

No

**COMPTE RENDU DE MAINTENANCE ET D'INSPECTION
POUR
LE PONT MARECHAL MOBUTU SESE SEKO,
REPUBLIQUE DU ZAIRE**

AVRIL 1985

**Michio Takahashi
Hirofumi Takigawa**

Ex. Expert de l'Agence Japonaise
de Cooperation Internationale
envoyé a la Republique du Zaire.

JIKEN
532
615
EXS
LIBRARY

E X S
J R
85 - 7

532
61.5
EXS

**COMPTE RENDU DE MAINTENANCE ET D'INSPECTION
POUR
LE PONT MARECHAL MOBUTU SESE SEKO,
REPUBLIQUE DU ZAIRE**

JICA LIBRARY



1018291[3]

AVRIL 1985

**Michio Takahashi
Hirofumi Takigawa**

Ex. Expert de l'Agence Japonaise
de Coopération Internationale
envoyé à la République du Zaïre

国際協力事業団

受入 月日	'86. 7. 30	532
登録 No.	12994	615
		EXS

TABLE DES MATIERES

	Page
I. Avant-propos	1
II. Etude de force axiale des boulons pour bande de câble	6
III. Inspection de peinture	56
IV. Programme de re-peinturage	58
V. Drainage (évacuation d'eau) de la surface de pont et revêtement	60
VI. Section de terrassement	61
VII. Dispositif de dilatation	62
VIII. Mesure géométrique	64
IX. Perception de péage	66

Annexe: Brochure de photos

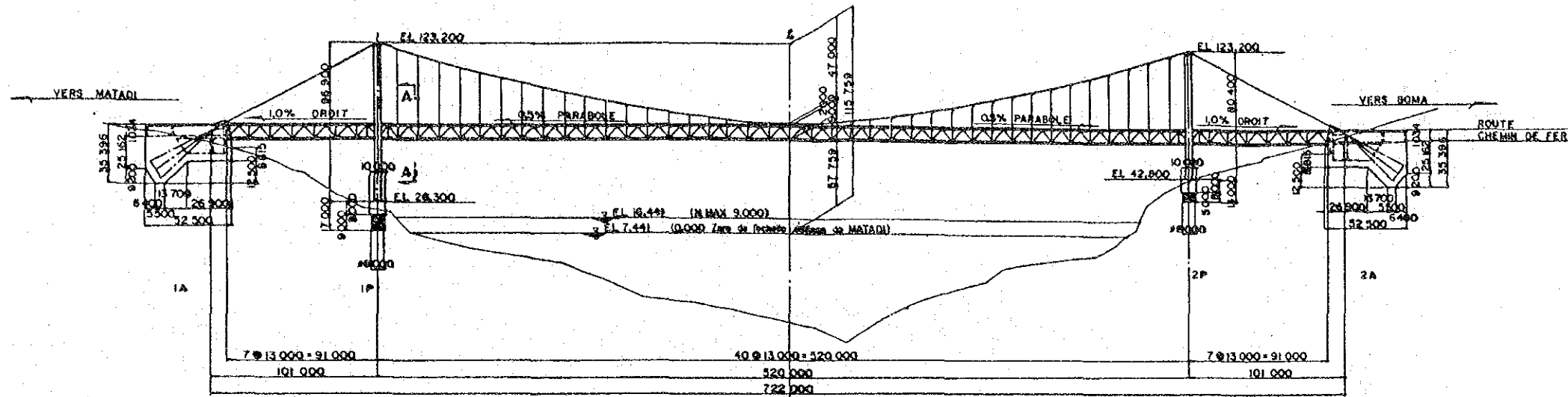
I. AVANT-PROPOS

Le présent compte rendu a pour but de résumer les résultats des travaux de maintenance et d'inspection effectués à l'occasion de 2 ans de service après l'achèvement en mai 1983 du Pont Maréchal Mobutu Sese Seko, République du Zaïre.

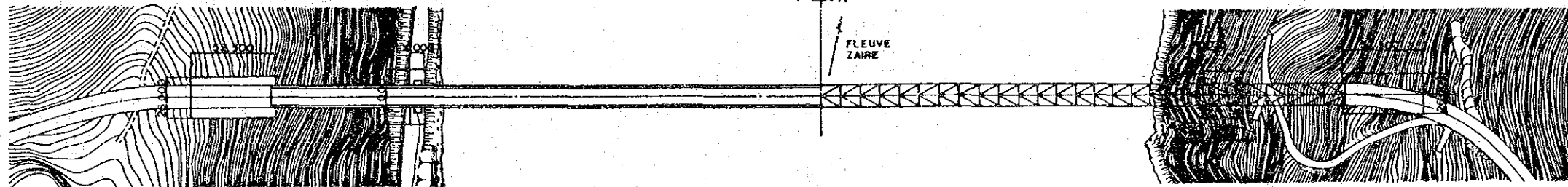
Ces travaux de maintenance et d'inspection ont été réalisés du 11 février au 8 mars 1985 principalement dans le but d'étudier la force axiale des boulons pour bande (collier) de câble et d'examiner l'état d'endommagement de la peinture.

DESSIN GENERAL E=1/1500

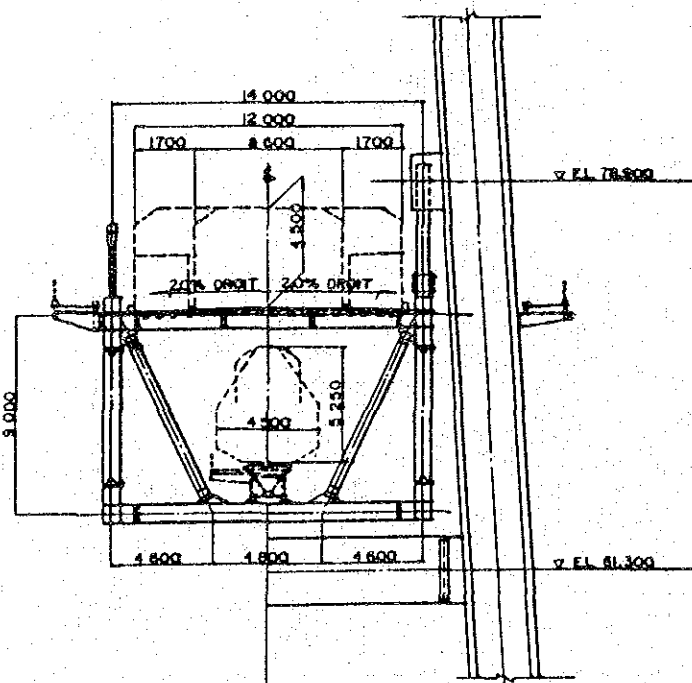
ELEVATION



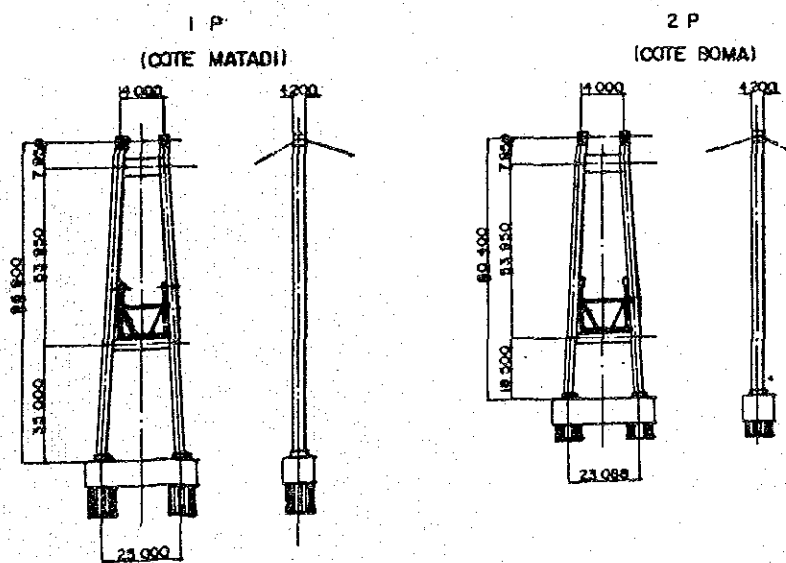
PLAN



SECTION A-A E=1/150



PYLONE E=1/1000



NUM.	DESCRIPTION	APPRO.	DATE
	REVELATION DU CHANTIER DEPARTEMENT DES TRAVAUX PUBLICS ET COMMUNICATIONS ORGANISATION POUR L'EMPLOI DES BARRAGES-HYDROELECTRIQUES DIRECTION GENERALE DES PONS ET PASSERELLES		
	CONSTRUCTEURS S.P. POUR LES LE FLEUVE ZAIRE A MATADI		
DESSIN GENERAL			
DIRECTEUR PAI	VERIFIE PAI	APPREVE PAI	DATE
CONSTRUCTEURS S.P. REPRESENTANTS POUR LE CONGO-KINSHASA HEAVY ENGINEERING CO., LTD.			SCHELLE 1950/1/10/1950 NO. 9081

Organigramme

FEVRIER														MARS															
	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
	L	M	Mc	J	V	S	D	L	M	Mc	J	V	S	D	L	M	Mc	J	V	S	D	L	M	Mc	J	V	S	D	
FORCES AXIALES DES BOULONS																													
LEVES (POUTRE • IN- FRASTRU(TORE))																													
DEPLACEMENT (INFRASTRUCTURE)																													
RETRAIT DE PYLONE																													
PEINTURE																													
REVETEMENT																													
DRAINAGE																													
DIVERS																													
REMARKS																													

□ Prévu *1. La réparation de rail de la partie EXP a été effectuée uniquement pour A2.

■ Réalisé *2. On a exécuté la mesure géométrique de 3 à 6 h a.m.

EXP *1

*2

II. ETUDE DE FORCE AXIALE DES BOULONS POUR BANDE DE CÂBLE

1. Dates d'étude

- Du 13 au 28 février 1985

2. Méthode d'étude

Nous avons examiné toutes les bandes de câble situées dans la portée centrale au moyen d'un wagon-contrôle de câble. Pour des raisons de construction de ce wagon, nous avons omis volontairement l'inspection des boulons interférant avec les étais de câble. Au cours de ces travaux, nous avons recherché à réduire le temps de déplacement du wagon en employant le treuil à main du plyône et un camion hydraulique de dépannage.

La mesure de force axiale de boulon consiste

- à déterminer la longueur réelle de chaque boulon au moyen d'un appareil de mesure d'allongement de boulon; et
- à calculer la différence de longueur par rapport à l'état "sans contrainte" à partir de la formule expérimentale.

D'autre part, afin d'annuler toute erreur due à la différence de température entre boulon "sans contrainte" et boulon réel, une jauge a été prévu pour chaque bande. A titre de référence, encore, nous avons mesuré la température et celles de boulon et de jauge au moyen d'un thermomètre à contact.

La mesure a été effectuée à 5 reprises pour chaque boulon pour en calculer la moyenne.

Méthode de calcul de force axiale de boulon

$$N^{(t)} = \{ (LBM - LGM) - \Delta LB \} \times 65,5$$

LBM: Moyenne des 5 valeurs de longueur de boulon déterminées sur le terrain

LGM: Moyenne des 5 valeurs de longueur de jauge déterminées sur le terrain

ΔLB : Différence de longueur entre boulon "sans contrainte" (longueur sans contrainte) et jauge

65,5: Chiffre obtenu du rapport d'essai de traction pour les boulons de serrage de bandes de câble

3. Résultats d'étude

Les résultats d'étude de la présente campagne (février 1985) nous montrent évidemment que les forces axiales sont réduites par rapport non seulement au moment du dernier serrage, mais aussi à la mesure de décembre 1983. On dit généralement que ces forces axiales sont réduites linéairement sur papier semi-logarithmique, mais il semble que la réduction constatée cette fois-ci est sensible en comparaison avec la mesure de décembre 1983.

Il est donc important désormais:

- de pratiquer périodiquement la mesure de force axiale de boulons;
- de suivre ainsi l'état de réduction de force axiale de plus près; et
- de vérifier le coefficient de sécurité par rapport au glissement de bande de câble.

(a) Caractéristiques selon les types de bande

Une réduction sensible de force axiale est constatée sur les bandes du type A comportant beaucoup de boulons. Pour MUA-1 côté amont Matadi, en particulier, le taux de réduction est égal à 48%, de l'ordre de la moitié de la force axiale initiale.

D'autre part, le type D est le moins faible en taux de réduction, et sa moyenne est de 20%.

Pour les autres types de bande, il semble que le taux de réduction est uniforme à l'exception des bandes centrales. A noter qu'une simple comparaison n'est pas admise entre les bandes centrales et les autres, car elles sont différentes de fonction, et on se bornera donc à signaler que, pour la bande centrale comportant un maximum de 26 boulons, la force axiale moyenne est de 32 tonnes environ et voisine de la moitié de la force axiale initiale.

A examiner les bandes de câble individuellement, on peut dire généralement que le taux de réduction de force axiale est plus grand pour les boulons inférieures que pour les supérieurs.

