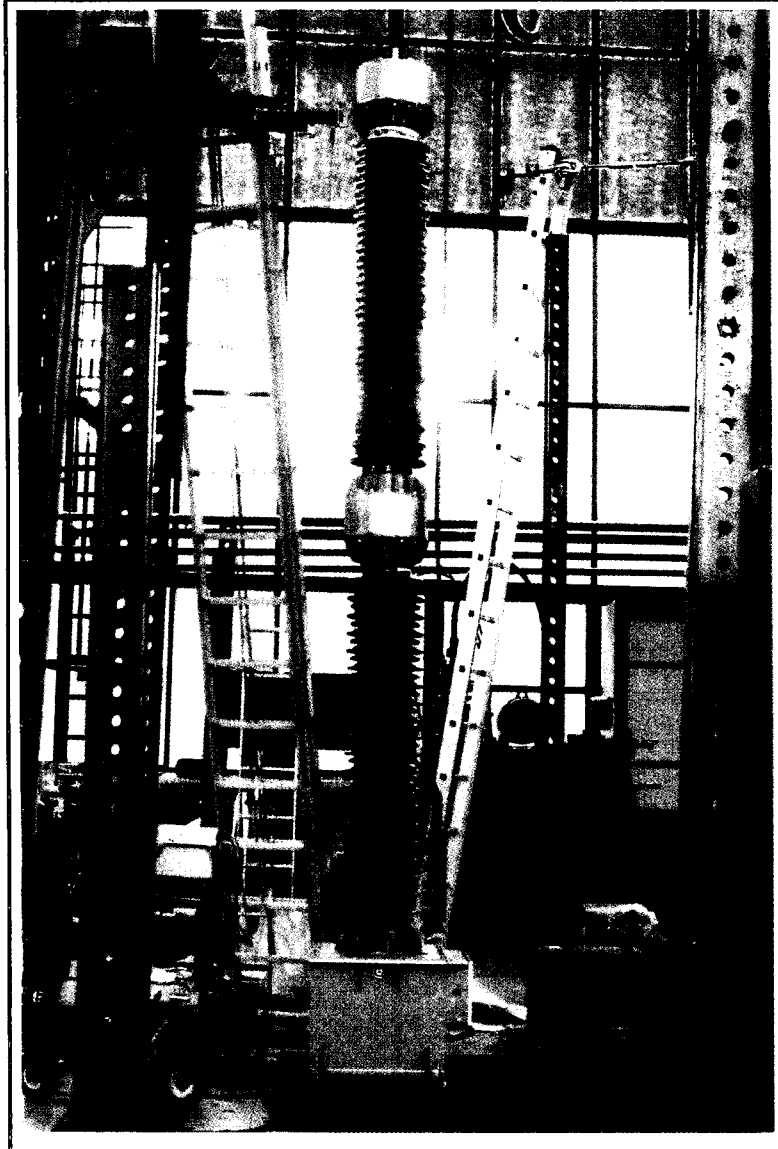


Photo n° 16

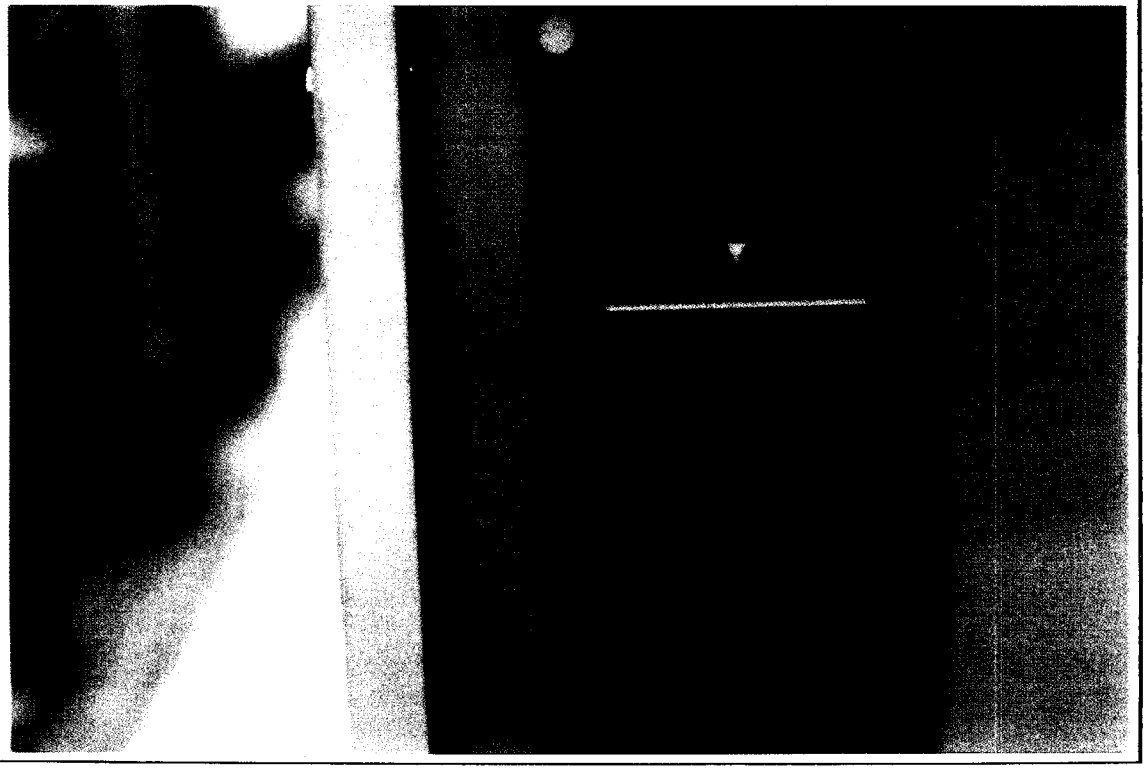


Photo n° 17

Procès-verbal de l'essai N° 4 / ES / 59832 **Planche n° 11**

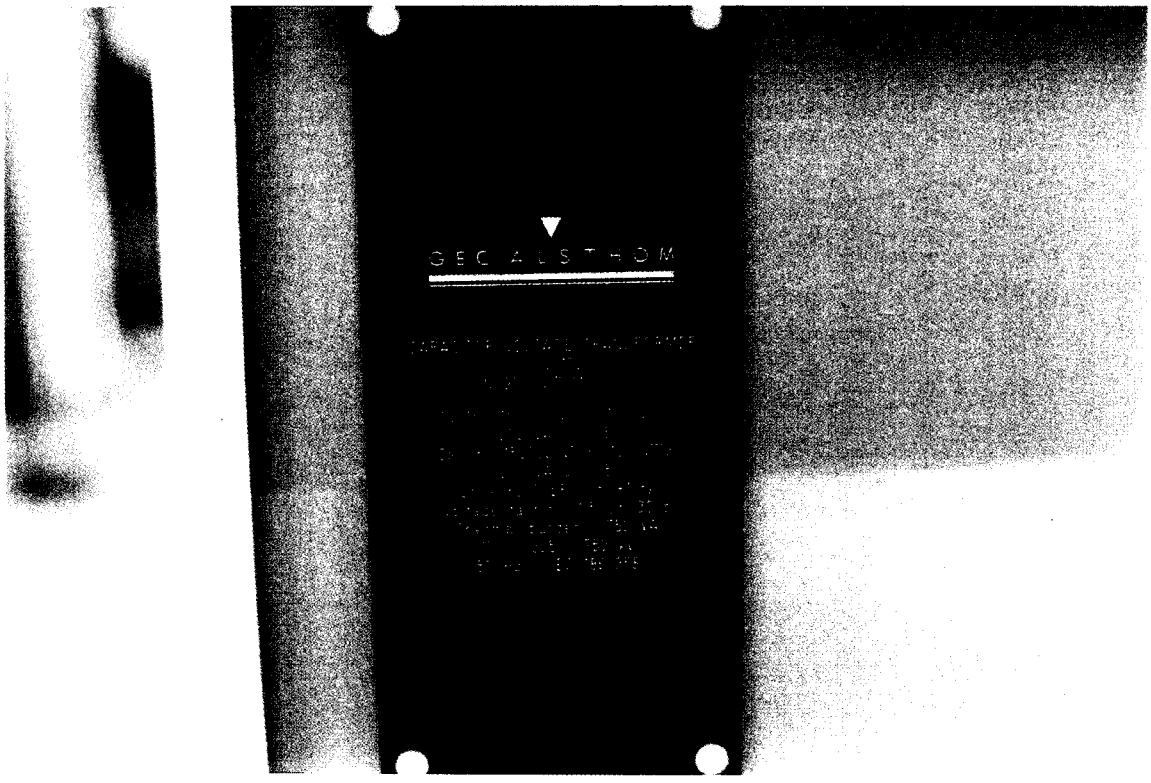


Photo n° 18

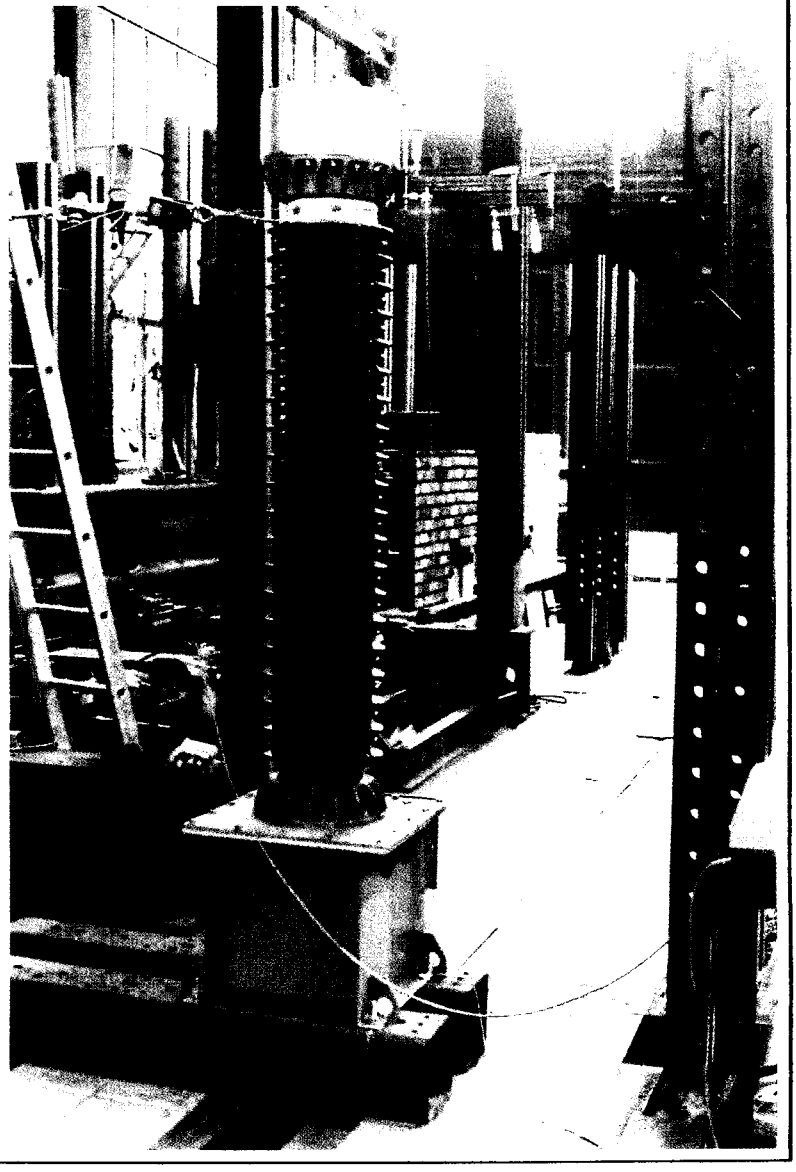
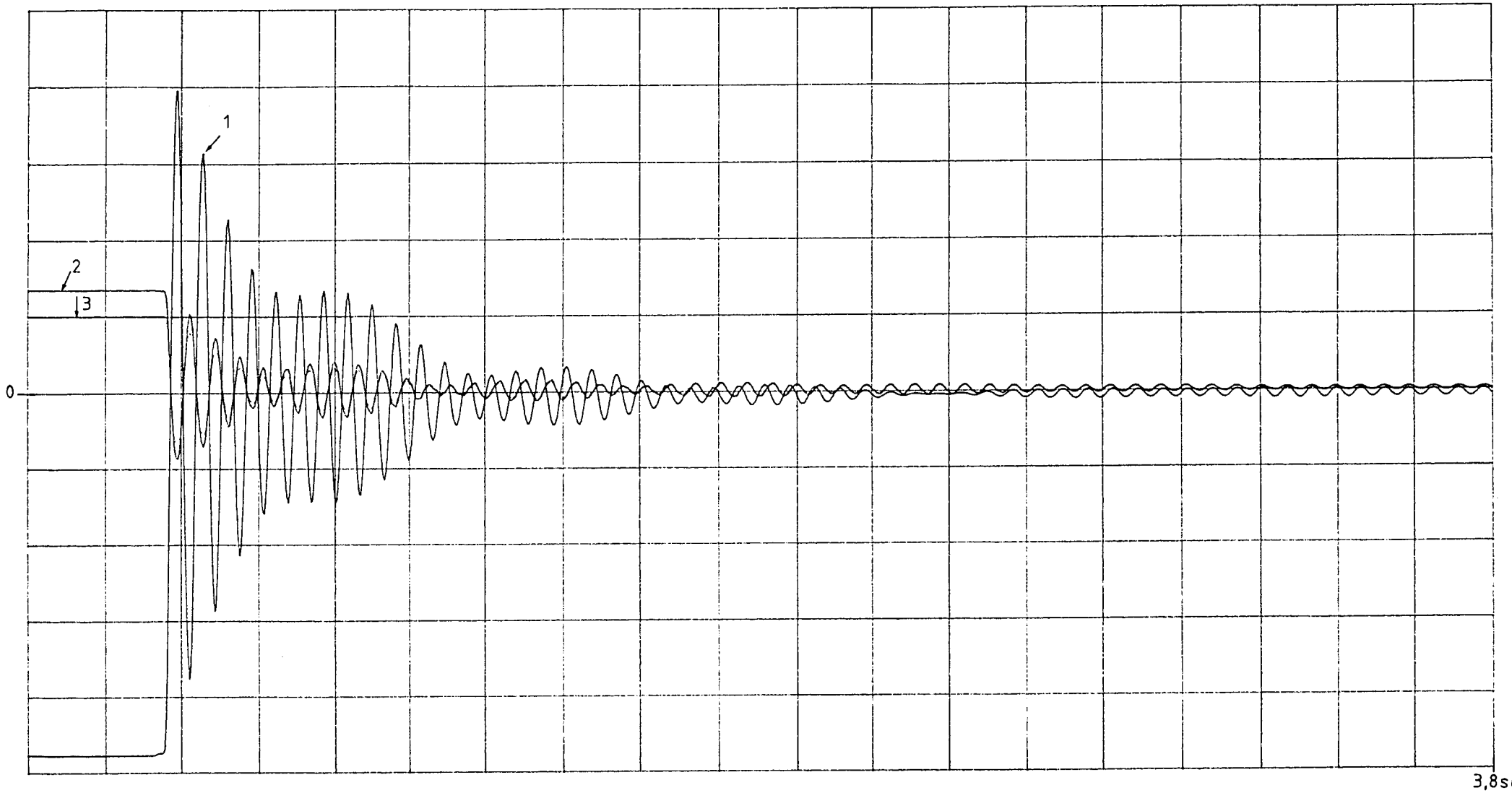