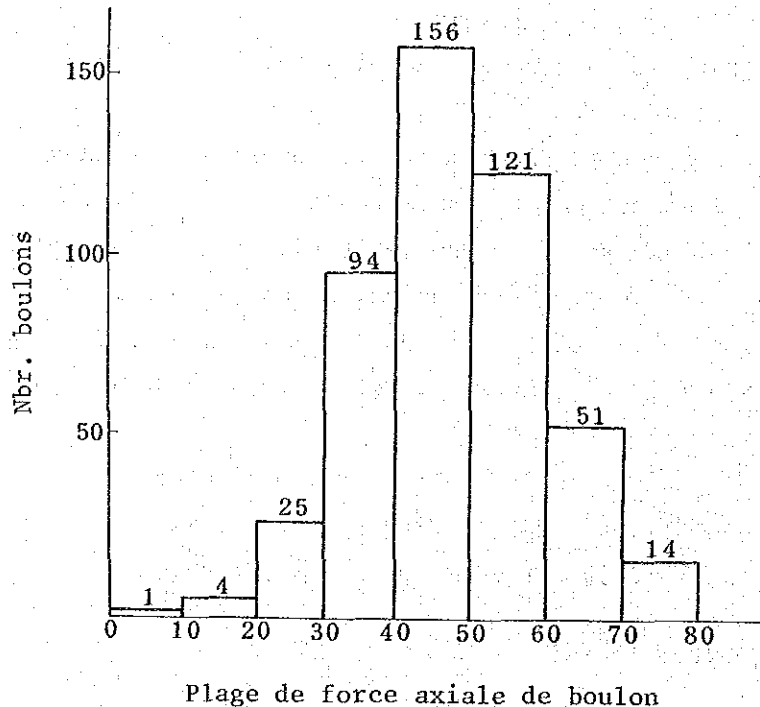
(b) Boulons particuliers

L'examen des boulons individuels montre que, parmi 466 boulons mesurés, il y a en 30 dont la force axiale est inférieure à 30 tonnes, c'est-à-dire, dont le coefficient de sécurité est voisin de 2. De ces

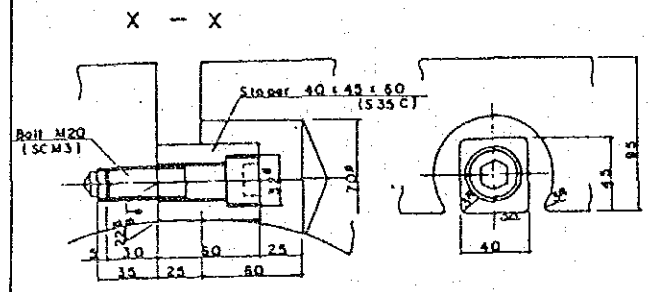
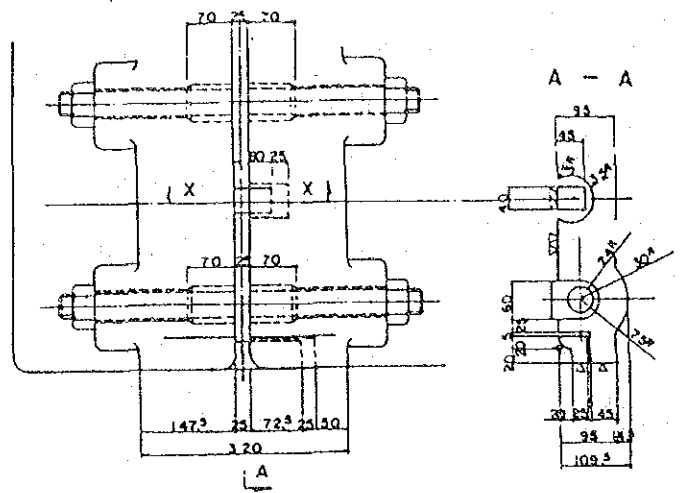
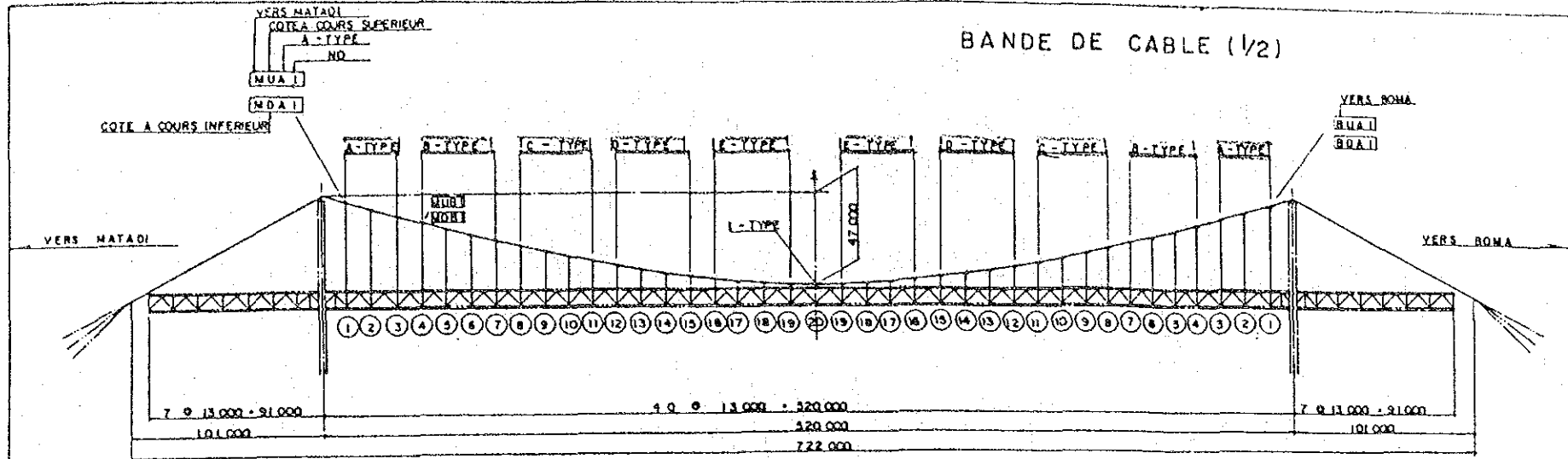
30 boulons, encore, 5 sont de force axiale inférieure à 20 tonnes. La cause en est encore inconnue, bien que l'erreur de mesure soit prise en considération.

Etant donné que la sécurité des bandes de câble est assurée dans l'ensemble de boulons, la réduction de force axiale d'une partie de boulons n'est pas à craindre. Néanmoins, il est naturel que l'on désire l'absence de dispersion de force axiale dans l'ensemble de boulons. De ce point de vue, il est conseillé de rechercher désormais des boulons particuliers et de procéder à leur resserrage aussitôt que possible.

D'autre part, pour 14 des 466 boulons, la force axiale est encore supérieure à 70 tonnes, et cette tendance est peu naturelle, vu le taux de réduction global, ceci d'autant plus que l'on constate, pour une partie de ces 14 boulons, une augmentation de force axiale par rapport à la valeur initiale. Nous considérons que ce phénomène aurait pour cause différentes erreurs de mesure ou bien toute distribution non uniforme de charge dans les bandes de câble ou encore toute relaxation de boulon. Dans tous les cas, il sera nécessaire de continuer l'observation de ces boulons particuliers.

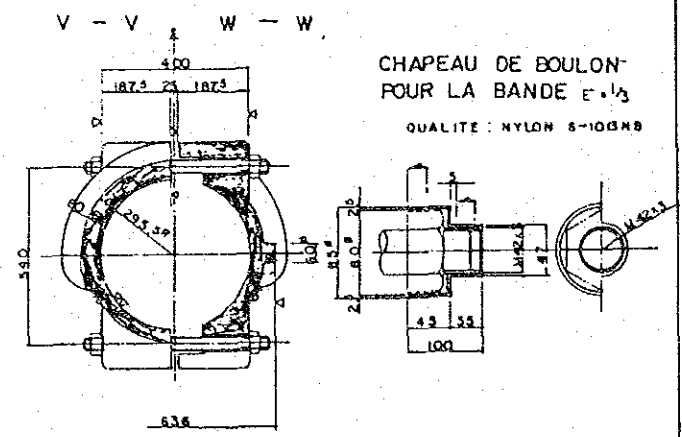
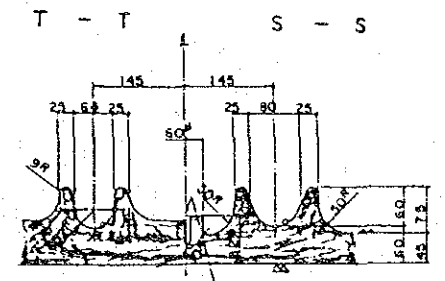


BANDE DE CABLE (1/2)



POINT DE SUSPENSION	TYPE	1er Ø	2nd Ø
1	A	0,3450	0,3258
2	A	0,3251	0,3066
3	B	0,2886	0,2694
4	B	0,2707	0,2517
5	C	0,2348	0,2156
6	C	0,2189	0,1998
7	C	0,1928	0,1738
8	C	0,1807	0,1617
9	D	0,1626	0,1445
10	D	0,1445	0,1264
11	E	0,1003	0,0803
12	E	0,0723	0,0543
13	E	0,0543	0,0362
14	E	0,0362	0,0183
15	L	0,0000	0,0000
16	L	0,0000	0,0000

VOIR AUTRES PLANS CONCERNES

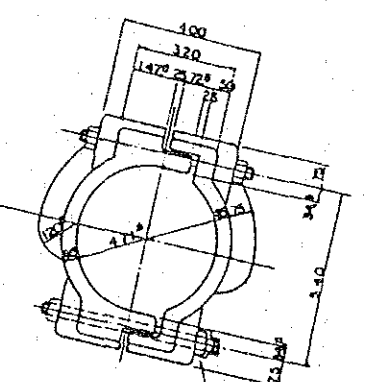
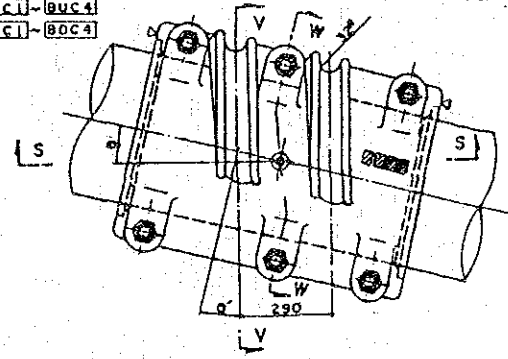
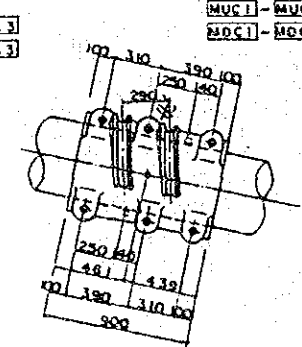
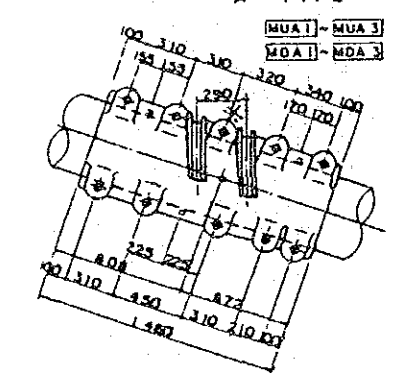


BANDE DE CABLE E-1/20

DETAIL DE BANDE E-1/10

A - TYPE QUALITE : SC 49

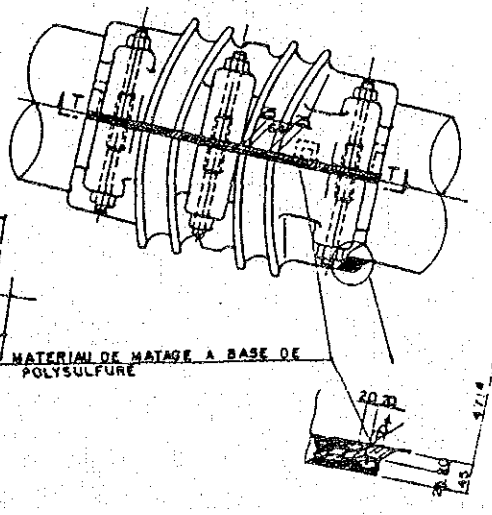
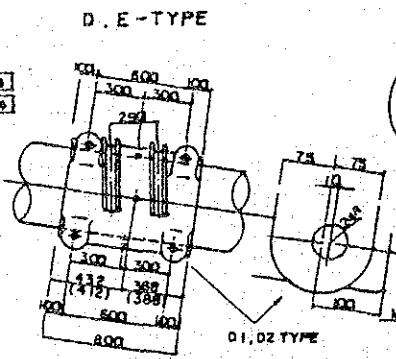
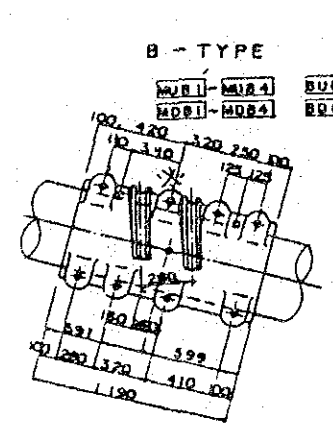
C - TYPE MUC1-MUC4 BUC1-BUC4 MOC1-MOC4 BOC1-BOC4



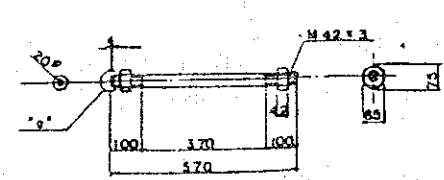
- NOTE
1. SAUF INDICATION CONTRAIRE, MATERIAUX SONT SS41
 2. LE CORPS DE BANDE ET LA GORGE RECEVANT LE CABLE DE SUSPENSION DOIVENT FORMER L'ANGLE α
 3. LA FORCE DE SERRAGE DE CONCEPTION DES BOULONS DE SERRAGE EST DE N = 70,0/BOULON

DETAIL "a" E-1/1

(BILLE D'ACIER DESTINEE A LA MESURE DE L'EXTENSION DU BOULON DE SERRAGE DE LA BANDE)



DETAIL DU BOULON DE SERRAGE E-1/10



- 1- Boul M42 x 3 x 570 (SC 4)
 - 2- Nut M 42 x 3 (S 50C)
- 0,250 - +0,363
+0,265 - +0,000

REV.	DESCRIPTION	APPR.	DATE
	REPONSEUR DU ZAPAS DEPARTEMENT DES TRANSPORTS ET COMMUNICATIONS ORGANISATION POUR L'EMBARQUEMENT DE BAHAMA-URUSHANA DIRECTION CHARGE DE PES ET PONT		
	CONSTRUCTEUR DU PORT SUR LE PLEIN PAYS A MATAOI		
BANDE DE CABLE (1/2)			
DESIGNE PAR	VERIFIE PAR	APPROUVE PAR	DATE
CONSTRUCTEUR ANCIEN REPRESENTS PAR INGENIERS-ARCHITECTES HEAVY INDUSTRIES CO. LTD.			ECHELLE 1/20 - 1/10 NO 5308

Il est impossible d'effectuer la mesure pour les boulons indiqués par la marque(*), car ils interfèrent avec les étais de câble de suspension.

(c) Opportunité de resserrage

Pour l'opportunité de resserrage de bandes de câble, il convient de prendre pour critère le moment où le coefficient de sécurité contre le glissement de bande de câble devient inférieur à 2,0 à l'exemple du Pont Kan-monkyo.

En tenant compte du trafic actuel, des prévisions d'augmentation et de la réserve du second projet (réalisation de route à 4 voies et de chemin de fer à voie unique) ainsi que des résultats de la présente étude, il ne sera pas nécessaire de procéder au resserrage des bandes de câble pour le moment. En revanche, du fait que la tendance de réduction de force axiale n'est pas encore déterminée, il faudra établir un système permettant:

- de pratiquer une mesure de force axiale pour 10 à 20% de l'ensemble de boulons chaque année d'une part, et pour l'ensemble de boulons tous les 5 ans d'autre part; et
- d'assurer ainsi une recherche prématurée d'anomalies de réduction de force axiale.

D'ailleurs, pour les boulons particuliers dont la force axiale est très faible, il convient d'en effectuer le resserrage dans les 1 à 2 ans.

4. Document Annex

(a) Tableau synoptique des résultats de mesure de force axiale des boulons pour bande de câble

A M O N T						A L A L					
BAND /NO	BOLT /NO	FORCE AXIALE(t)				BAND /NO	BOLT /NO	FORCE AXIALE(t)			
		Fev. '83	Dec. '83	Fev. '85	Taux de réduction			Fev. '83	Dec. '83	Fev '85	Taux de réduction
MUA1	569	70.8		45.4		MDA1	241	58.3	41.1	31.2	
	692	71.0		43.4			240	67.4	56.4	41.7	
	713	60.6		14.6	*		239	59.2	40.2	30.5	
	705	64.2		29.7	*		238	62.2	40.0	31.1	
	91	58.4		24.6	*		237	62.7	43.9	35.4	
	8	77.5		54.2			246	75.0	46.0	42.6	
	5	78.1		41.2			24	69.7	50.8	34.5	
	10	78.8		—			630	78.7		—	
	11	77.9		46.7			243	79.1	53.3	46.8	
	9	79.7		31.2			629	77.7	65.9	51.7	
	Moyenne	71.7		36.8	48.7%		69.0	48.6	38.4	44.3%	
MUA2	17	71.7		39.6		MDA2	252	58.2		34.6	
	18	62.1		29.3	*		248	59.4		31.8	
	19	59.8		25.5	*		251	62.1		35.0	
	20	60.0		23.9	*		250	64.6		35.6	
	21	69.1		37.7			249	76.4		50.6	
	12	78.3		54.6			256	73.7		68.4	
	13	72.6		46.2			254	76.4		51.2	
	14	68.6		—			255	79.6		—	
	15	78.3		48.4			247	79.8		55.9	
	16	77.2		56.0			253	77.7		56.5	
	Moyenne	69.8		40.1	42.6%		70.9		46.6	34.3%	
MUA3	27	70.8		30.4		MDA3	261	59.3		32.0	
	28	72.6		38.2			260	68.2		48.1	
	29	66.2		38.1			259	60.4		46.7	
	30	66.7		34.0			258	55.7		41.0	
	31	68.4		29.7	*		257	60.4		41.1	
	23	74.3		41.9			266	59.9		46.6	
	22	77.0		43.7			265	70.3		45.9	
	24	77.9		—			264	59.9		—	
	25	76.3		54.6			263	76.1		62.9	
	26	69.6		42.7			262	77.8		73.7	
	Moyenne	69.6		39.3	43.5%		64.8		48.7	24.8%	
MUB1	36	64.6		30.1		MDB1	270	57.7	49.6	40.2	
	37	61.1		32.5			269	55.7	41.8	26.6	*
	38	69.5		34.1			268	61.1	44.5	33.5	
	39	72.3		40.3			267	77.2	45.1	43.2	
	32	76.4		51.6			273	77.9	60.7	53.4	
	33	73.4		—			274	78.6		—	
	34	71.6		32.8			272	79.4	57.1	59.0	
	35	74.3		59.1			271	80.0	65.1	66.7	
		Moyenne	70.4		40.1		43.0%		71.0	52.0	46.1

COTE MATADI

A M O N T						A V A L					
BAND NO	BOLT NO	F O R C E A X I A L				BAND NO	BOLT NO	F O R C E A X I A L			
		Fev. '83	Dec. '83	Fev. '85	Taux de réduction			Fev. '83	Dec. '83	Fev. '85	Taux de réduction
MUB 2	43	64.6		37.0		MDB 2	278	54.7		39.4	
	44	72.7		31.3			277	62.7		47.2	
	45	77.4		36.5			276	64.2		46.7	
	47	75.1		47.4			275	73.9		54.0	
	40	78.9		46.6			282	78.6		70.4	**
	717	79.4		---			281	68.7		---	
	41	75.1		39.2			280	71.9		61.4	
	42	76.7		46.8			279	77.7		63.5	
		75.1		40.7	45.8%			69.1		54.7	20.8%
MUB 3	51	74.3		43.2		MDB 3	286	77.6		53.7	
	52	71.0		44.9			285	65.4		38.0	
	53	68.3		44.0			284	59.6		33.9	
	54	72.6		47.4			283	74.3		38.4	
	46	77.4		59.3			290	78.2		72.4	**
	48	79.7		---			289	79.7		---	
	49	78.3		36.4			288	62.3		44.7	
	50	74.6		40.3			287	79.6		69.1	
MUB 4		74.5		45.1	39.5%	MDB 4		72.1		50.0	30.7%
	59	64.7		35.9			294	62.9		40.9	
	60	53.9		36.2			293	62.7		40.9	
	61	60.6		40.7			292	66.3		32.7	
	62	64.2		45.8			291	57.1		37.3	
	55	79.2		56.3			295	72.7		61.1	
	56	59.7		---			296	73.8		---	
	57	73.7		46.4			297	58.4		34.2	
58	67.1		45.3		298	69.9		55.5			
		65.4		43.8	33.0%			65.5		43.2	34.0%
MUC 1	704	71.2		44.5		MDC 1	299	62.1	57.6	42.1	
	67	67.6		45.0			300	63.9	66.0	41.9	
	68	59.3		40.2			301	70.7	62.0	40.7	
	63	61.9		31.4			302	68.4	63.1	54.6	
	64	73.1		---			303	72.0		---	
	707	79.2		52.2			306	76.8	67.3	61.8	
MUC 2		68.7		42.7	37.8%	MDC 2		69.0	63.2	48.2	30.1%
	72	65.2		42.4			305	60.4		41.5	
	73	64.5		36.1			304	64.4		42.7	
	74	66.7		45.3			307	59.5		48.9	
	69	74.6		56.1			308	74.4		61.0	
	70	67.0		---			306	65.9		---	
		67.0		44.4	33.7%			66.8		51.9	22.3%

COTE MATADI

A M O N T						A V A L					
BAND NO	BOLT NO	FORCE AXIAL				BAND NO	BOLT NO	FORCE AXIAL			
		Fev. '83		Fev. '85	Taux de réduction			Fev. '83		Fev. '85	Taux de réduction
MUC3	77	75.9		44.7		MDC3	311	65.3		47.4	
	79	58.4		36.8			312	59.5		33.5	
	80	67.5		42.5			313	67.9		52.5	
	703	64.9		50.0			314	59.8		41.6	
	75	75.5		---			315	61.3		---	
	76	79.4		54.6			316	69.4		71.5	**
	Moyenne	70.3		45.7	35.0%		63.9		49.3	22.8%	
MUC4	84	70.1		45.4		MDC4	319	70.1		29.2	*
	85	62.2		35.6			318	63.0		40.2	
	86	78.5		53.2			317	67.9		25.7	*
	81	76.9		49.2			320	76.6		51.2	
	82	72.1		---			321	51.3		---	
	83	74.9		49.3			322	73.9		57.1	
		72.5		46.5	35.9%		67.1		40.7	39.3%	
MUD1	715	65.1		42.6		MDD1	326	76.3	72.4	61.4	
	693	60.2		39.0			323	58.0	55.0	46.2	
	698	77.8		67.8			324	78.5	65.6	58.8	
	697	73.1		77.0	**		325	74.9	61.6	55.2	
		69.1		56.6	18.1%		71.9	63.6	55.4	22.9%	
MUD2	93	53.9		48.1		MDD2	327	62.8		46.9	
	98	67.3		44.7			328	69.1		45.9	
	90	73.1		57.6			329	78.0		74.3	**
	92	80.0		57.2			330	65.6		57.7	
		68.6		51.9	24.3%		69.0		56.2	18.6%	
MUD3	96	61.6		42.1		MDD3	331	60.8		50.5	
	97	64.1		52.1			332	66.2		55.2	
	94	69.2		55.6			333	75.6		63.1	
	95	70.0		51.6			334	73.2		57.3	
		66.2		50.4	23.9%		69.0		56.5	18.1%	
MUD4	101	63.1		50.4		MDD4	336	66.9		56.9	
	102	68.0		57.2			335	55.6		39.1	
	99	73.5		67.0			338	78.0		70.2	**
	100	69.0		56.4			337	72.8		40.3	
		68.4		57.8	15.5%		68.3		51.6	24.5%	
MUE1	105	67.1		56.5		MDE1	353	79.1		48.9	
	106	64.8		44.8			354	74.6		48.2	
	87	74.1		51.6			351	77.0		58.6	
	104	74.4		65.4			352	75.4		58.3	
		70.1		54.6	22.1%		76.5		53.5	30.1%	