Photo n° 19

CV1: 5mm
CV2-3 : 2mm

P.V.4/ES/59832
Planche 12

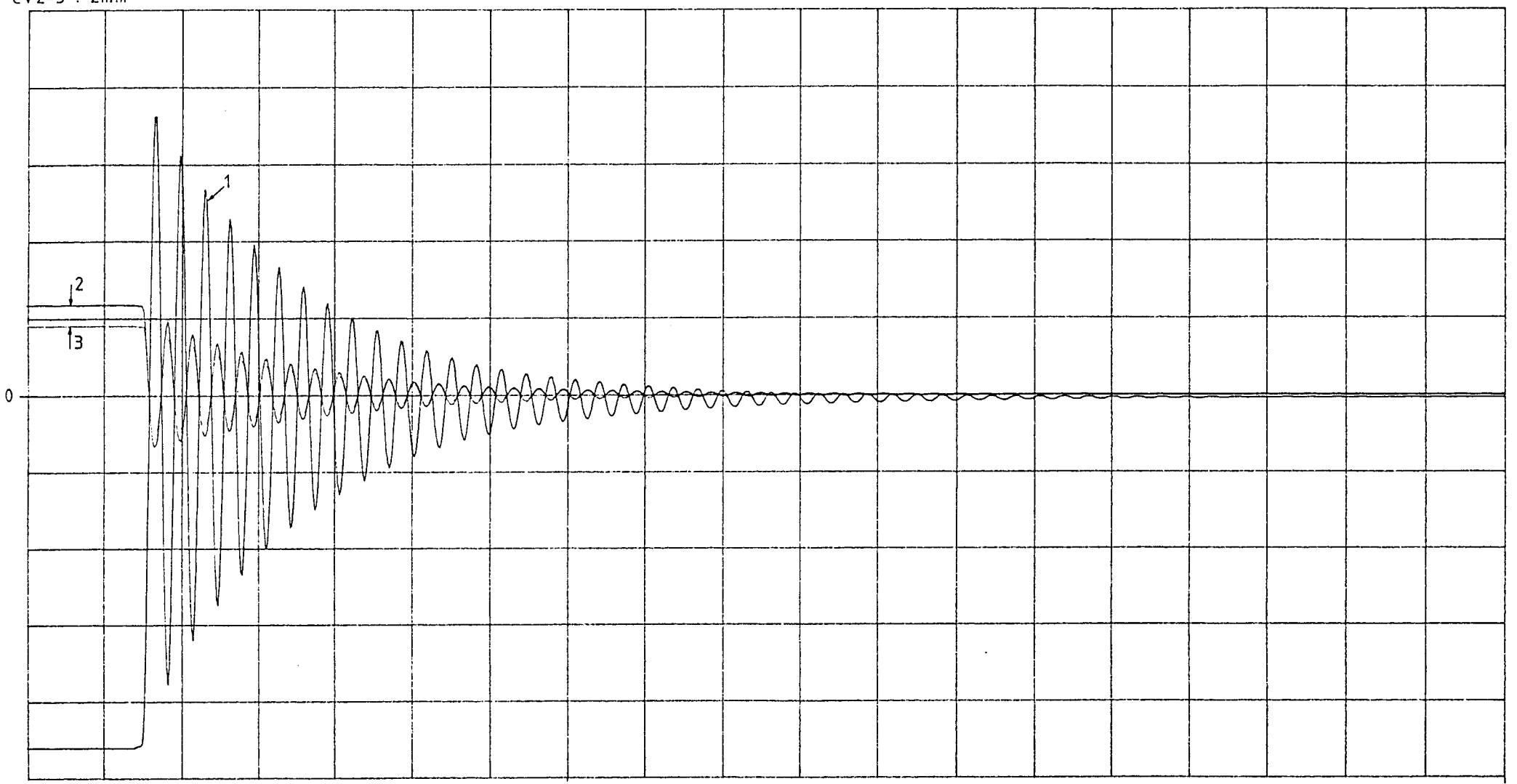


ESSAI DE LACHER SUR TRANSFORMATEUR

TYPE CCV 145
TCBB - Diagramme "Déplacement-Temps"

CV1 : 5mm
CV2-3 : 2mm

P.V.4/ES/59832
Planche 14

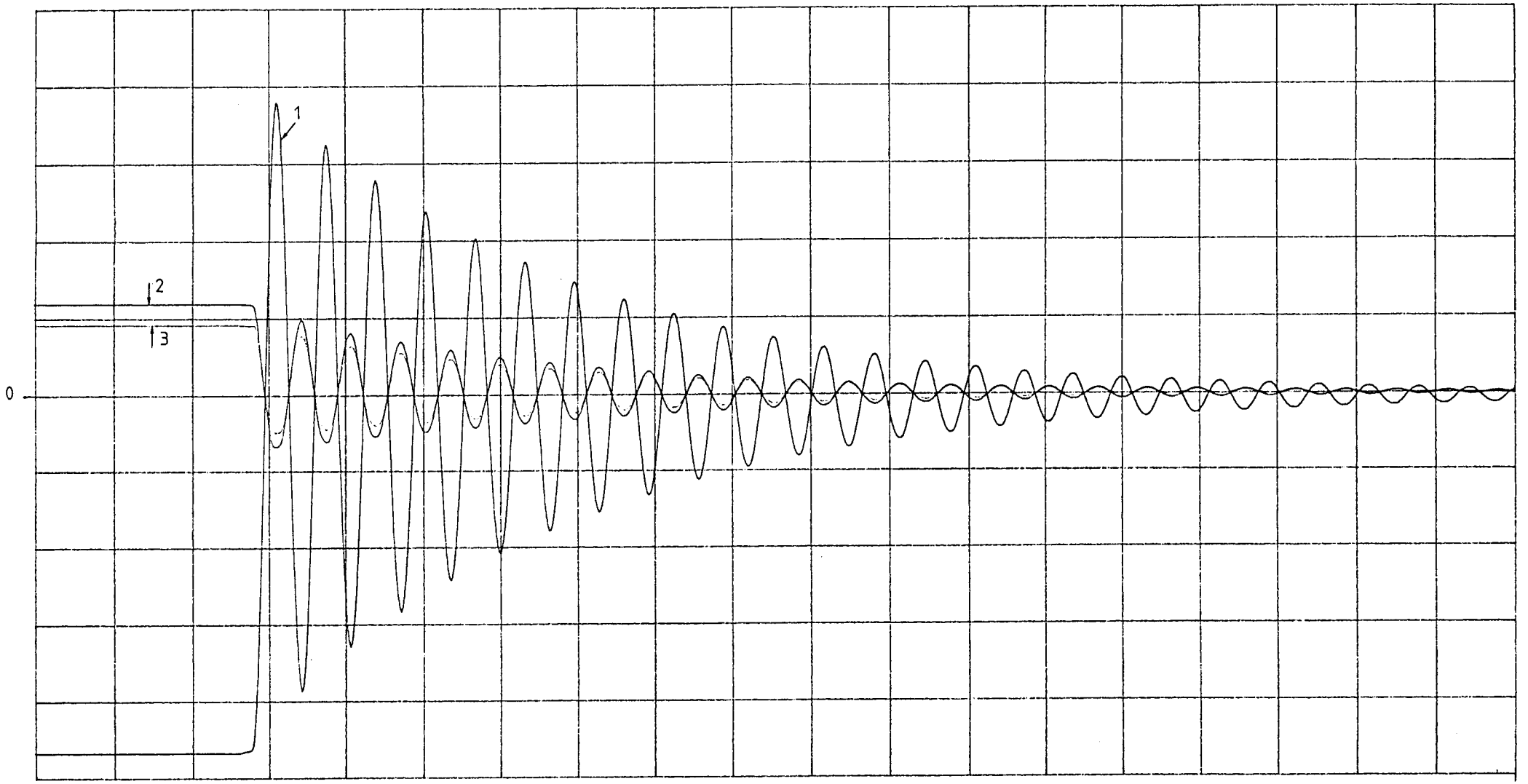


ESSAI DE LACHER SUR TRANSFORMATEUR

TYPE CCV 145
TCOVC - Diagramme "Déplacement-Temps"