COTE MATADI et CENTRE

A M O N T					A V A L						
BAND NO	BOLT NO	FORCE AXIAL			Taux de réduction	BAND NO	BOLT NO	FORCE AXIAL			Taux de réduction
		Fev. '83		Fev. '85				Fev. '83		Fev. '85	
MUE2	109	67.8		42.8		MDE2	349	70.4		46.0	
	110	69.2		44.0			350	---		48.0	
	107	73.0		59.4			347	75.4		51.0	
	108	77.7		54.4			348	---		66.5	
	Moyenne	71.9		50.2	30.2%			72.9		52.9	27.4%
MUE3	113	56.1		40.0		MDE3	345	64.4		45.8	
	114	78.2		56.7			346	65.1		51.1	
	111	79.4		62.1			343	76.3		70.7	**
	112	72.4		53.8			344	60.1		41.7	
		71.5		53.2	25.6%			66.5		52.3	21.4%
MUE4	117	67.7		51.2		MDE4	341	78.7		54.4	
	118	67.7		51.5			342	65.0		44.1	
	116	74.7		69.1			339	70.7		49.9	
	115	74.9		62.0			340	78.7		71.1	**
		71.3		58.5	18.0%			73.3		54.9	25.1%
C U I	659	63.3		41.9		C D I	633	70.1		51.7	
	660	75.9		40.6			634	64.7		39.0	
	661	54.1		37.2			635	64.8		35.2	
	662	62.6		37.9			636	57.6		30.4	
	663	56.4		35.6			637	54.4		25.1	*
	664	54.6		30.3			638	55.1		36.6	
	665	62.4		---			639	55.9		---	
	666	54.7		31.1			640	51.2		26.9	*
	667	67.4		45.5			641	---		37.7	
	668	55.6		31.2			642	57.5		24.4	*
	669	69.8		47.8			643	63.2		29.5	*
	670	58.3		34.8			644	61.3		42.7	
	671	64.3		45.2			645	64.5		35.6	
	672	52.5		21.7	*		646	57.0		25.1	*
	673	53.6		10.0	*		647	57.6		26.5	*
	674	62.2		22.3	*		648	54.7		22.3	*
	675	---		---			649	---		---	
	676	---		---			650	---		---	
	677	---		---			651	---		---	
	678	60.3		41.0			652	60.5		35.3	
679	---		---		653	---		---			
680	---		---		654	---		---			
681	---		---		655	---		---			
682	55.3		20.6	*	656	55.5		19.3	*		
683	58.3		31.6		657	63.7		31.0			
684	57.4		29.2	*	658	59.0		25.5	*		
		60.0		33.4	44.3%			59.4		31.6	46.8%

COTE BOMA

A M O N T					A V A L						
BAND NO	BOLT NO	FORCE AXIAL (t)				BAND NO	BOLT NO	FORCE AXIAL (t)			
		Fev. '83		Fev. '85	Taux de réduction			Fev. '83		Fev. '85	Taux de réduction
BUA 1	124	83.4	64.0	59.7		BDA 1	360	64.5	36.4		
	125	79.4	60.0	45.9			361	72.1	25.3	*	
	126	70.8	48.3	33.5			362	67.0	38.3		
	716	84.9	64.7	53.8			363	69.9	42.7		
	128	85.1	64.1	53.8			364	72.2	47.3		
	119	76.8	68.2	52.9			355	80.5	63.0		
	120	85.0	74.0	55.7			356	65.2	37.3		
	121	80.9	—	—			357	68.6	—		
	122	74.5	67.5	54.3			358	64.4	34.2		
	123	74.9	70.7	62.8			359	67.7	46.9		
	Moyenne	97.6	64.6	52.5	34.0%		69.2	41.3	40.3%		
BUA 2	134	74.2		52.1		BDA 2	370	71.4	41.6		
	135	76.5		51.4			371	66.1	37.3		
	136	73.6		51.0			372	65.3	46.0		
	137	60.4		38.3			373	69.0	41.3		
	138	74.7		51.5			374	69.9	47.9		
	129	82.4		74.6	**		365	72.3	51.0		
	130	71.7		52.7			366	78.3	53.6		
	131	68.4		—			367	71.2	—		
	127	70.9		49.6			368	70.4	43.8		
	133	79.8		73.3	**		369	80.0	64.6		
		73.1		54.9	24.9%		71.4	47.5	33.5%		
BUA 3	144	64.4		43.8		BDA 3	380	70.6	44.1		
	145	68.3		44.4			381	64.0	38.4		
	146	62.8		44.3			382	61.4	41.6		
	147	58.1		42.2			383	62.1	37.9		
	148	56.7		47.9			384	63.9	43.6		
	139	70.4		61.5			375	74.8	54.6		
	140	70.0		50.2			376	69.6	52.7		
	141	77.4		—			377	73.6	—		
	142	67.7		49.5			378	80.0	48.5		
	143	75.0		68.3			379	75.6	58.0		
		67.1		50.5	24.7%		69.6	46.6	33.0%		
BUB 1	153	58.1	46.2	40.2		BDB 1	389	71.3	42.6		
	154	59.6	49.5	40.2			390	56.0	22.9	*	
	155	73.0	60.0	46.6			391	63.1	35.8		
	156	70.6	61.3	53.1			392	75.2	47.4		
	142	80.0	70.0	62.0			385	77.3	62.1		
	150	74.4	—	—			386	81.9	—		
	151	57.8	51.7	39.6			387	69.6	42.4		
	152	77.5	70.2	60.1			388	78.8	69.3		
		68.9	58.4	48.8	29.2%		71.6	46.1	35.6%		

COTE BOMA

A M O N T					A V A L						
BAND NO	BOLT NO	F O R C E A X I A L			Taux de réduction	BAND NO	BOLT NO	F O R C E A X I A L			Taux de réduction
		Fev. '83		Fev. '85				Fev. '83		Fev. '85	
BUB2	161	78.8		57.3		BDB2	397	71.4		47.7	
	162	65.4		34.8			398	77.0		42.6	
	163	72.5		10.4	*		399	78.2		41.7	
	164	74.7		34.6			400	78.0		51.4	
	157	79.1		59.0			393	77.5		44.0	
	158	70.1		—			394	73.6		—	
	159	72.9		51.0			395	76.4		43.6	
	160	79.6		56.1			396	77.0		57.3	
	Moyenne	74.1		43.3	41.6		76.1		46.9	38.4%	
BUB3	169	66.7		44.3		BDB3	405	62.2		39.1	
	170	78.8		54.4			406	65.6		34.5	
	171	69.3		41.5			407	70.6		41.9	
	172	77.4		65.2			408	69.6		46.5	
	165	76.6		63.1			401	79.6		61.5	
	166	74.4		—			402	75.9		—	
	167	58.6		44.2			403	68.2		34.8	
	168	75.7		56.3			404	72.2		44.5	
		72.2		52.7	27.0%		70.5		43.3	38.6%	
BUB4	177	57.4		60.1		BDB4	413	68.7		37.2	
	178	74.7		25.6	*		414	72.9		44.5	
	179	63.9		46.4			416	68.0		39.9	
	180	69.1		51.2			415	71.0		46.8	
	173	80.0		69.6			409	77.3		52.0	
	174	75.7		—			410	74.5		—	
	175	64.2		51.8			411	72.6		43.0	
	176	63.4		50.0			412	66.8		43.8	
		68.6		50.7	26.1%		71.5		43.9	38.6%	
BUC1	184	78.4	68.1	57.7		BDC1	420	79.4		48.1	
	185	59.7	46.5	41.1			421	60.8		32.7	
	186	77.5	69.6	60.7			422	68.7		38.1	
	181	78.3	67.4	59.0			417	79.8		57.4	
	182	67.9		—			418	78.0		—	
	183	78.4	73.5	63.3			419	72.9		47.8	
		73.4	65.0	56.4	23.2%		73.3		44.8	38.9%	
BUC2	190	64.2		42.7		BDC2	426	64.2		44.4	
	191	59.4		35.1			427	64.0		40.6	
	192	78.3		35.7			428	66.4		45.5	
	187	78.6		63.7			423	61.9		49.3	
	188	75.3		—			424	64.6		—	
	189	73.5		53.4			425	71.9		35.1	
		71.6		46.1	35.6%		65.5		43.0	34.4%	

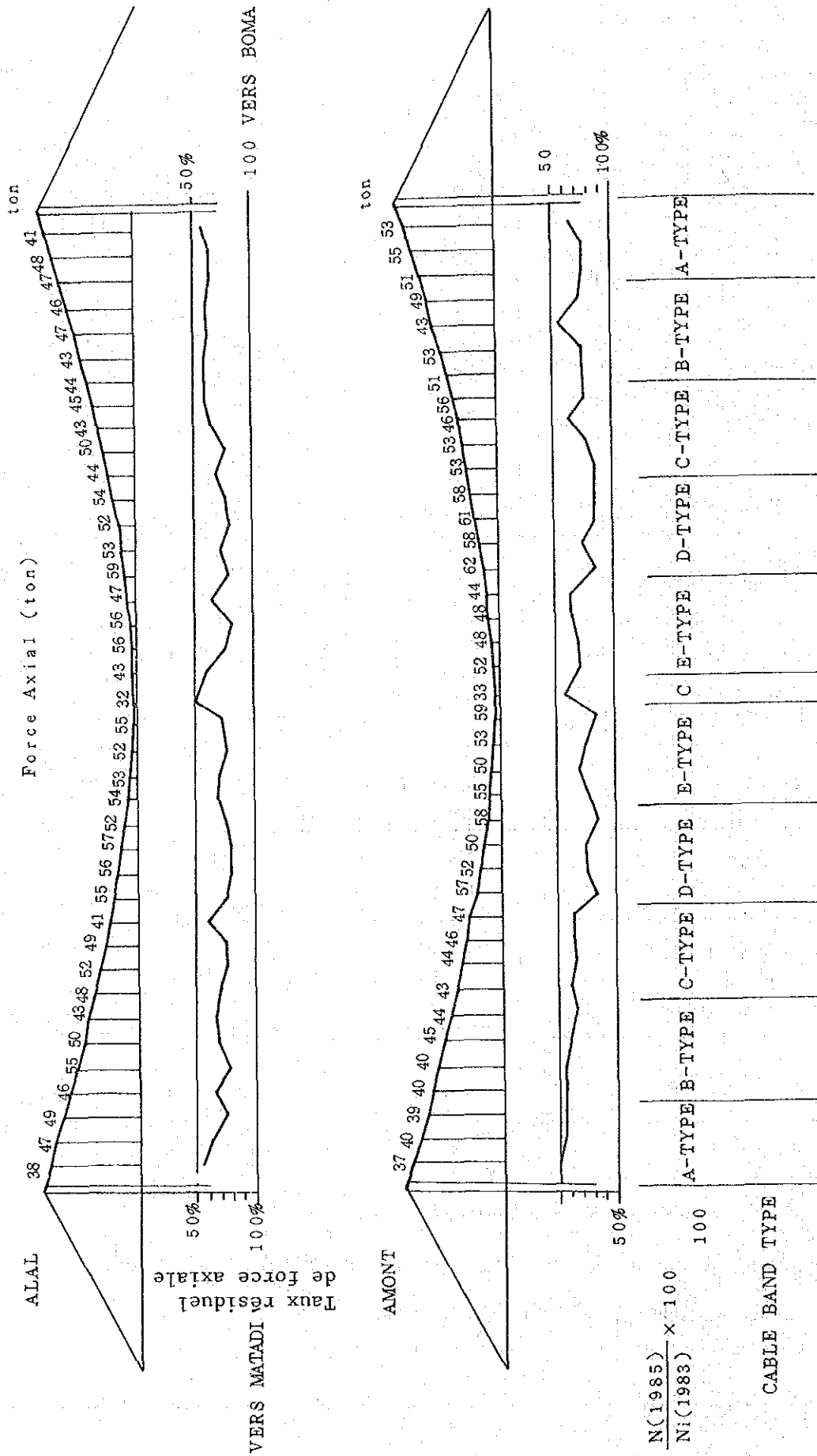
COTE BOMA

AMONT					AVAL						
BAND NO	BOLT NO	FORCE AXIAL			Taux de réduction	BAND NO	BOLT NO	FORCE AXIAL			Taux de réduction
		Feb. '83		Feb. '85				Feb. '83		Feb. '85	
BUC3	196	55.9		41.1		BDC3	432	62.9		48.3	
	194	62.5		47.8			433	53.9		37.4	
	198	63.2		43.5			434	63.8		43.4	
	193	73.1		62.6			429	76.6		65.2	
	197	75.4		—			430	65.5		—	
	195	76.4		70.5	**		431	—		56.3	
	Moyenne	67.8		53.1	21.7%		64.5		50.1	22.3%	
BUC4	203	60.9		46.3		BDC4	438	54.9		37.4	
	202	54.7		37.8			439	57.2		33.0	
	204	71.0		54.0			440	62.1		40.7	
	199	65.8		62.4			435	71.6		52.9	
	200	61.5		—			436	—		—	
	201	68.6		65.5			437	66.3		53.3	
		63.8		53.2	16.6%		62.4		43.5	30.3%	
BUD1	207	68.8	63.5	56.2		BDD1	443	64.5		46.3	
	208	71.0	69.1	58.7			444	64.5		48.4	
	205	69.1	62.6	50.4			441	78.0		67.4	
	206	66.5	70.8	65.8			442	69.8		55.3	
		68.9	66.5	57.8	16.1%		69.2		54.4	21.4%	
BUD2	211	78.8		63.3		BDD2	447	56.5		40.6	
	212	63.9		55.8			448	74.0		60.4	
	209	77.0		67.4			445	53.2		47.2	
	210	73.4		57.2			446	73.9		58.4	
		73.3		60.9	16.9%		64.4		51.7	19.7%	
BUD3	215	78.0		51.5		BDD3	451	71.7		53.1	
	216	72.6		50.0			452	61.8		45.3	
	214	79.8		70.3	**		449	77.8		59.0	
	213	75.4		58.1			450	71.4		53.0	
		76.5		57.5	24.8%		70.7		52.6	25.6%	
BUD4	219	70.2		47.0		BDD4	454	68.8		51.3	
	220	77.2		55.7			455	75.5		60.1	
	217	78.0		76.3	**		453	75.1		66.4	
	218	65.7		68.5			456	72.5		57.1	
		72.8		61.9	15.0%		73.0		58.7	19.6%	
BUE1	223	65.9		27.4	*	BDE1	459	54.8		33.8	
	224	70.2		41.4			460	78.3		52.9	
	221	70.8		49.5			457	69.8		50.6	
	222	64.4		56.5			458	74.5		49.6	
		67.8		43.7	35.5%		69.4		46.7	32.7%	

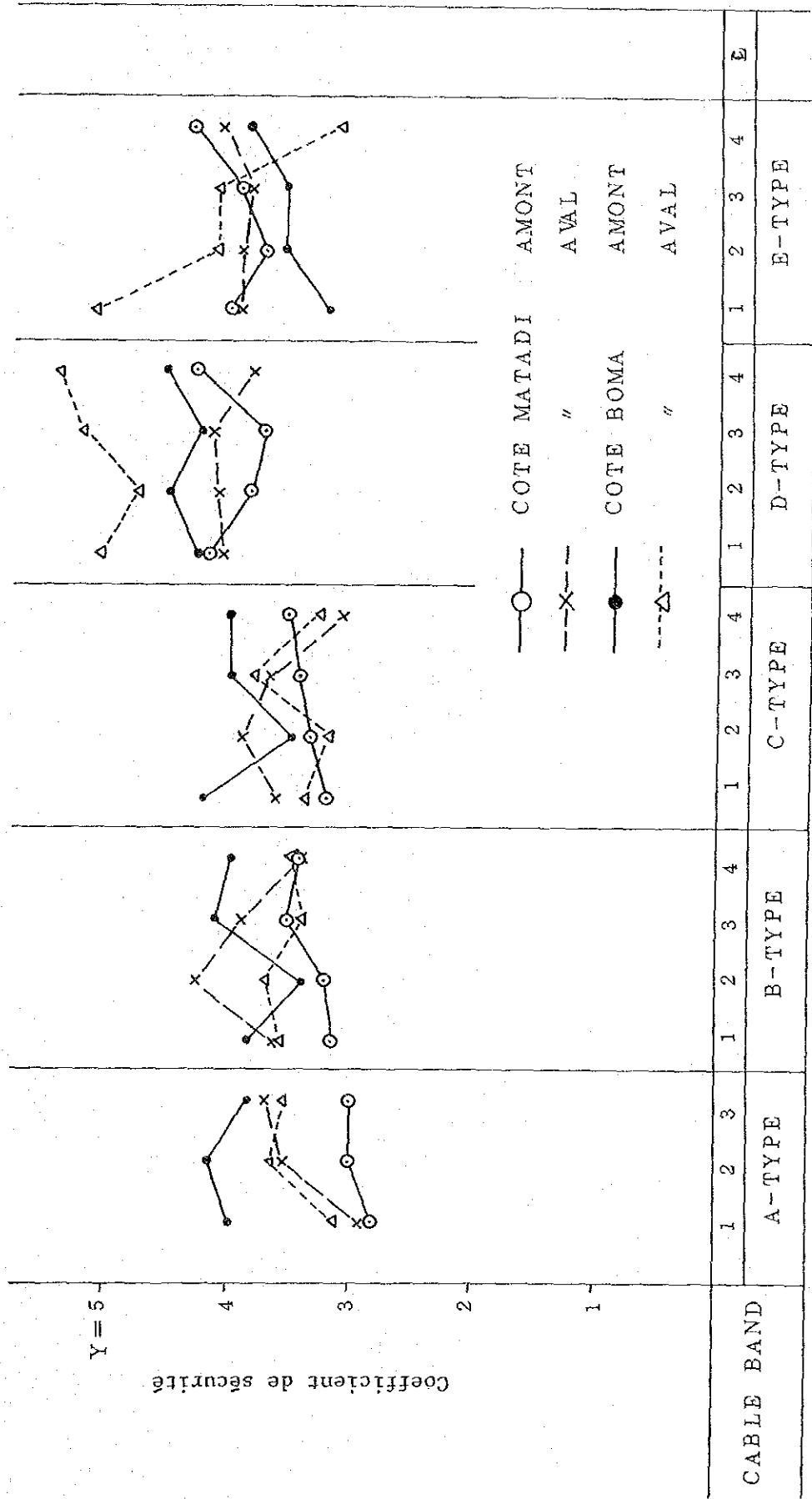
COTE BOMA

A M O N T					A V A L						
BAND /NO	BOLT /NO	F O R C E A X I A L				BAND /NO	BOLT /NO	F O R C E A X I A L			
		Fev. '83	Dec. '83	Fev. '85	Taux de réduction			Fev. '83	Dec. '83	Fev. '85	Taux de réduction
BUE2	227	72.9		38.4		BDE2	463	58.6		47.6	
	228	72.6		43.0			464	55.4		48.8	
	225	79.6		58.5			461	75.1		60.6	
	226	72.2		53.1			462	77.7		67.0	
	Moyenne	74.3		48.3	35.0%			66.7		56.0	16.0%
BUE3	231	61.2		37.2		BDE3	467	63.0		49.8	
	232	65.5		38.0			468	68.0		55.6	
	229	70.5		49.5			465	76.5		63.3	
	230	77.4		68.8			466	74.8		55.0	
		68.7		48.4	29.5%			70.6		55.9	20.8%
BUE4	235	66.5		51.9		BDE4	471	67.3		51.6	
	236	75.1		44.4			472	67.3		51.7	
	233	78.6		56.5			469	76.7		64.6	
	234	71.6		55.5			470	62.1		2.4	
		73.0		52.1	28.6%			68.4		42.6	37.7%
		n		\bar{x}	S			n		\bar{x}	S
A M O N T		233		47.4	11.99			233		46.8	11.86
		x (Fev. '83)		x (Fev. '85)		Taux de réduction					
Ensemble		69.3 ton		47.1 ton		32%					
<p>注) * Force axiale de boulon < 30 ton</p> <p> ** " ≥ 70 ton</p> $S = \sqrt{\frac{\sum x^2 - n \cdot \bar{x}^2}{(n-1)}} \quad \text{Ecart standard}$ <p>Nombre total des boulons: 524</p> <p>Nombre des boulons examinés: 466 (89%)</p> <p>Nombre des boulons non examinés: 58 (11%)</p>											

(b) Force axiale moyenne de chaque bande de câble(en t) et taux résiduel(en %)