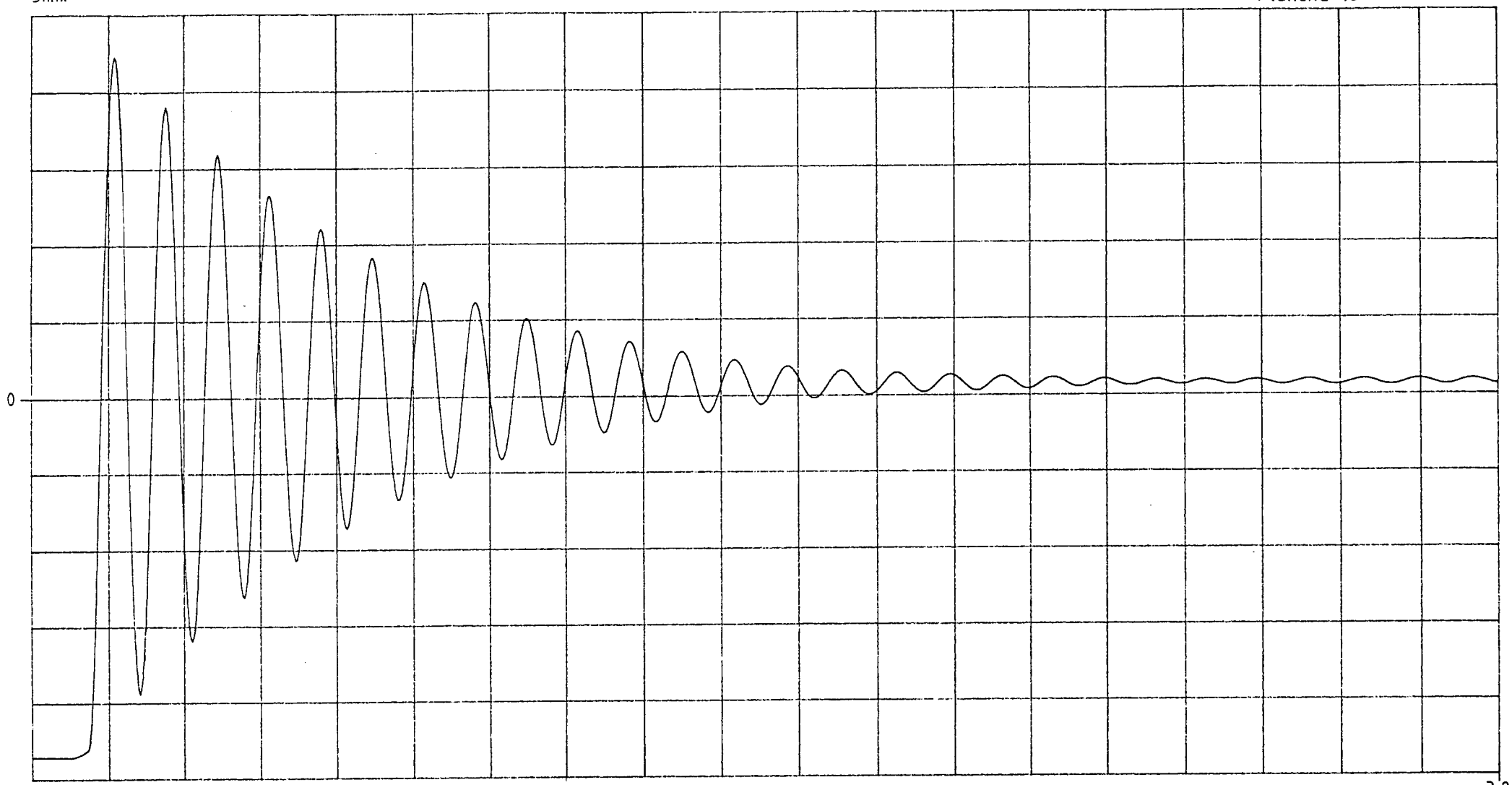
CV1 : 5mm
CV2-3 : 2mm

P.V.4/ES/59832
Planche 15



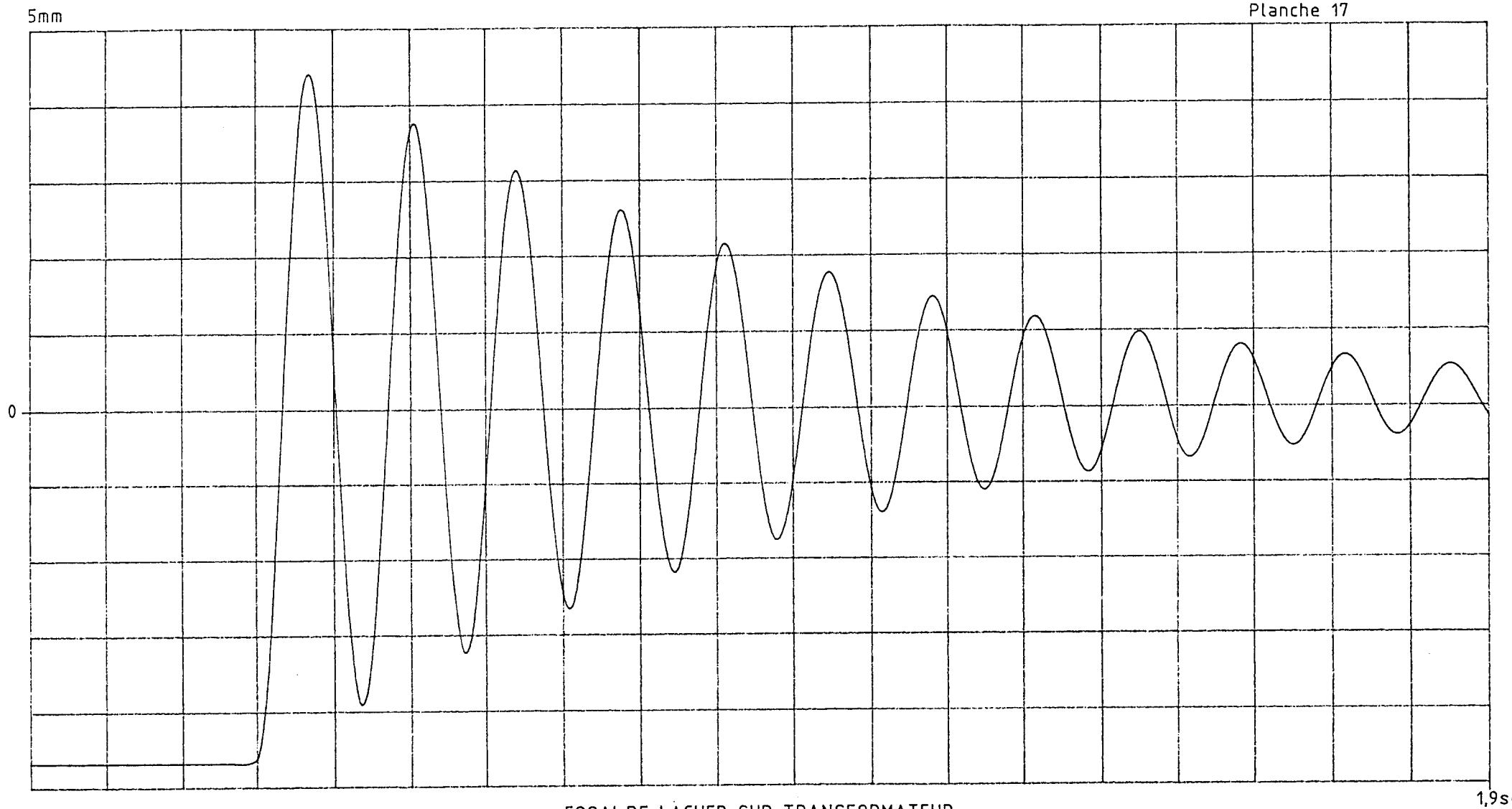
ESSAI DE LACHER SUR TRANSFORMATEUR

TYPE CCV 145
TCOVC - Diagramme "Déplacement-Temps"



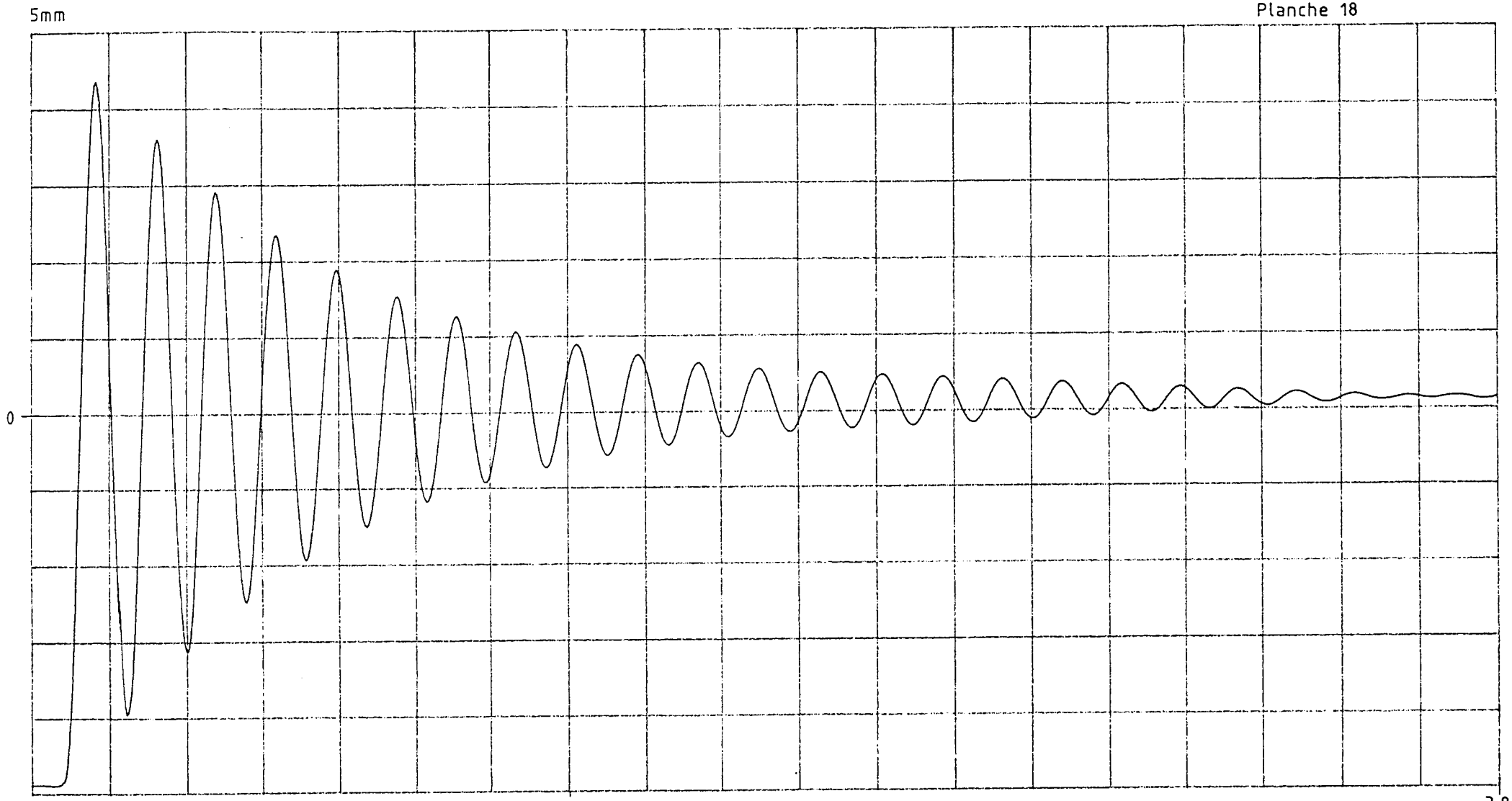
ESSAI DE LACHER SUR TRANSFORMATEUR

TYPE CCV 245
TCBB - Diagramme "Déplacement-Temps"



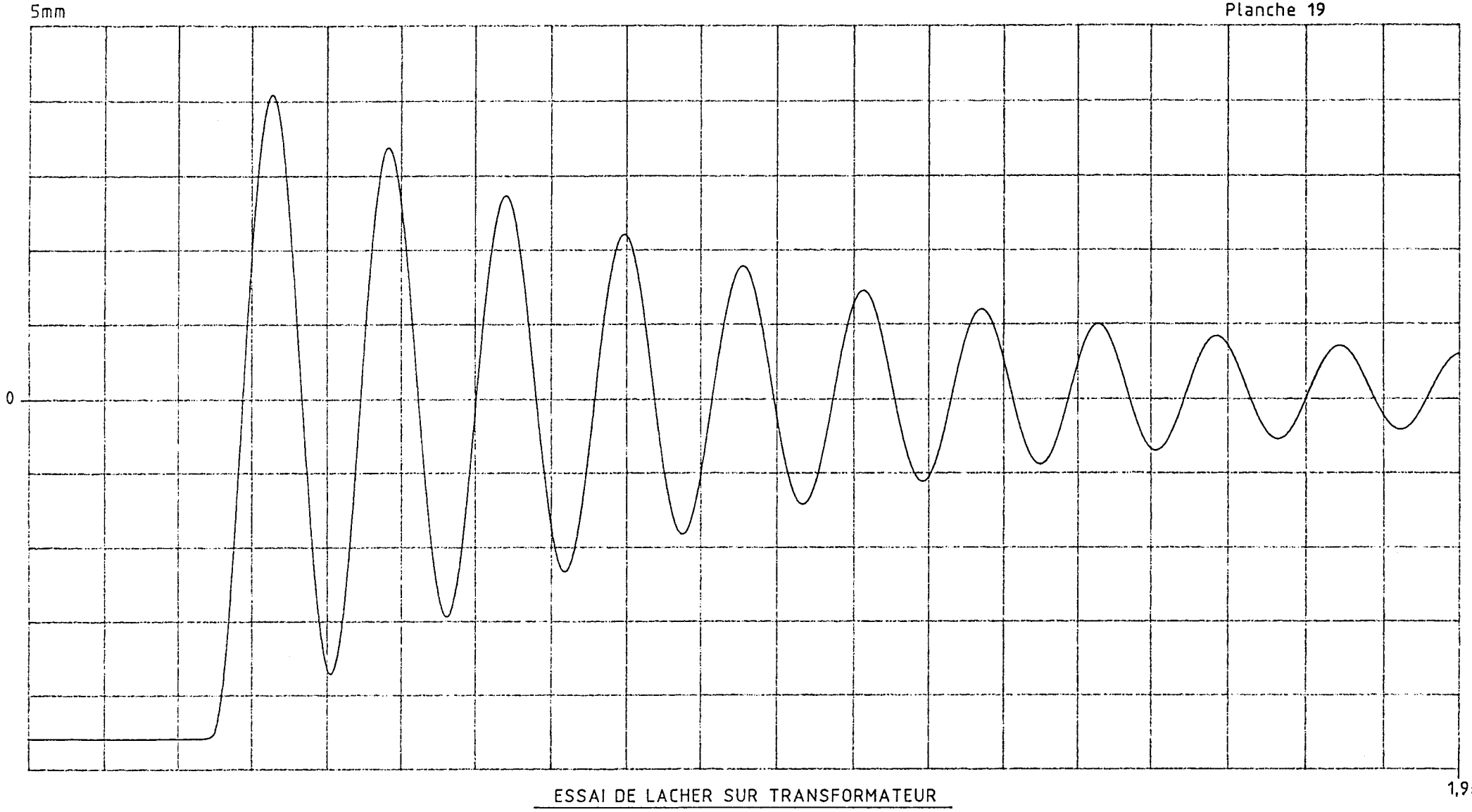
ESSAI DE LACHER SUR TRANSFORMATEUR

TYPE CCV 245
TCBB - Diagramme "Déplacement-Temps"



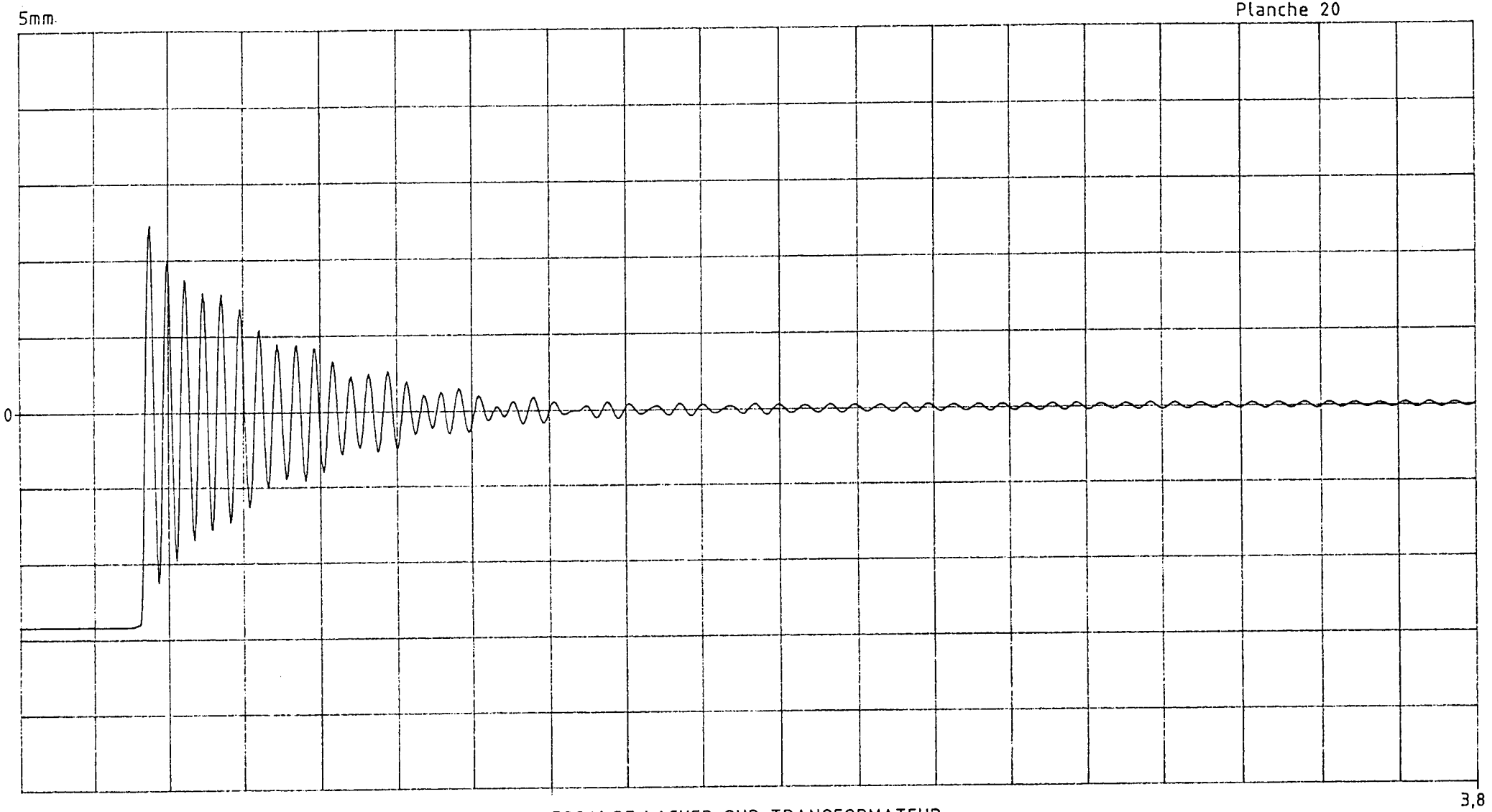
ESSAI DE LACHER SUR TRANSFORMATEUR

TYPE CCV 245
TCOVC - Diagramme "Déplacement-Temps"