(c) Coefficient de sécurité de chaque bande contre le glissement

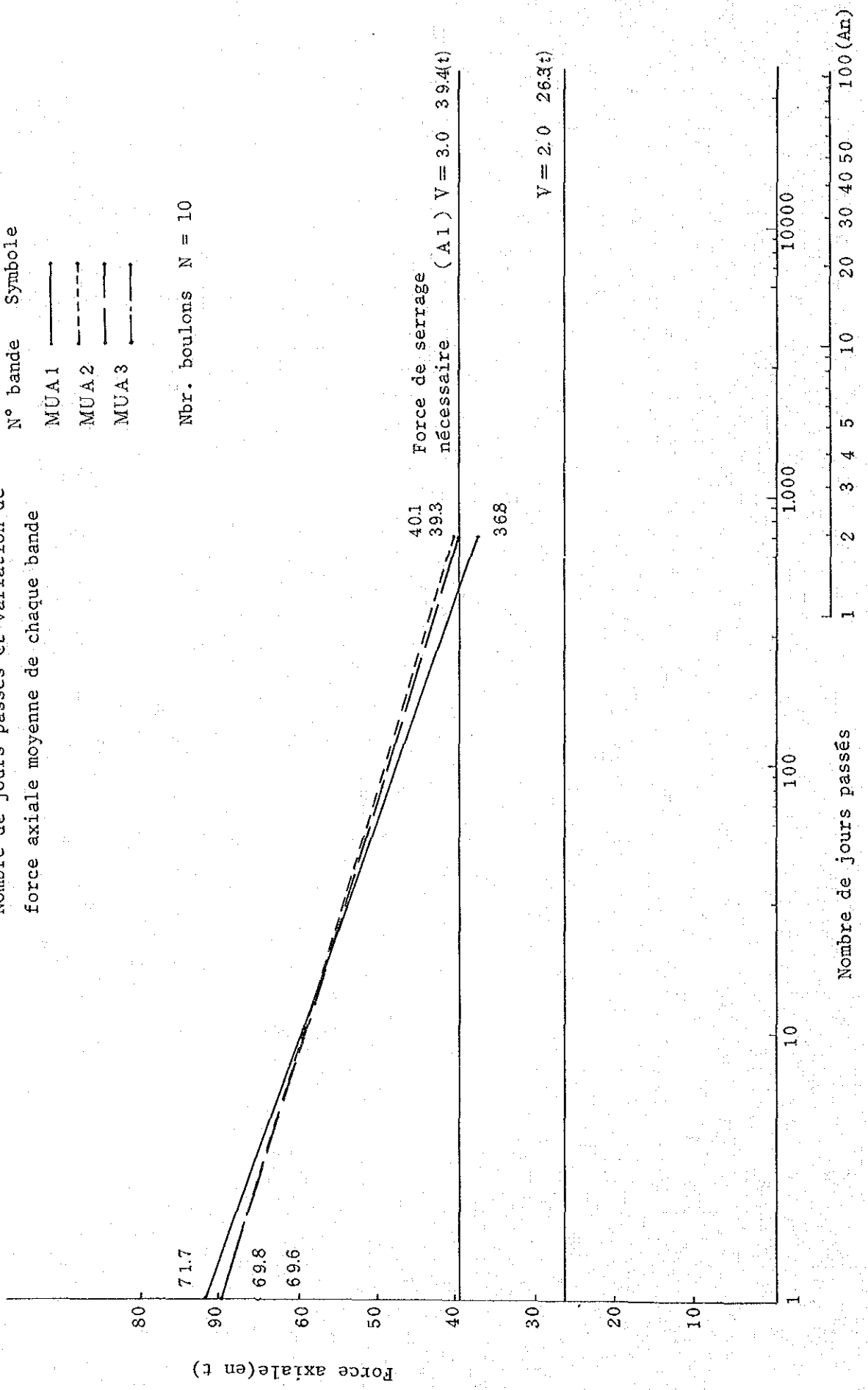


(d) Nombre de jours passés et variation de force axiale moyenne de chaque bande

Nombre de jours passés et variation de force axiale moyenne de chaque bande

N° bande	Symbole
MUA1	—
MUA2	- - -
MUA3	— · —

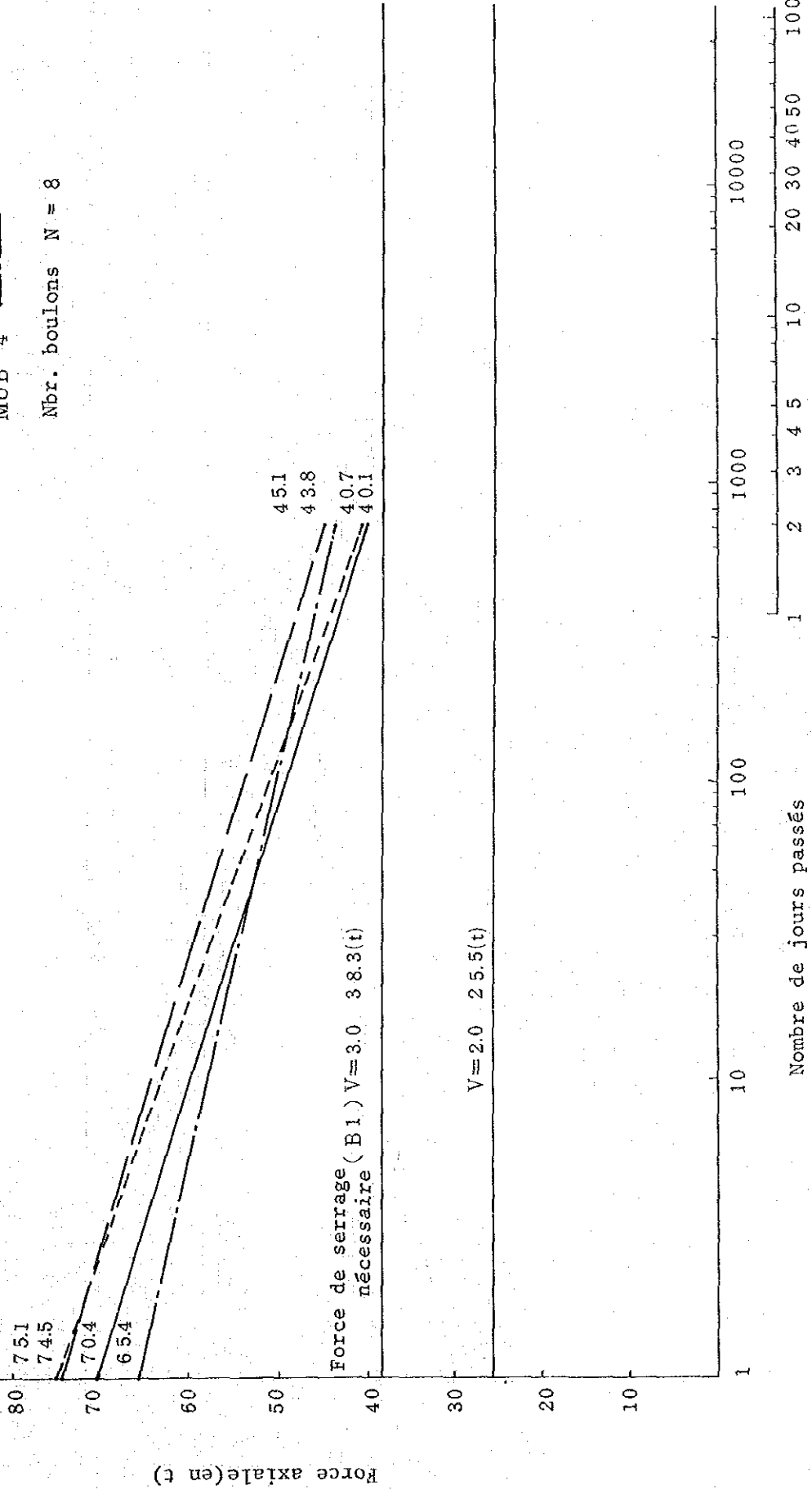
Nbr. boulons N = 10



Nombre de jours passés et variation de
force axiale moyenne de chaque bande

N° bande	Symbole
MUB 1	—
MUB 2	- - -
MUB 3	—
MUB 4	- - -

Nbr. boulons N = 8

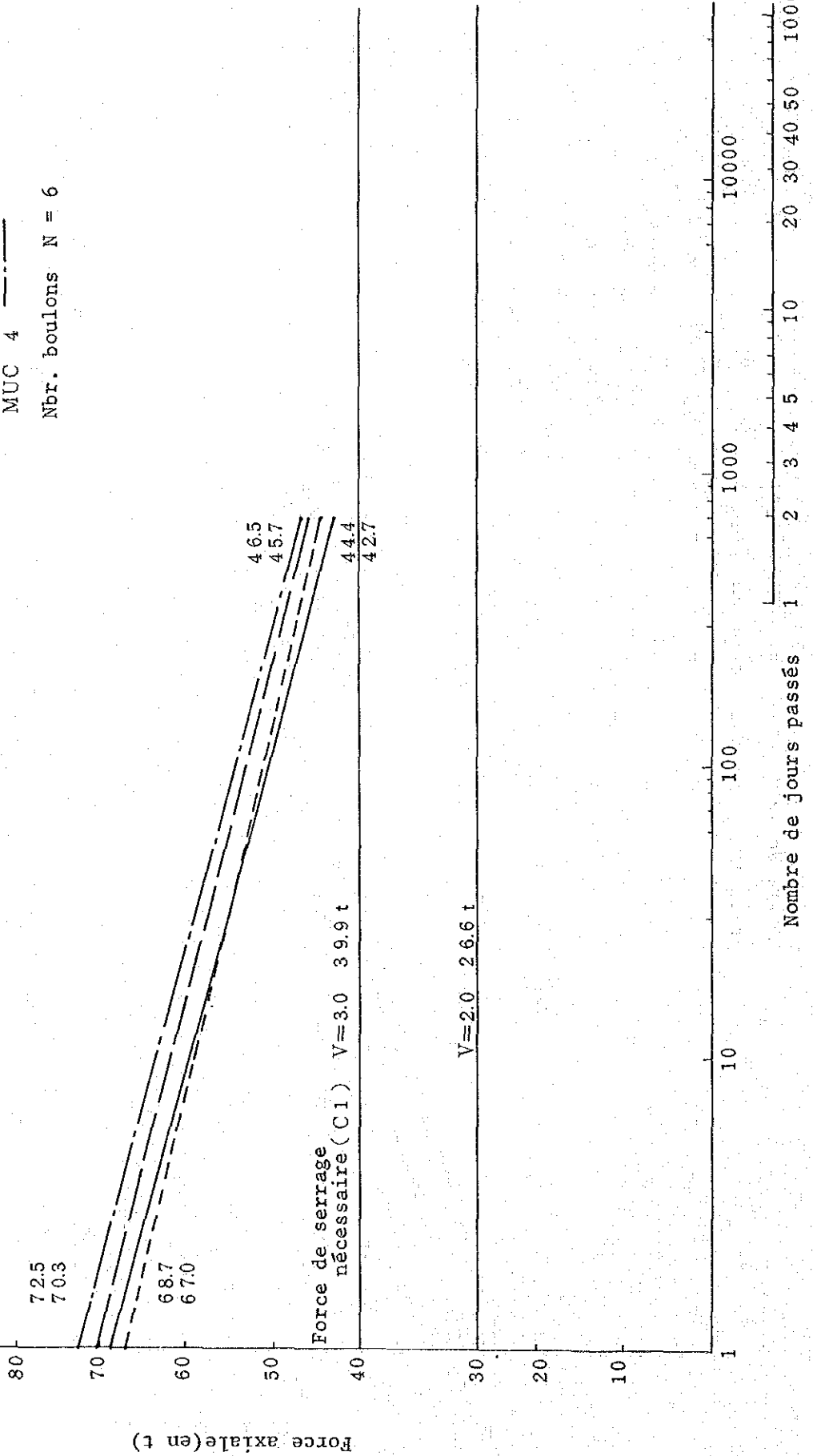


Nombre de jours passés et variation de
force axiale moyenne de chaque bande

N° bande Symbole

MUC 1 ———
MUC 2 - - - - -
MUC 3 ———
MUC 4 - - - - -

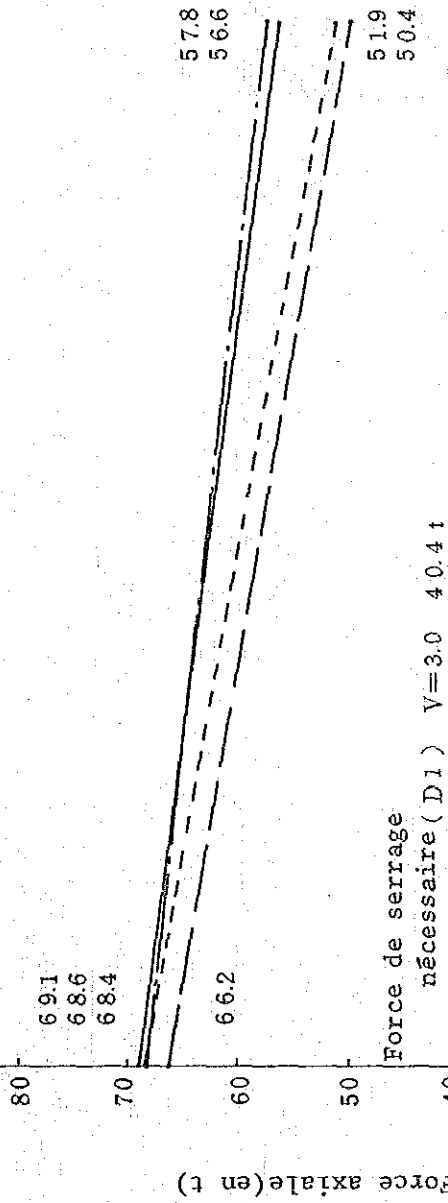
Nbr. boulons N = 6



Nombre de jours passés et variation de force axiale moyenne de chaque bande

N° bande	Symbole
MUD 1	—
MUD 2	- - -
MUD 3	—
MUD 4	- - -

Nbr. boulons N = 4



Force de serrage nécessaire (D1) V=3.0 40.4 t

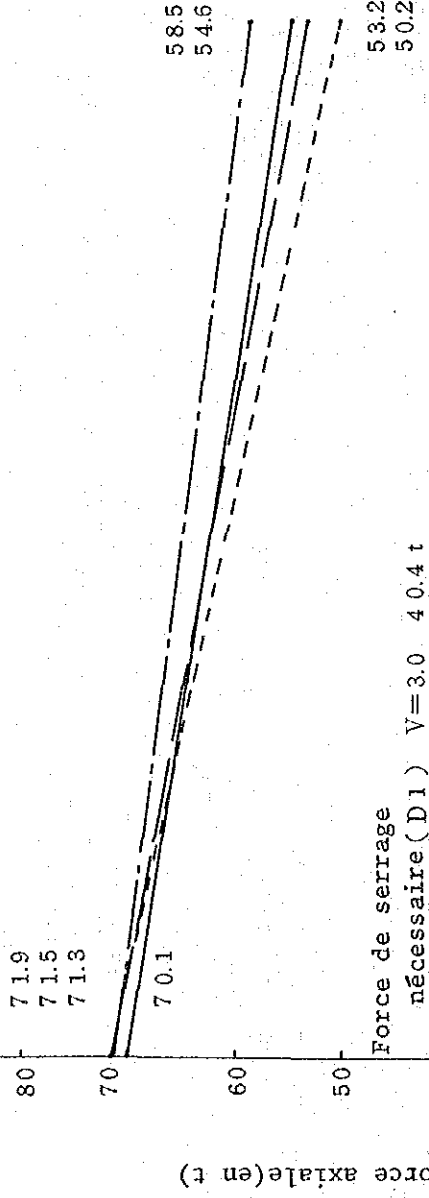
V=2.0 26.9 t



Nombre de jours passés et variation de force axiale moyenne de chaque bande

N° bande	Symbole
MUE 1	—
MUE 2	- - -
MUE 3	—
MUE 4	- - -

Nbr. boulons N = 4



Force de serrage nécessaire (D1) V=3.0 4 0.4 t

V=2.0 2 6.9 t

Nombre de jours passés 1 2 3 4 5 10 20 30 40 50 100 (An)

Nombre de jours passés et variation de
force axiale moyenne de chaque bande

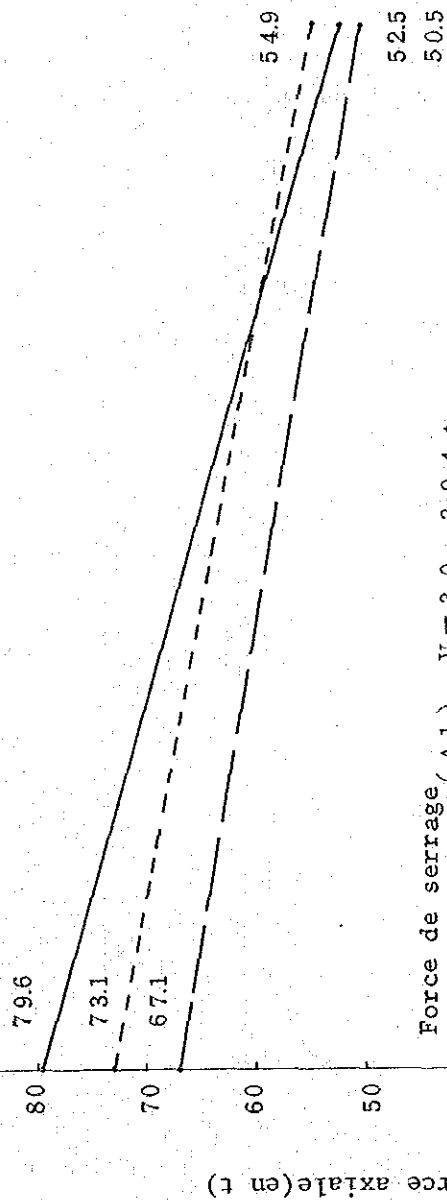
N° bande Symbole

BUA 1 ———

BUA 2 - - - - -

BUA 3 ———

Nbr. boulons N = 10



Force de serrage (A1) V = 3.0 3 9.4 t
nécessaire

V = 2.0 2 6.3 t

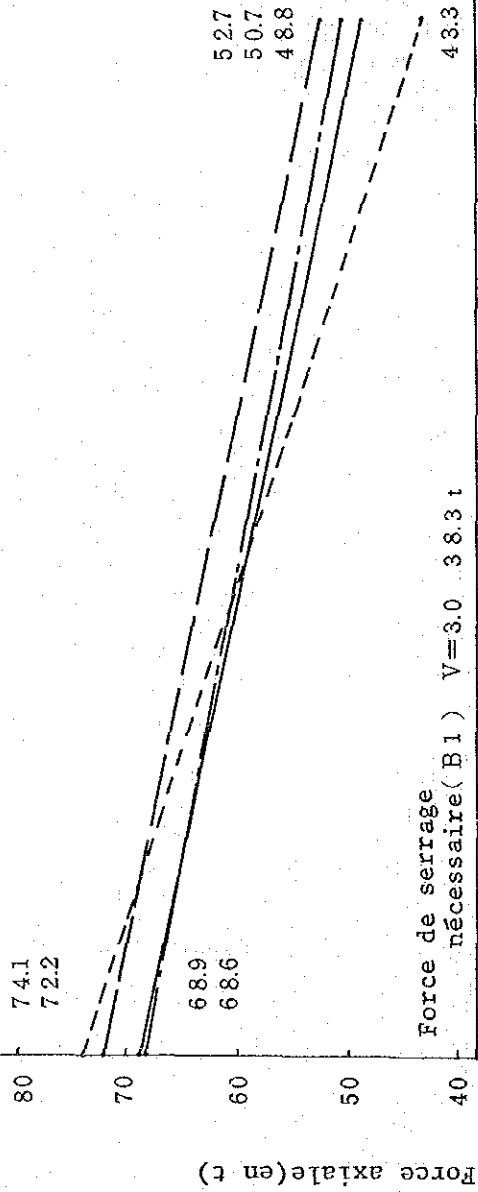
10 100 1000 10000
1 2 3 4 5 10 20 30 40 50 100 (An)