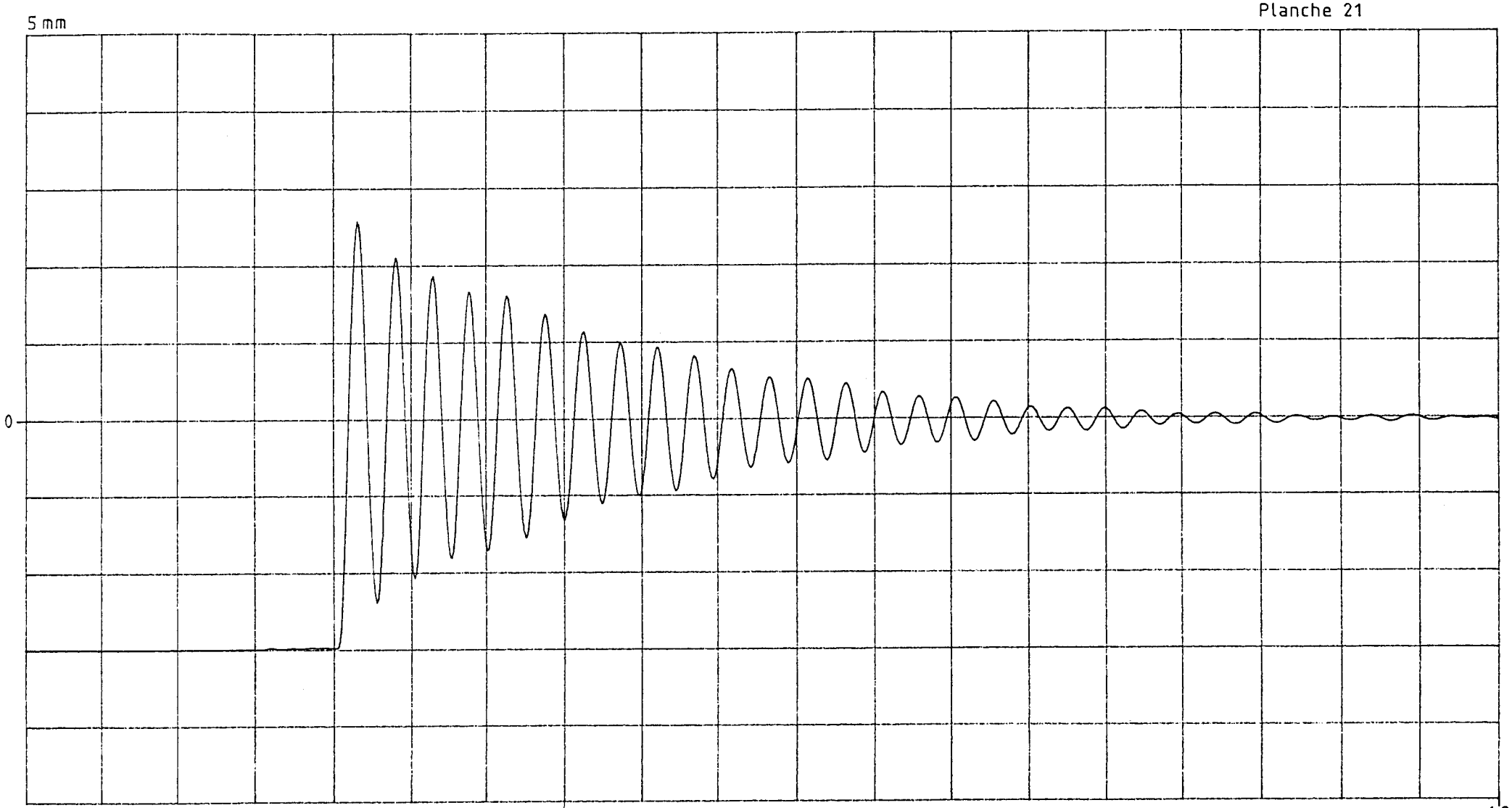
ESSAI DE LACHER SUR TRANSFORMATEUR

TYPE CCV 245
TCOVC - Diagramme "Déplacement-Temps"



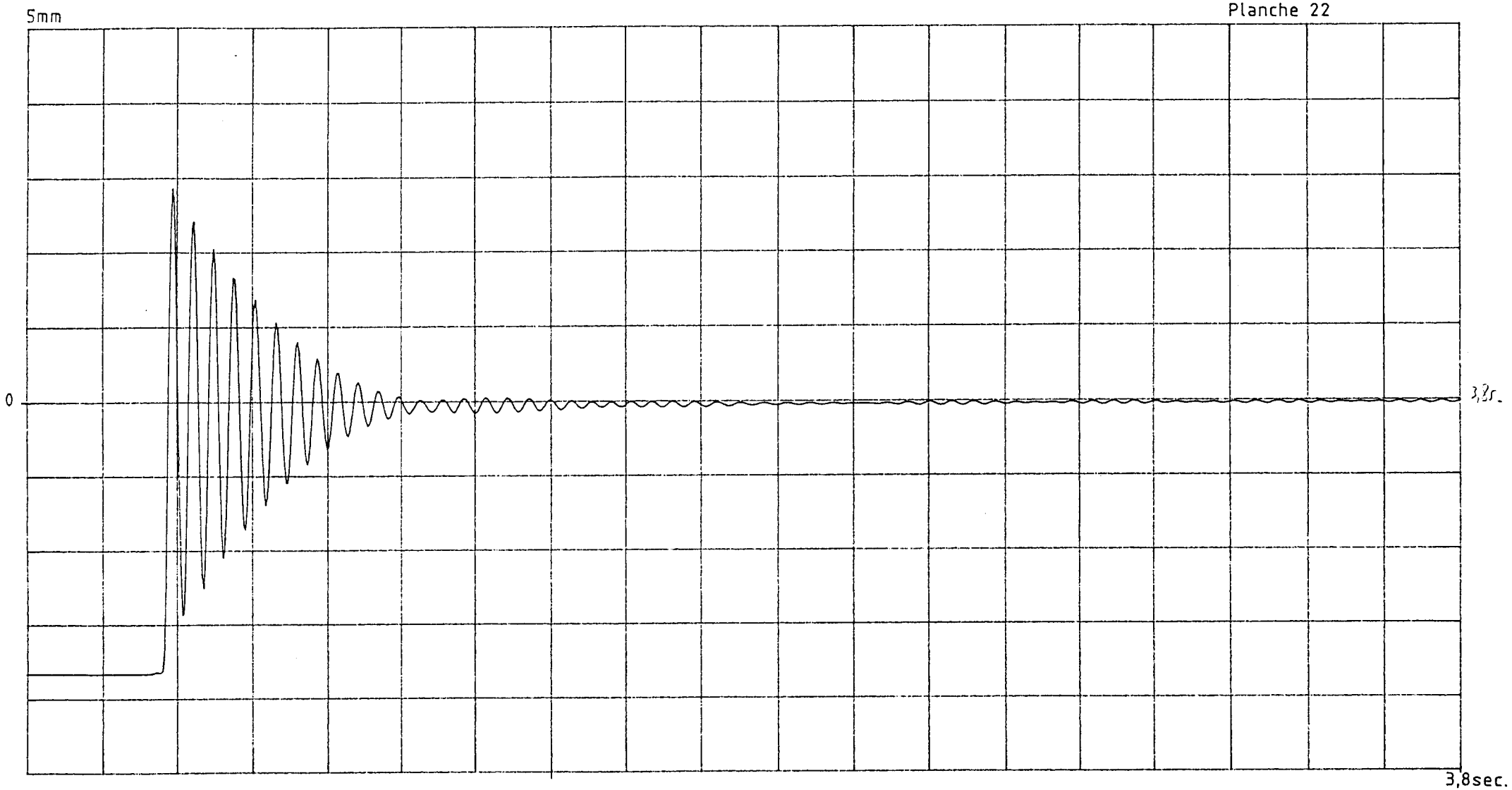
ESSAI DE LACHER SUR TRANSFORMATEUR

TYPE CCV 123
TCBB - Diagramme "Déplacement-Temps"



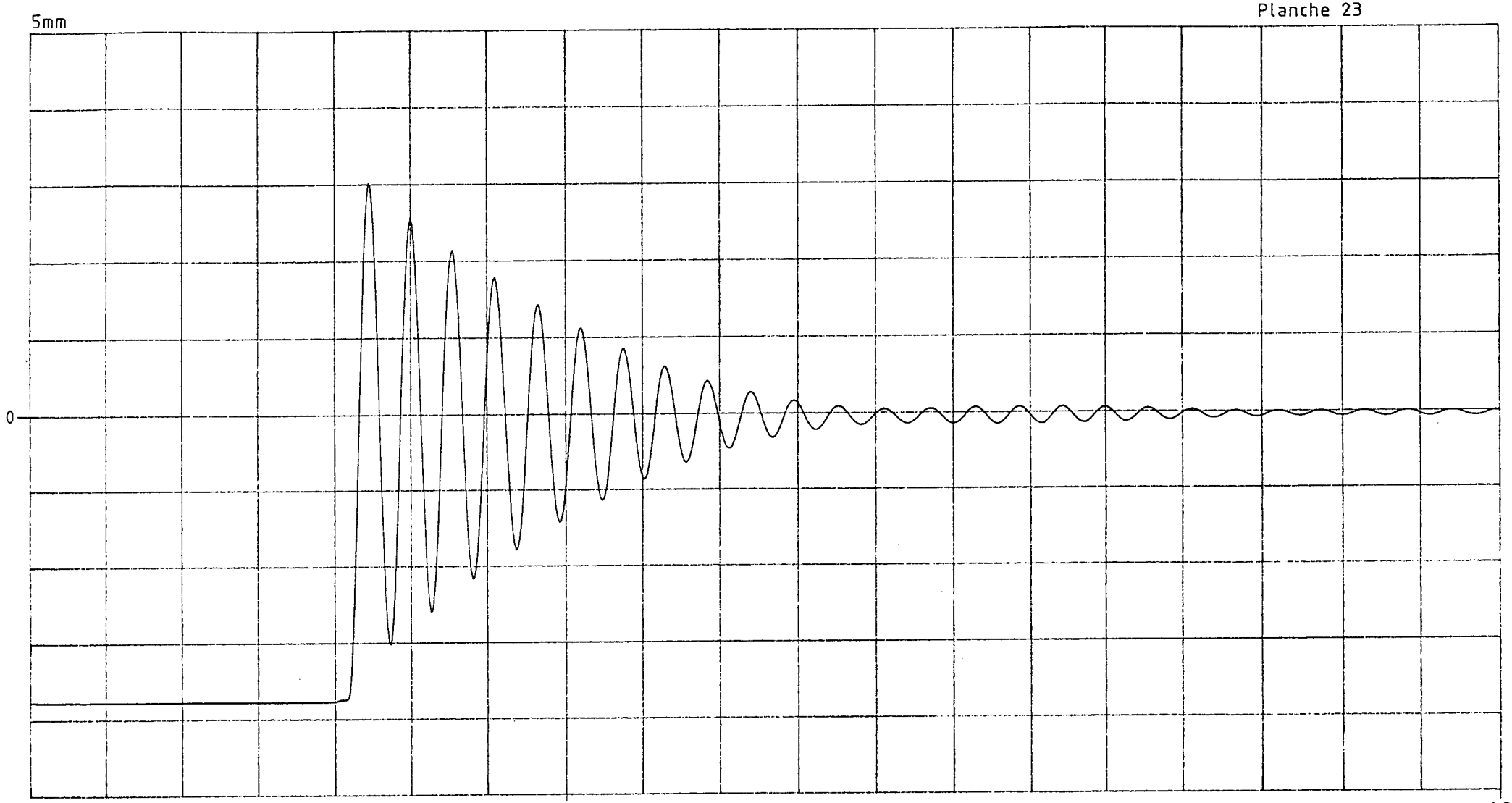
ESSAI DE LACHER SUR TRANSFORMATEUR

TYPE CCV 123
TCBB - Diagramme "Déplacement-Temps"