Nombre de jours passés et variation de
force axiale moyenne de chaque bande

N° bande Symbole

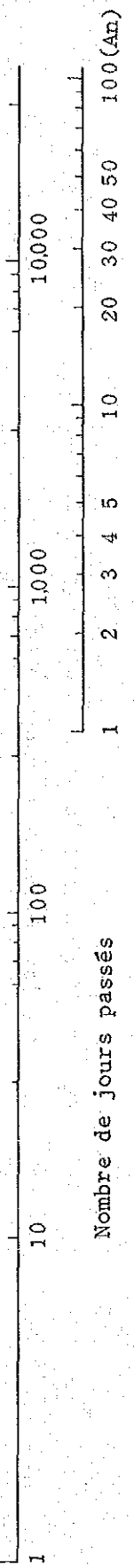
- BUB 1 ———
- BUB 2 - - - -
- BUB 3 ———
- BUB 4 - - - -

Nbr. boulons N = 8



Force de serrage
nécessaire (B1) V=3.0 38.3 t

V=2.0 25.5 t

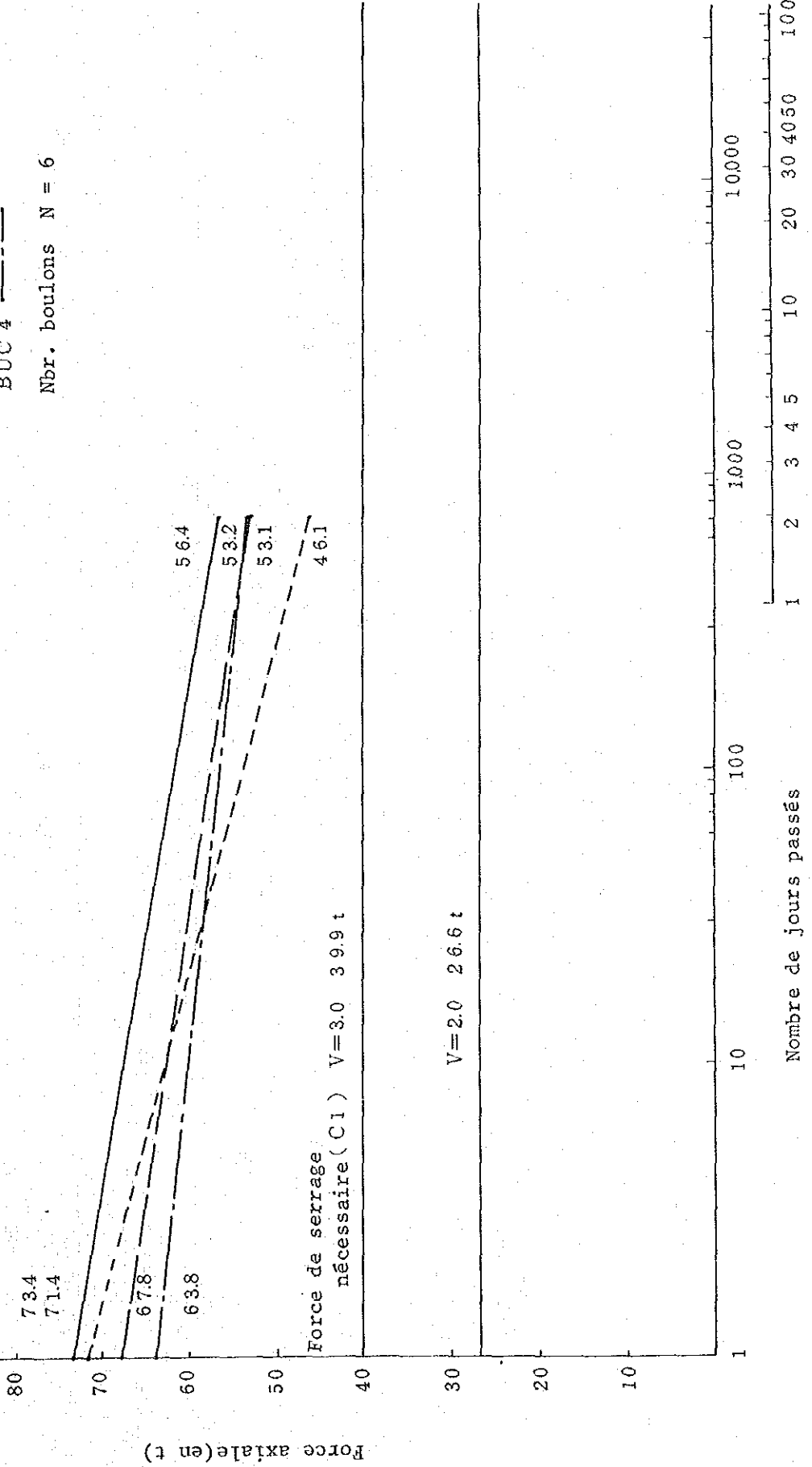


Nombre de jours passés et variation de
force axiale moyenne de chaque bande

N° bande Symbole

- BUC 1 ———
- BUC 2 - - - - -
- BUC 3 ———
- BUC 4 - - - - -

Nbr. boulons N = 6

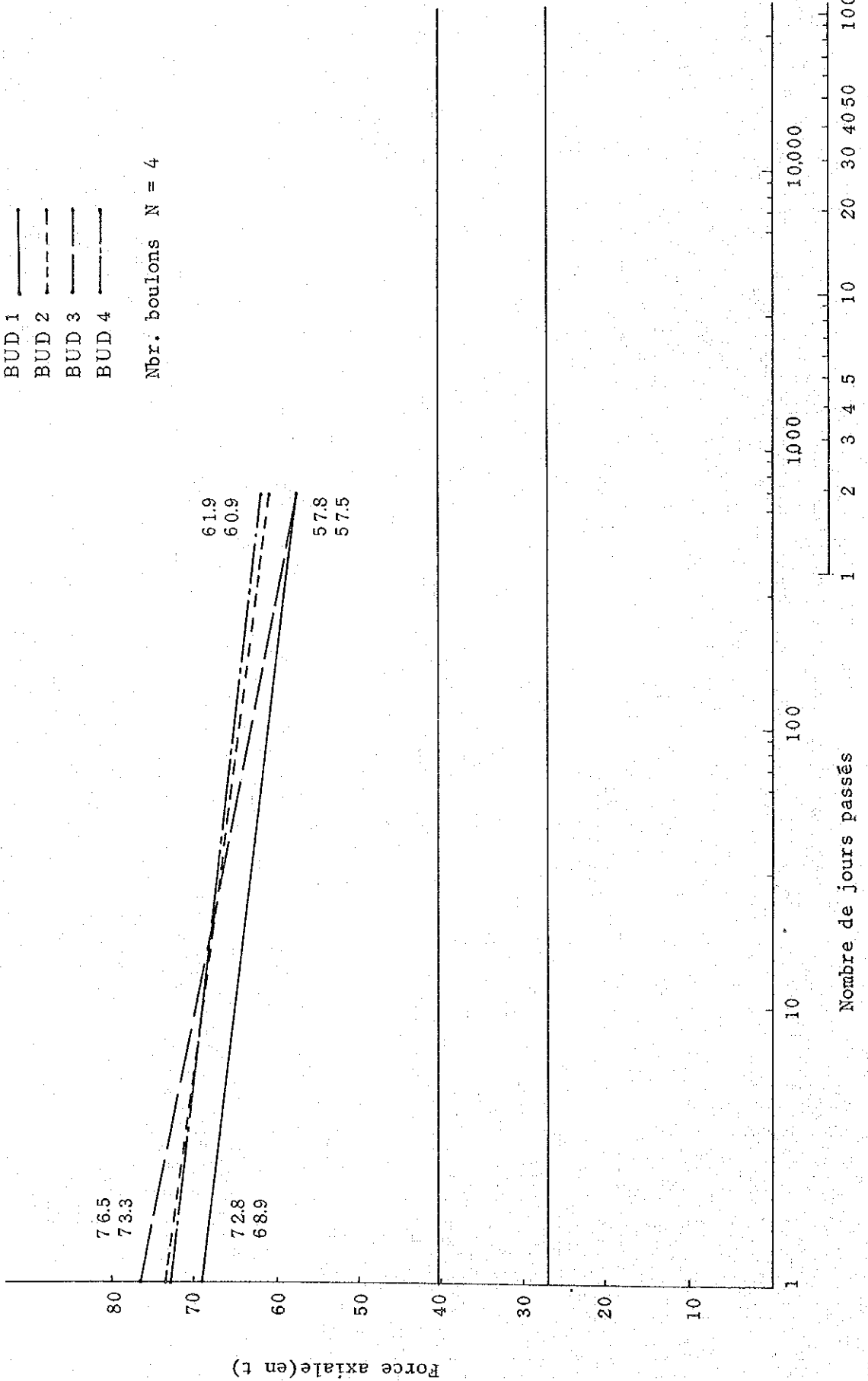


Nombre de jours passés et variation
de force axiale moyenne de chaque bande

N° bande Symbole

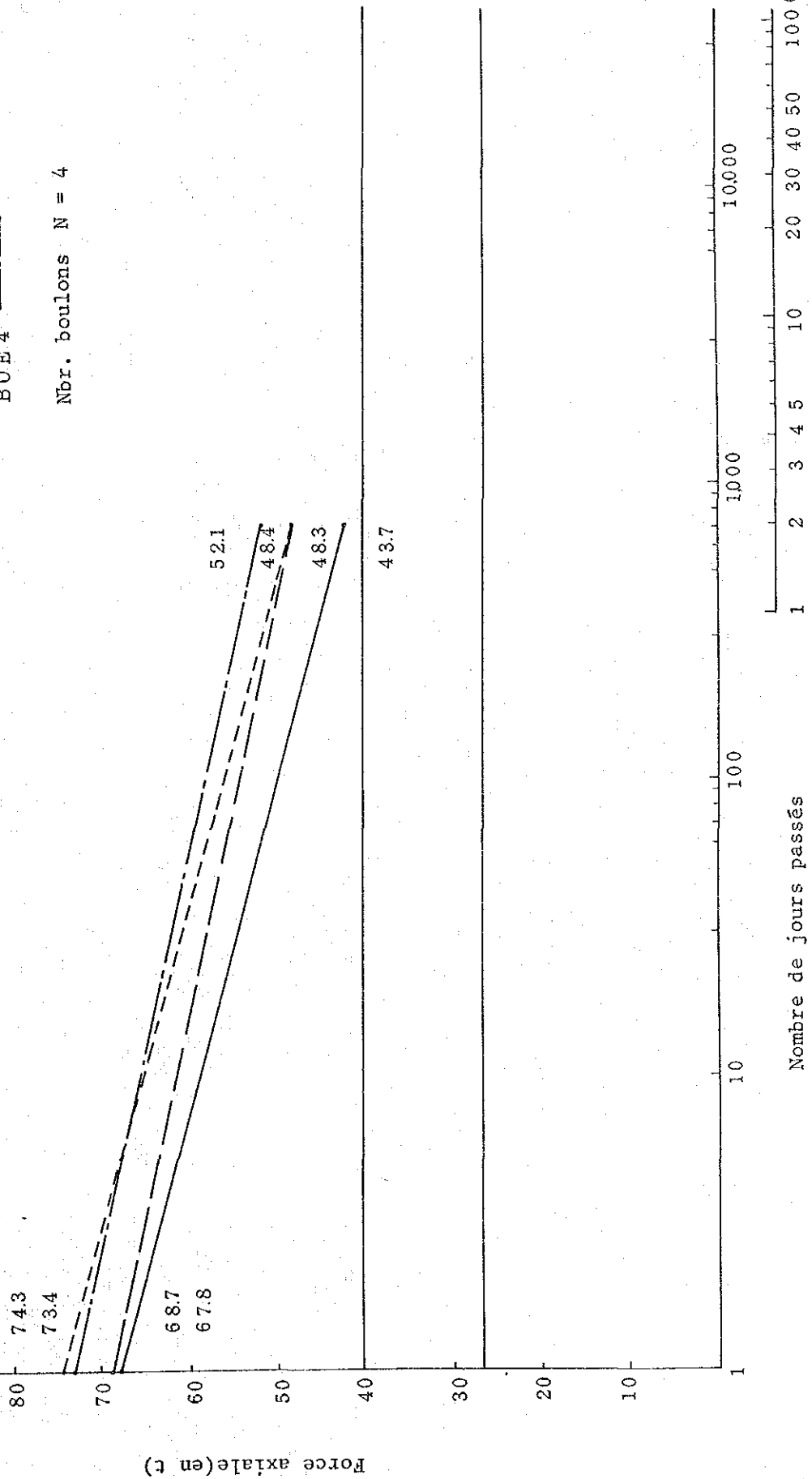
- BUD 1 ———
- BUD 2 - - - - -
- BUD 3 ———
- BUD 4 ———