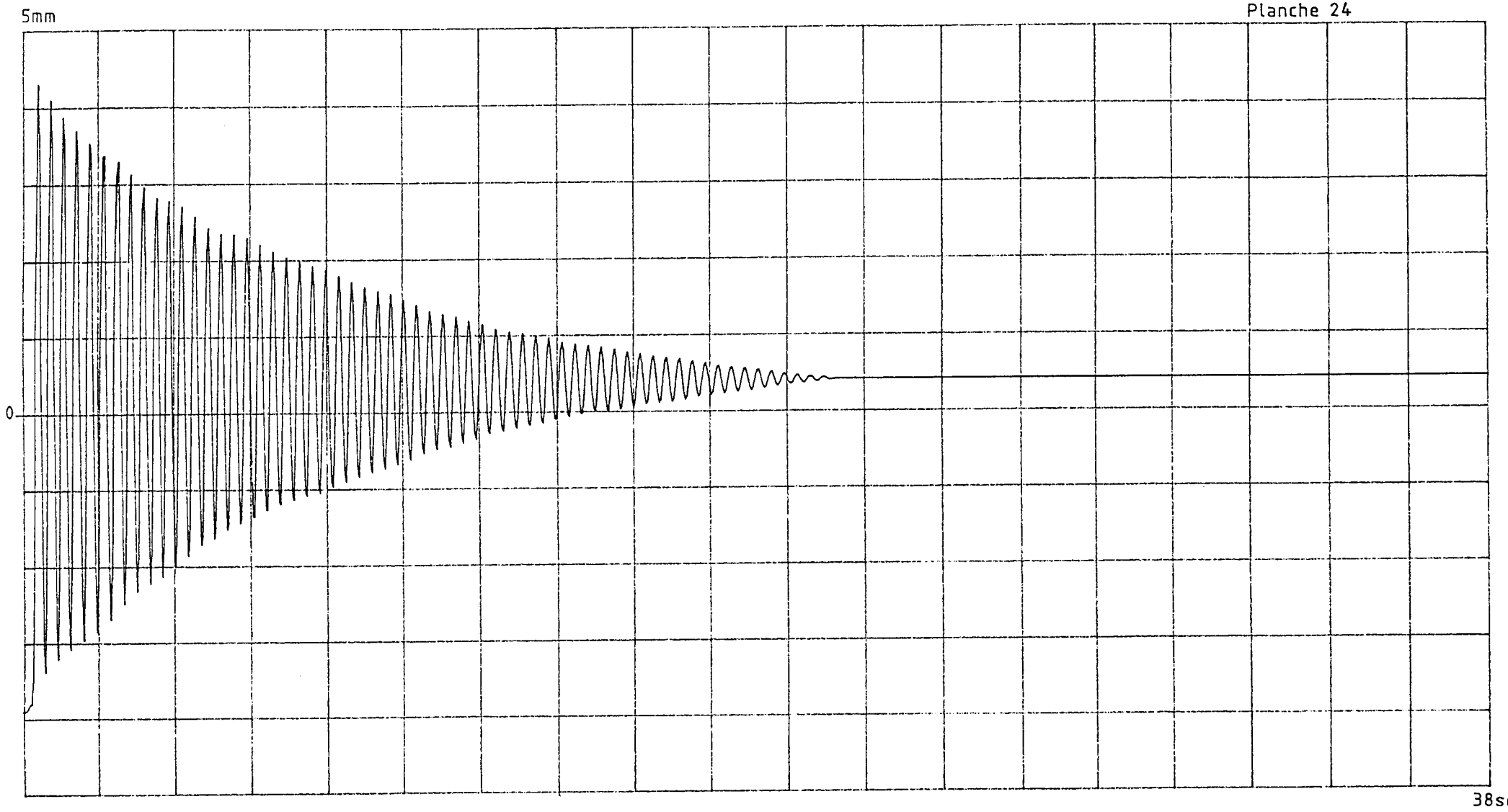
ESSAI DE LACHER SUR TRANSFORMATEUR

TYPE CCV 123
TCOVC - Diagramme "Déplacement-Temps"



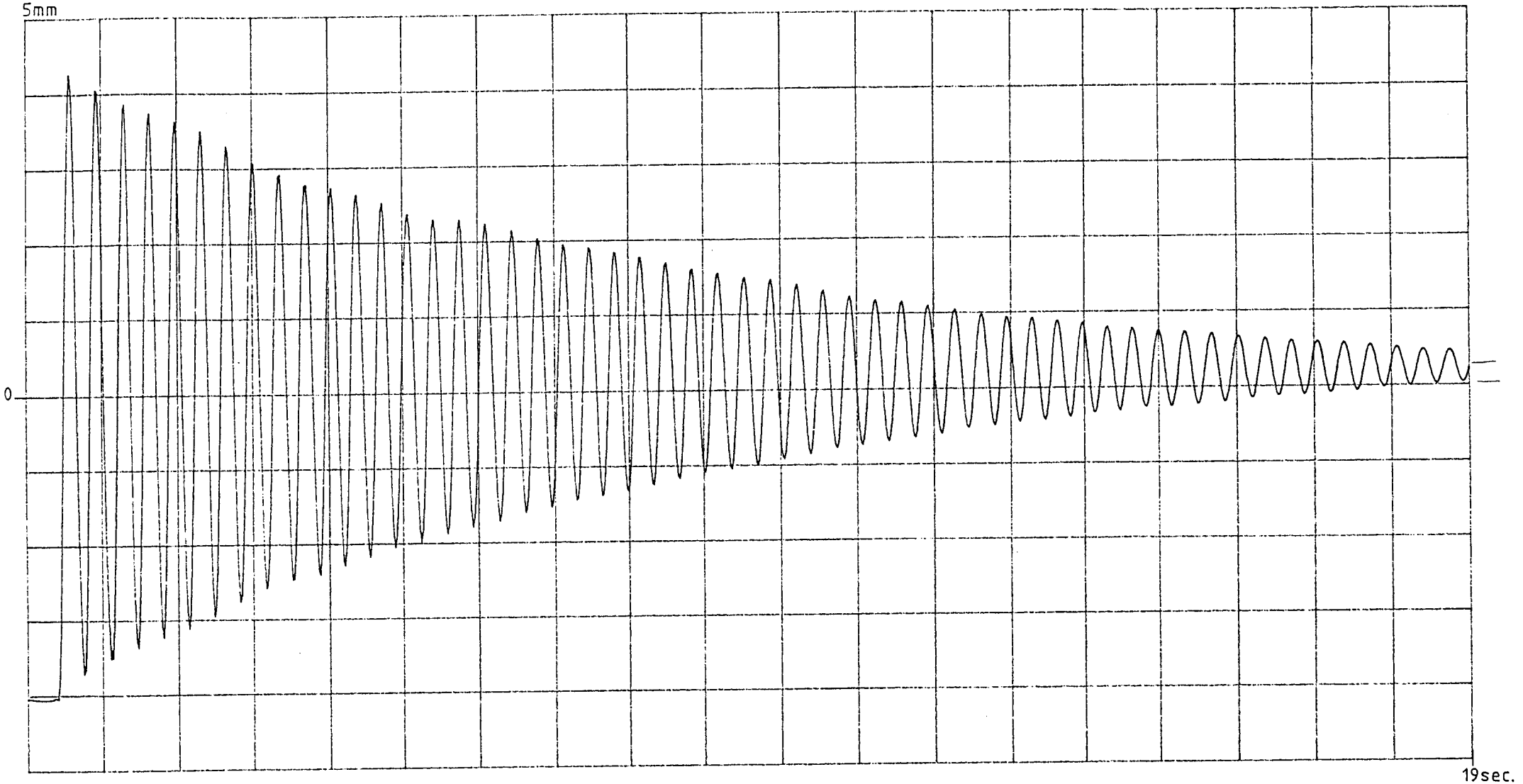
ESSAI DE LACHER SUR TRANSFORMATEUR

TYPE CCV 123
TCOVC - Diagramme "Déplacement-Temps"



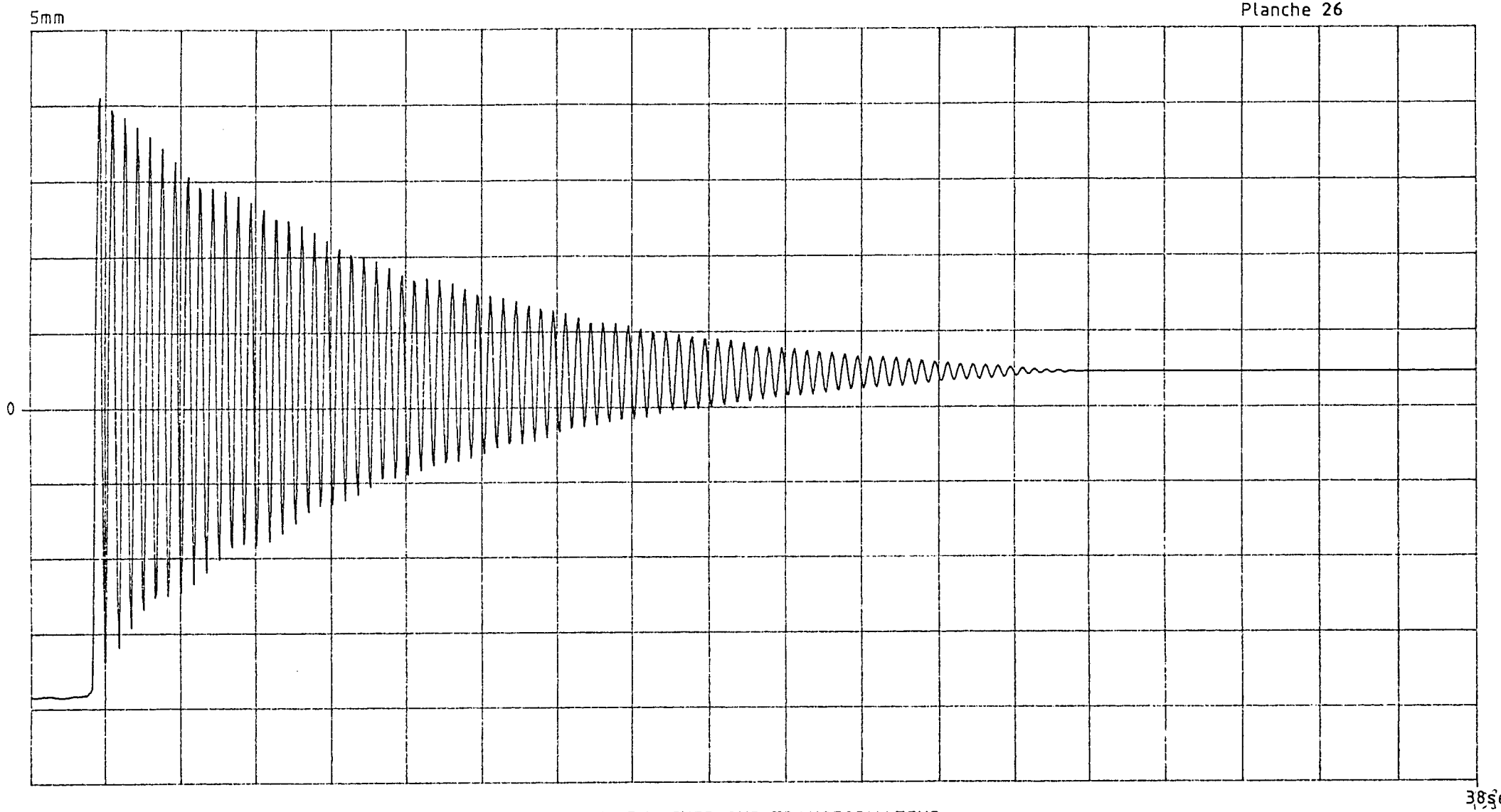
ESSAI DE LACHER SUR TRANSFORMATEUR

TYPE CCV 525
TCBB - Diagramme "Déplacement-Temps"



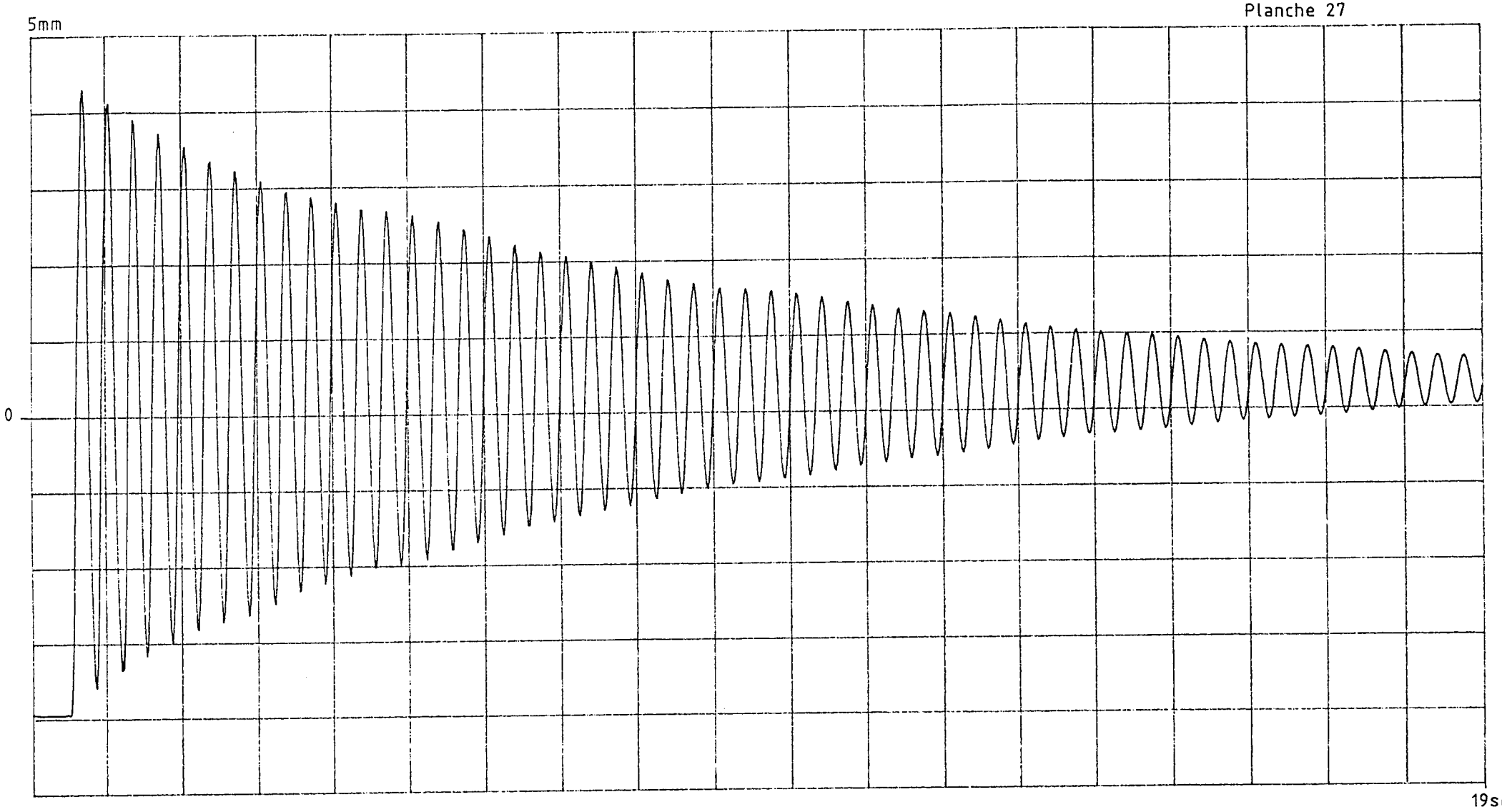
ESSAI DE LACHER SUR TRANSFORMATEUR

TYPE CCV 525
TCBB - Diagramme "Déplacement-Temps"



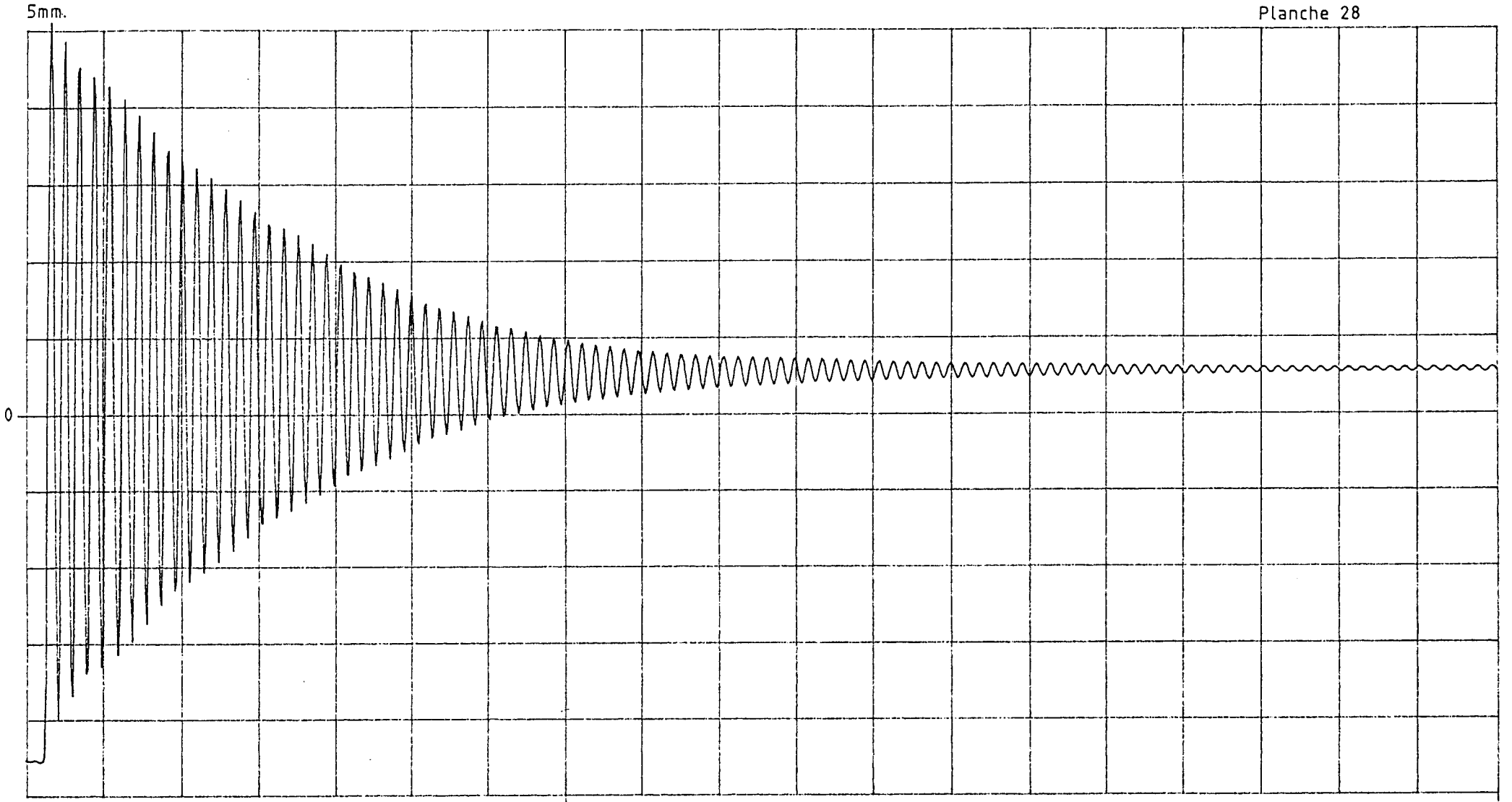
ESSAI DE LACHER SUR TRANSFORMATEUR

TYPE CCV 525
TCBB - Diagramme "Déplacement-Temps"



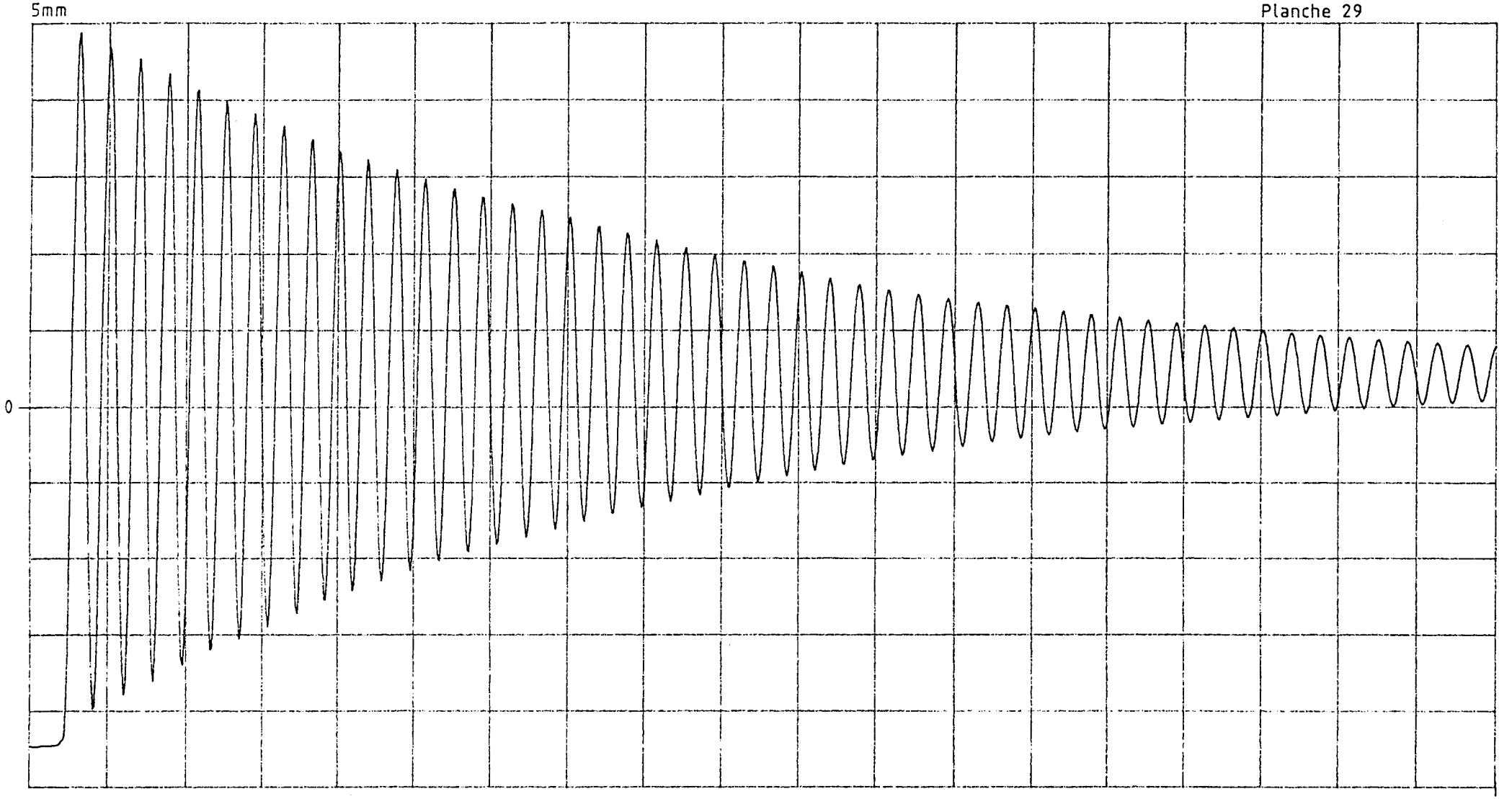
ESSAI DE LACHER SUR TRANSFORMATEUR

TYPE CCV 525
TCBB - Diagramme "Déplacement-Temps"



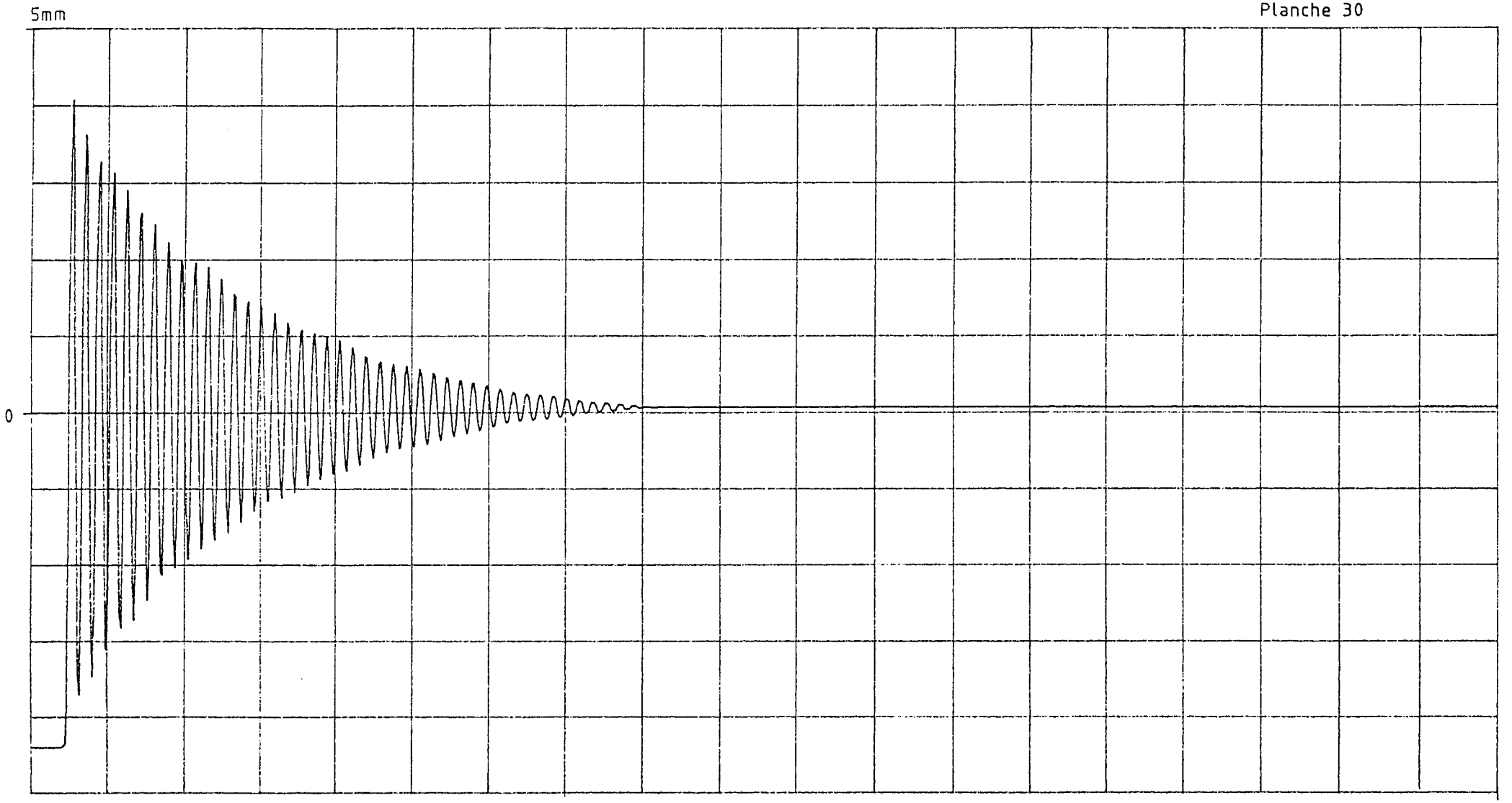
ESSAI DE LACHER SUR TRANSFORMATEUR

TYPE CCV 525
TCOVC - Diagramme "Déplacement-Temps"



ESSAI DE LACHER SUR TRANSFORMATEUR

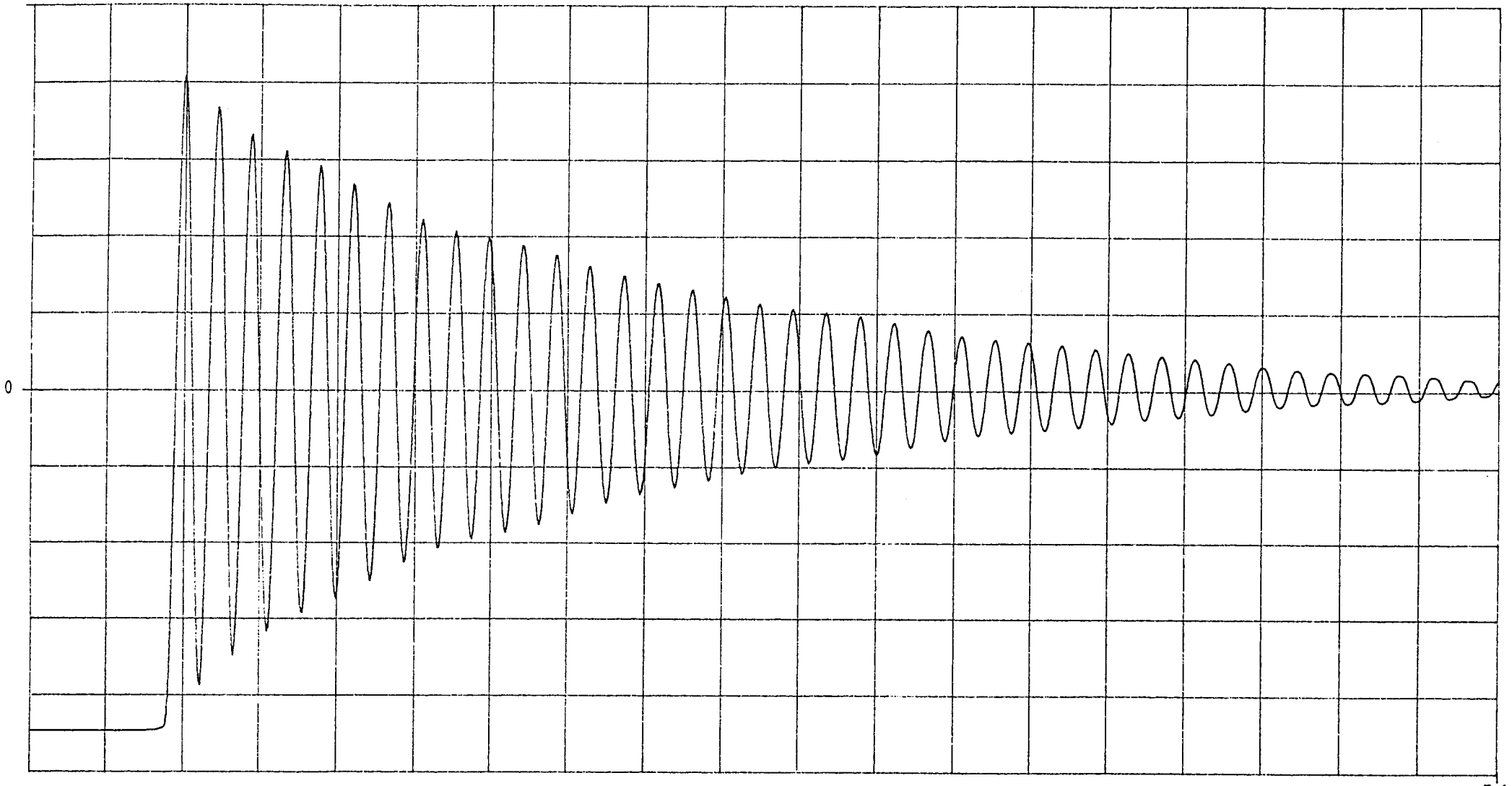
TYPE CCV 525
TCOVC - Diagramme "Déplacement-Temps"



ESSAI DE LACHER SUR TRANSFORMATEUR

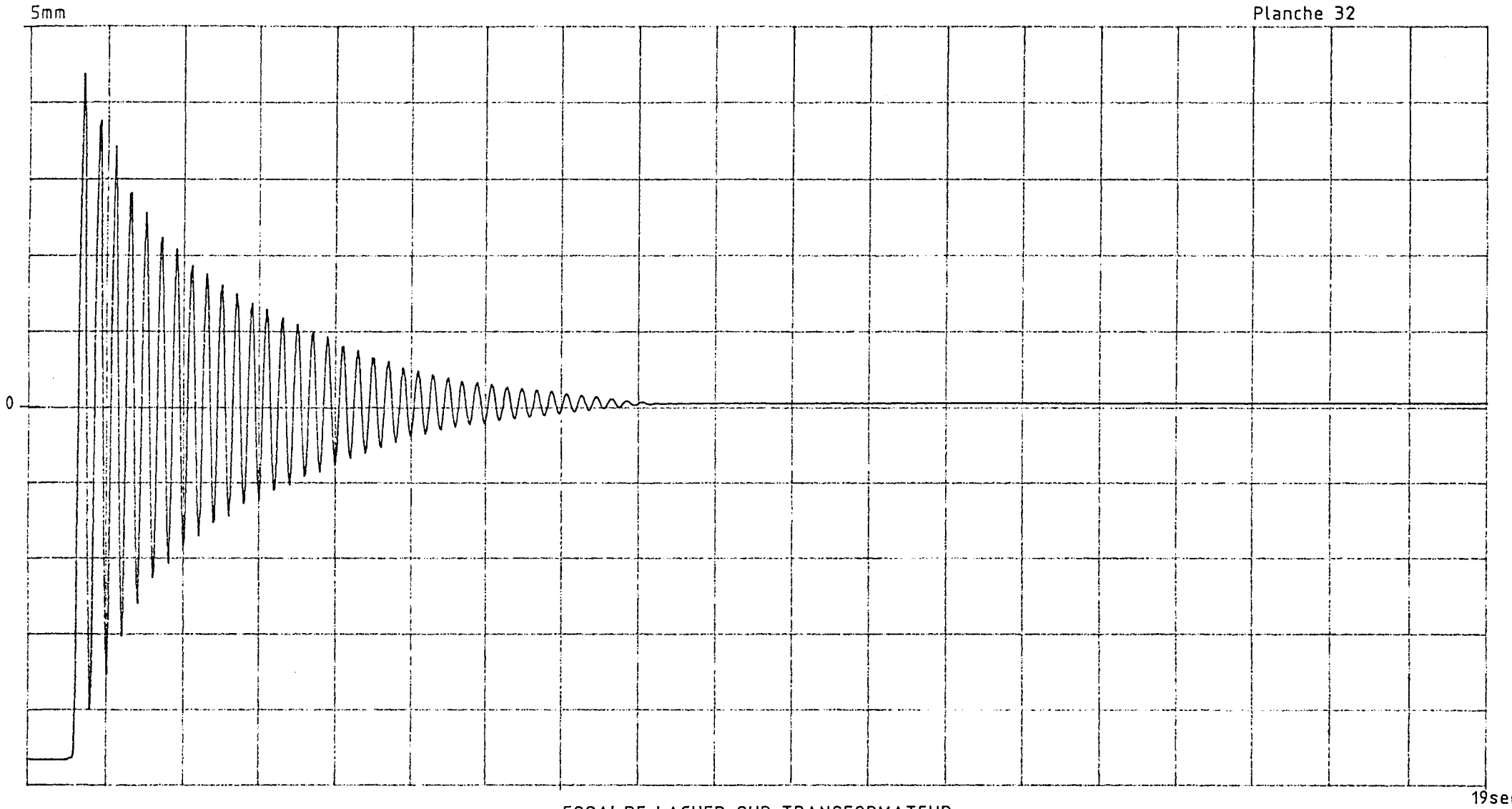
TYPE CCV 362
TCBB - Diagramme "Déplacement-Temps"

P.V.4/ES/59832
Planche 31



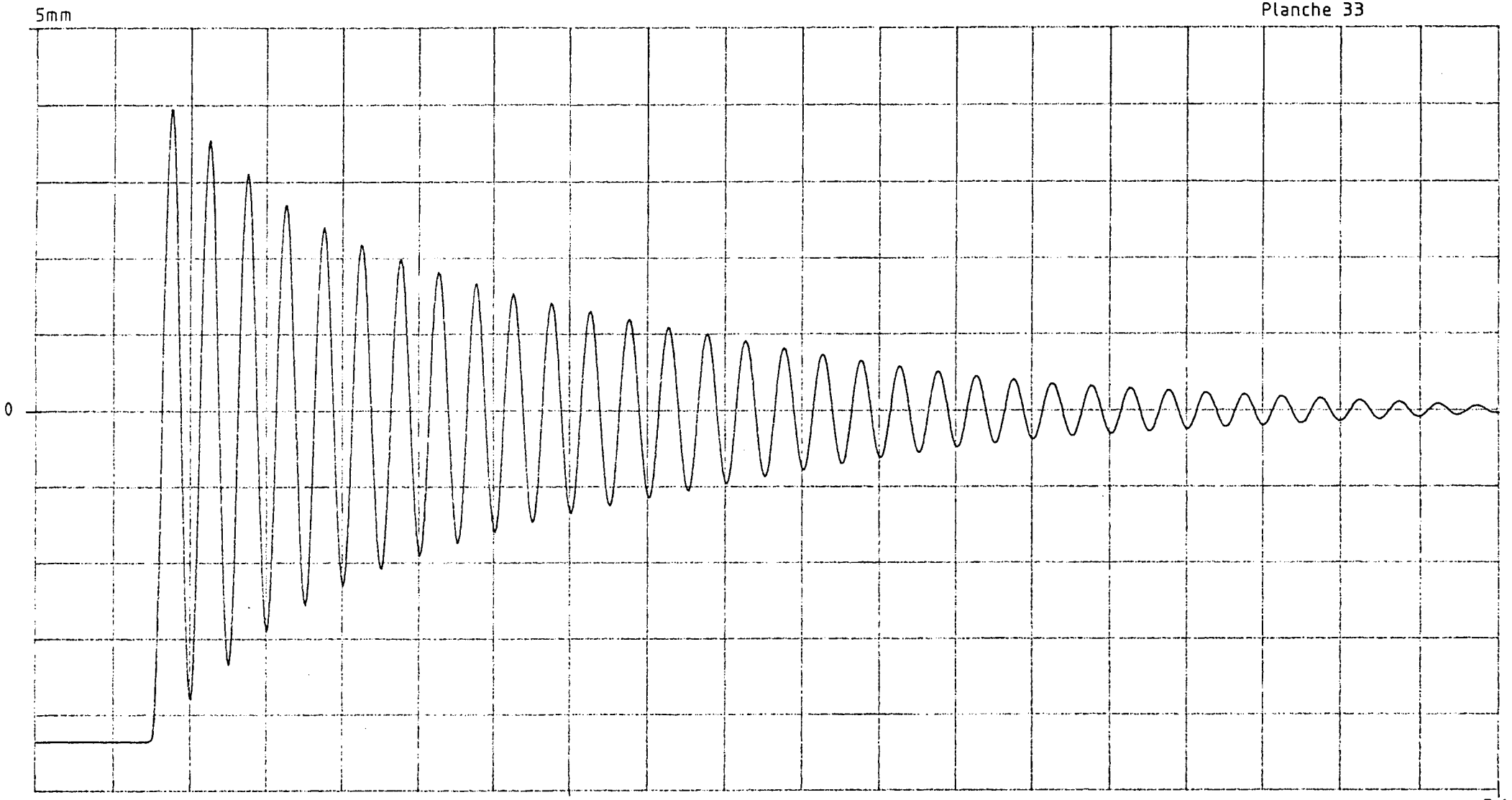
ESSAI DE LACHER SUR TRANSFORMATEUR

TYPE CCV 362
TCBB - Diagramme "Déplacement-Temps"



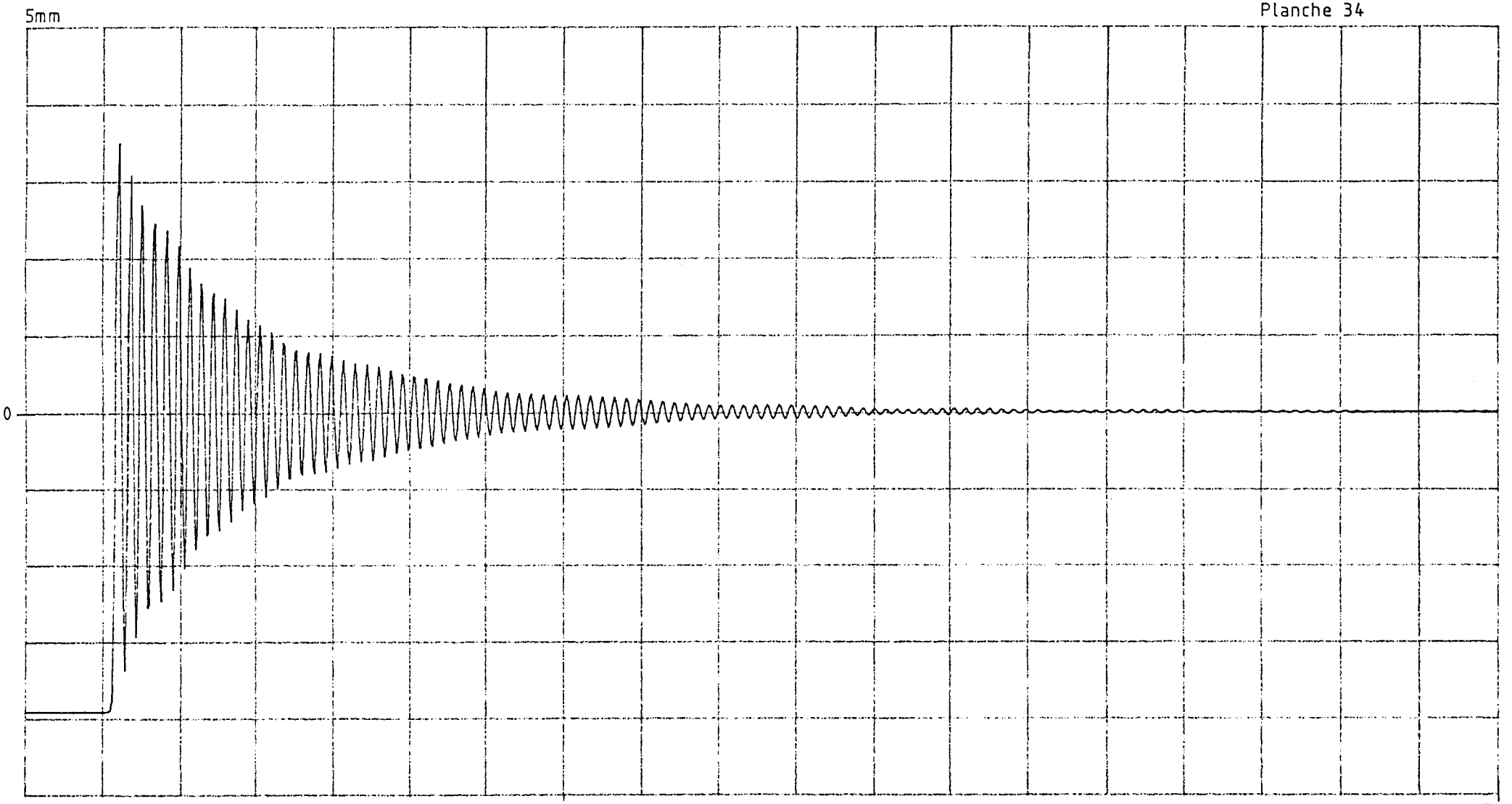
ESSAI DE LACHER SUR TRANSFORMATEUR

TYPE CCV 362
TCOVC - Diagramme "Déplacement-Temps"



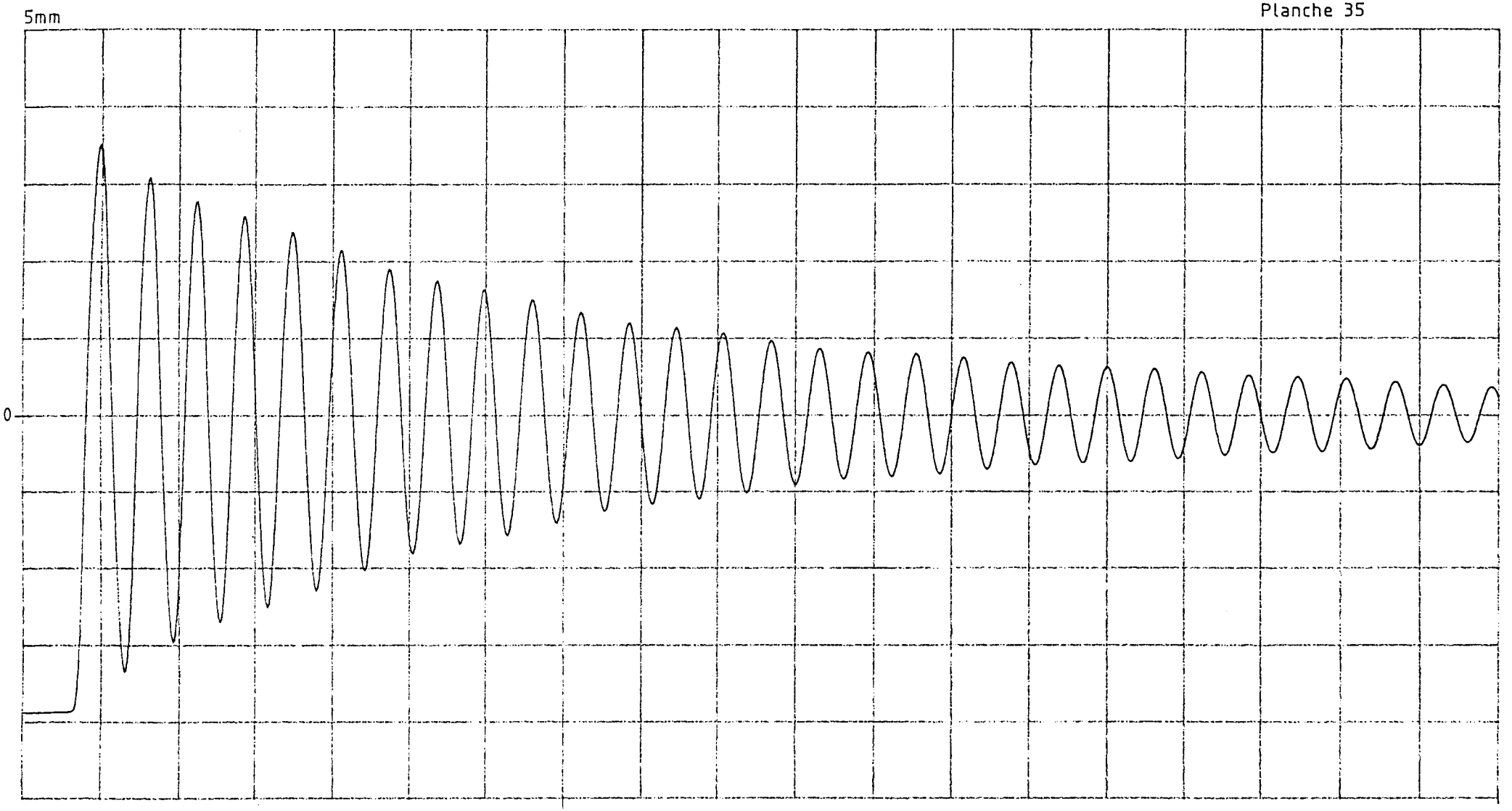
ESSAI DE LACHER SUR TRANSFORMATEUR

TYPE CCV 362
TCOVC - Diagramme "Déplacement-Temps"



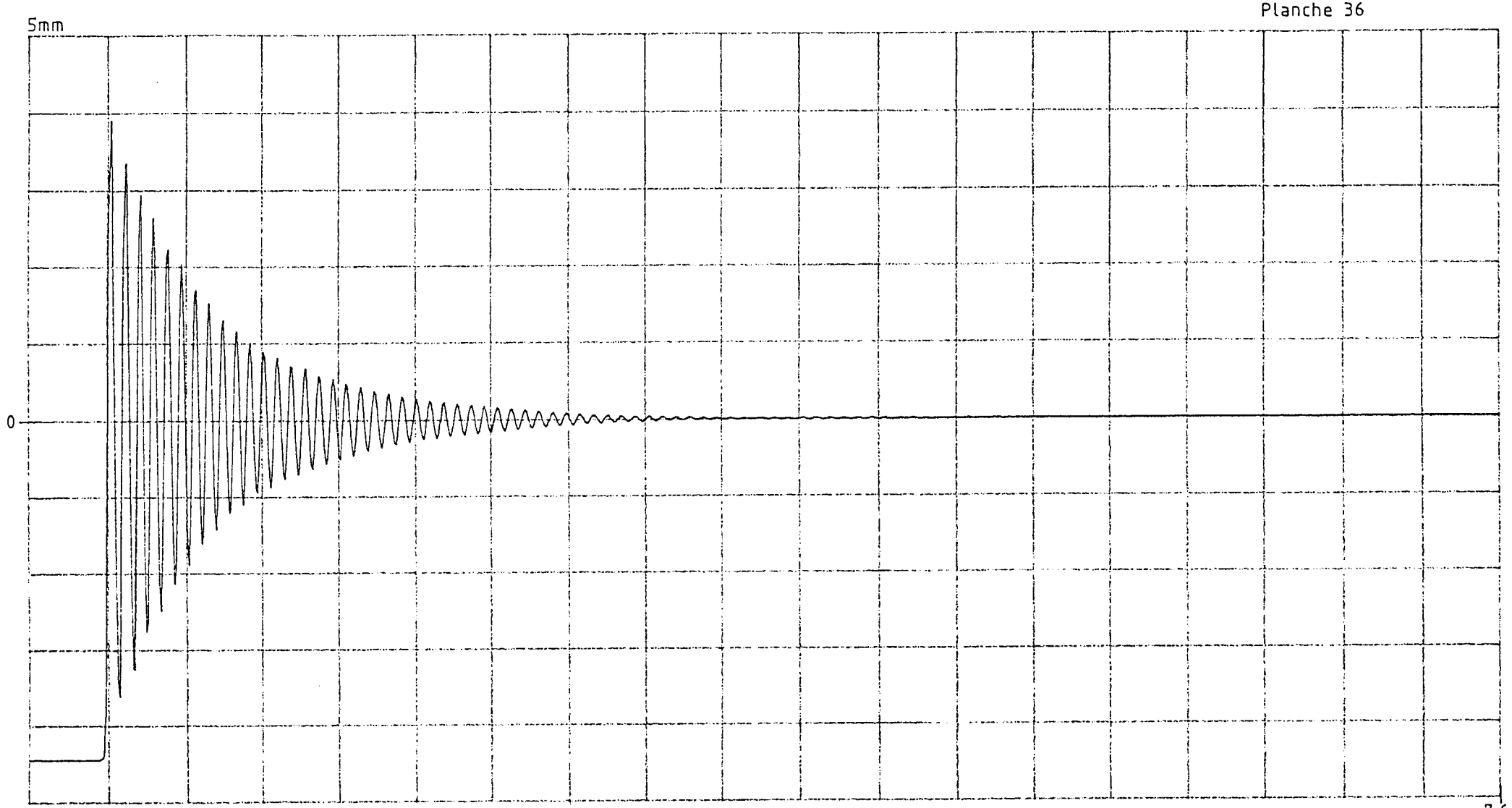
ESSAI DE LACHER SUR TRANSFORMATEUR

TYPE CCV 170
TCBB - Diagramme "Déplacement-Temps"



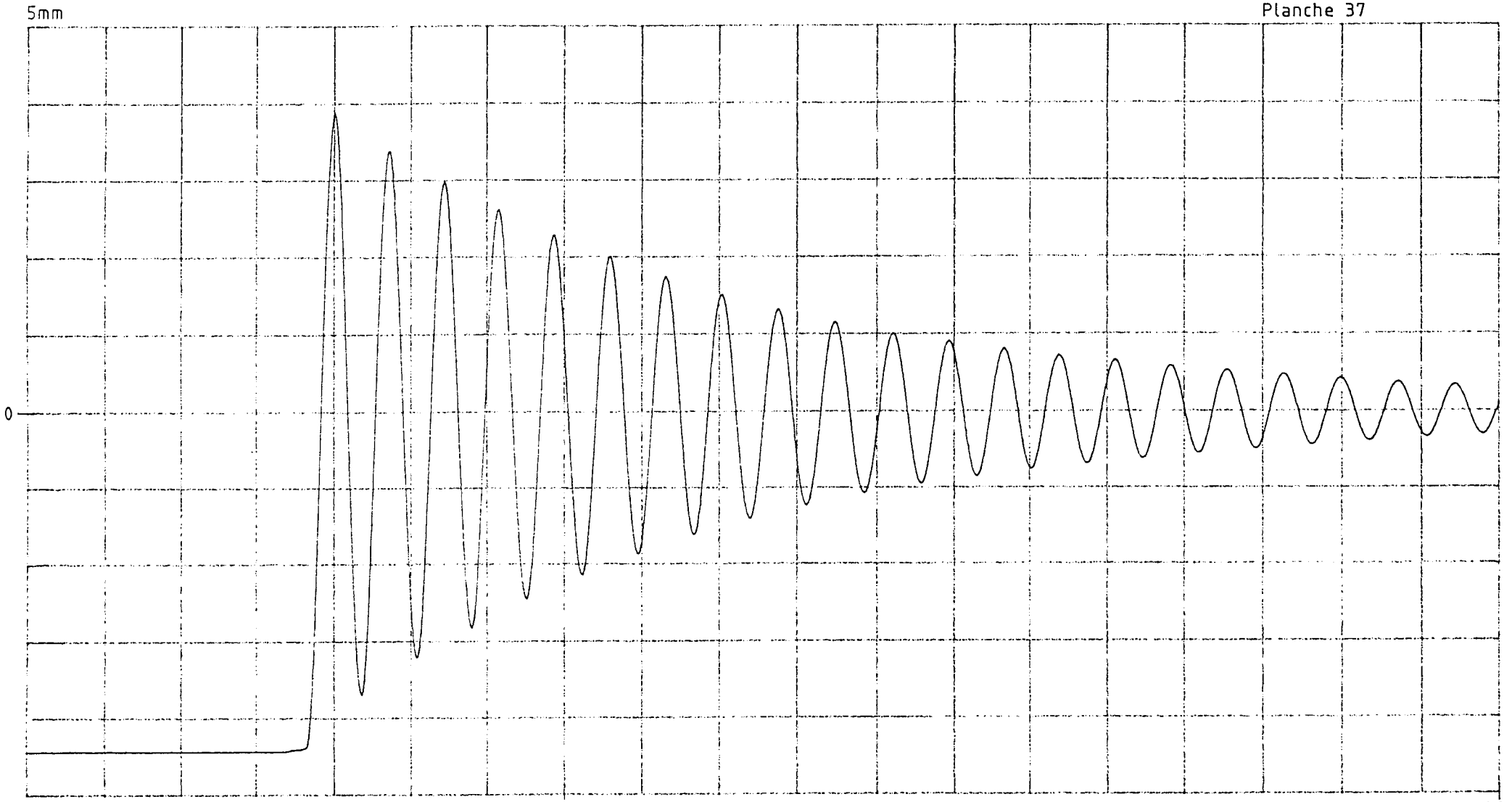
ESSAI DE LACHER SUR TRANSFORMATEUR

TYPE CCV 170
TCBB - Diagramme "Déplacement-Temps"



ESSAI DE LACHER SUR TRANSFORMATEUR

TYPE CCV 170
TCOVC - Diagramme "Déplacement-Temps"



ESSAI DE LACHER SUR TRANSFORMATEUR

TYPE CCV 170
TCOVC - Diagramme "Déplacement-Temps"