Nbr. boulons N = 4



Nombre de jours passés et variation de
force axiale moyenne de chaque bande

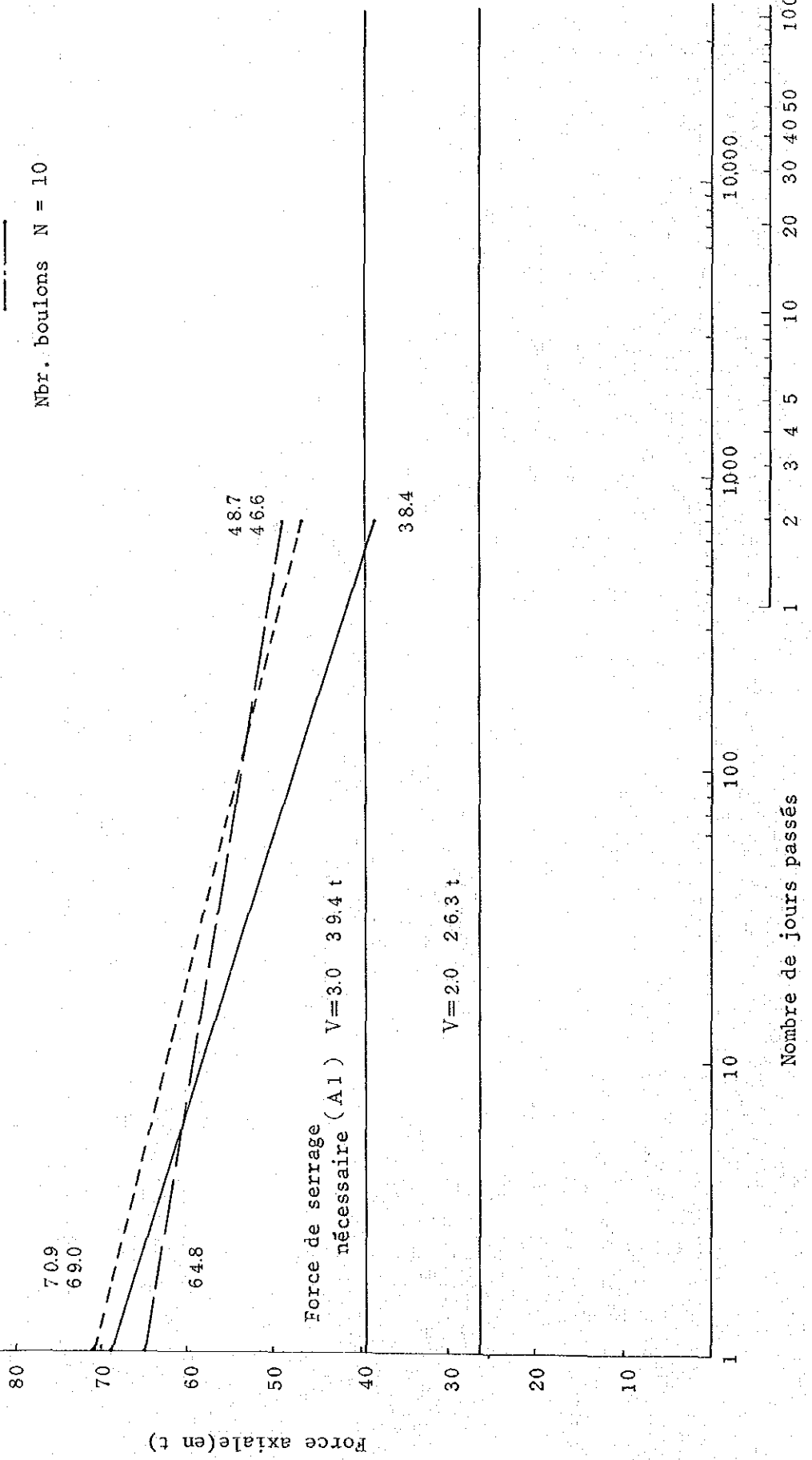
N° bande Symbole
 BUE 1 ———
 BUE 2 - - - -
 BUE 3 ———
 BUE 4 - - - -
 Nbr. boulons N = 4



Nombre de jours passés et variation de force axiale moyenne de chaque bande

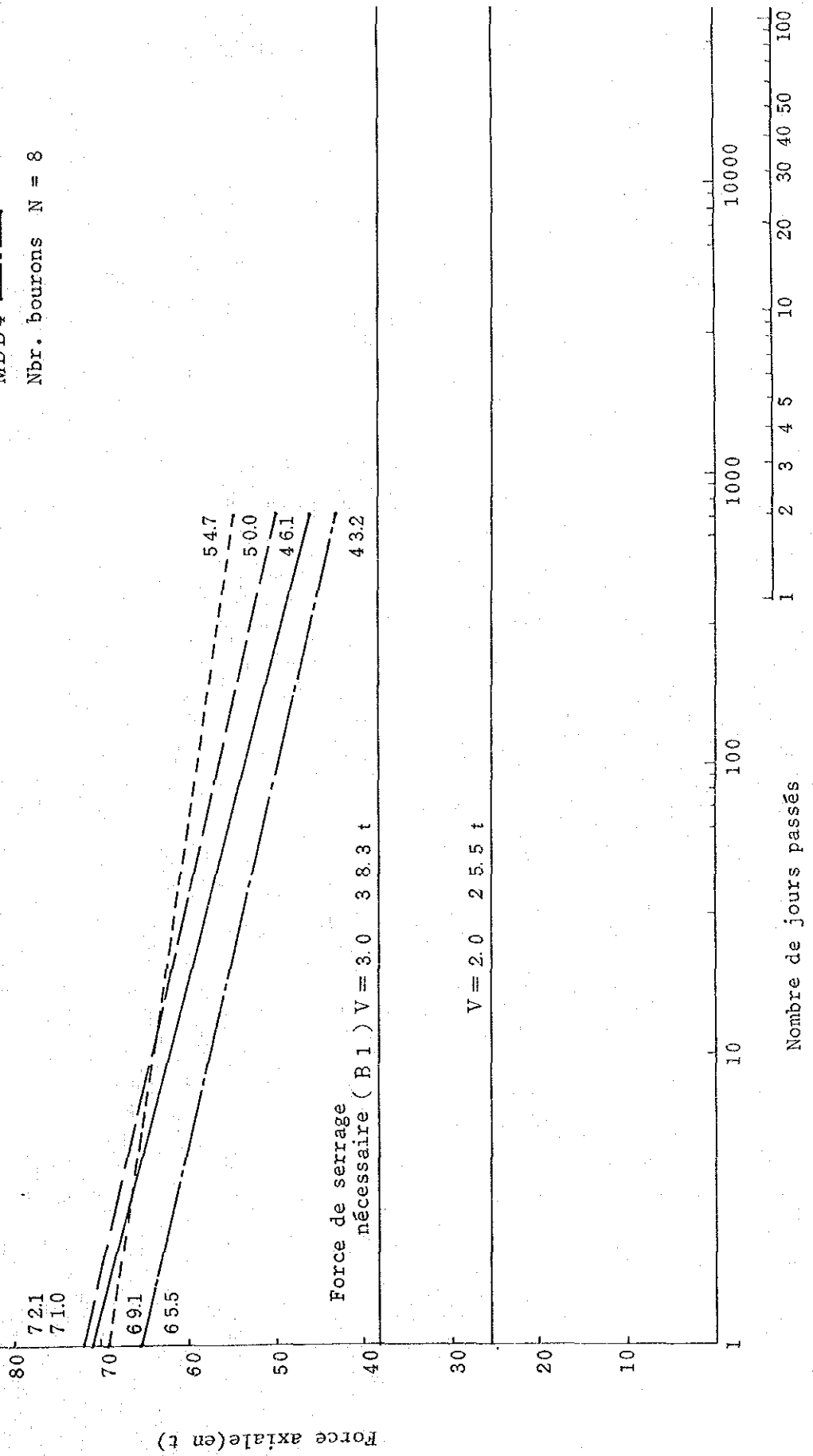
N° bande Symbole
 MDA 1 ———
 MDA 2 - - - -
 MDA 3 — · — ·

Nbr. boulons N = 10



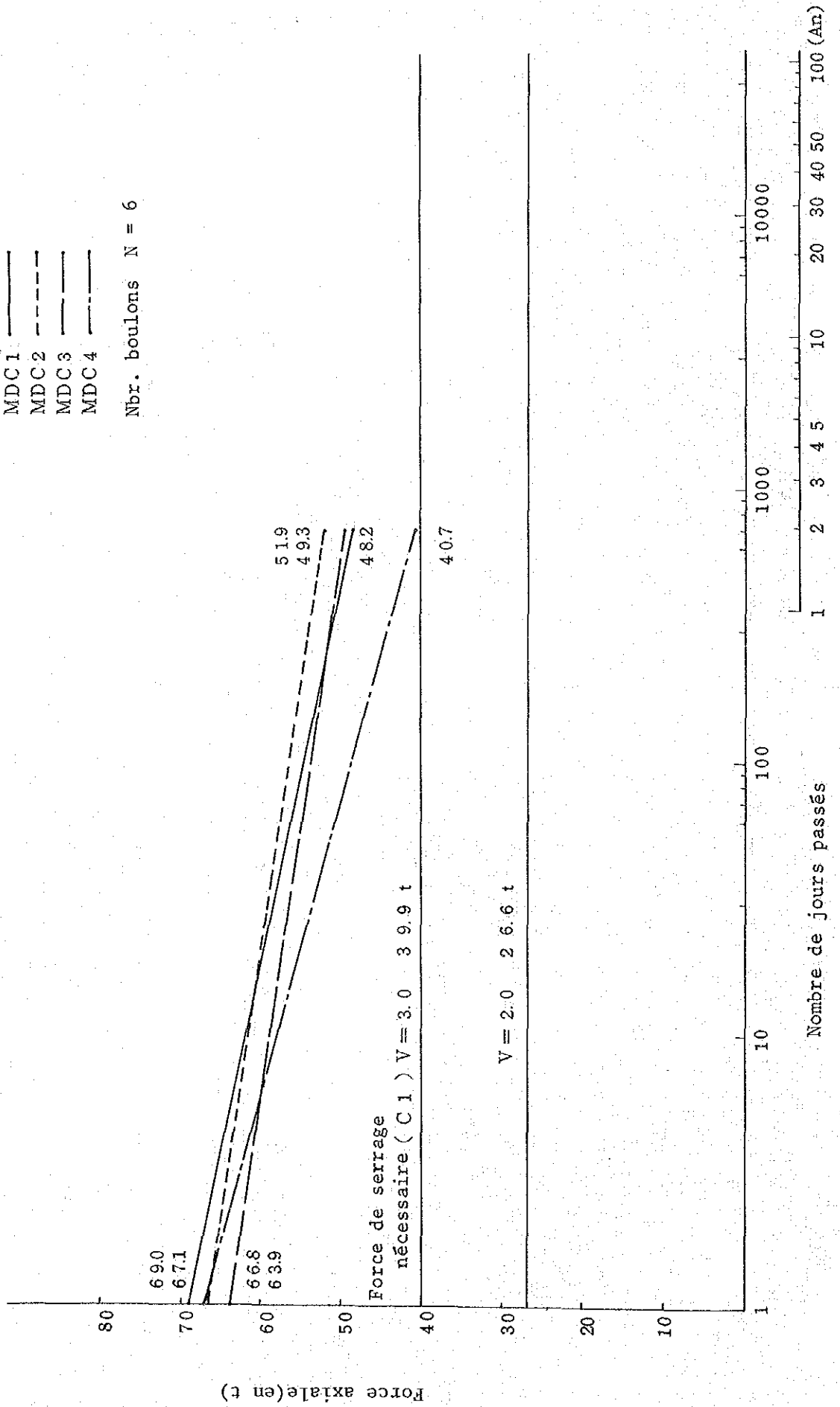
Nombre de jours passés et variation de
force axiale moyenne de chaque bande

N° bande Symbole
 MDB1 ———
 MDB2 - - - -
 MDB3 ———
 MDB4 - - - -
 Nbr. boursins N = 8



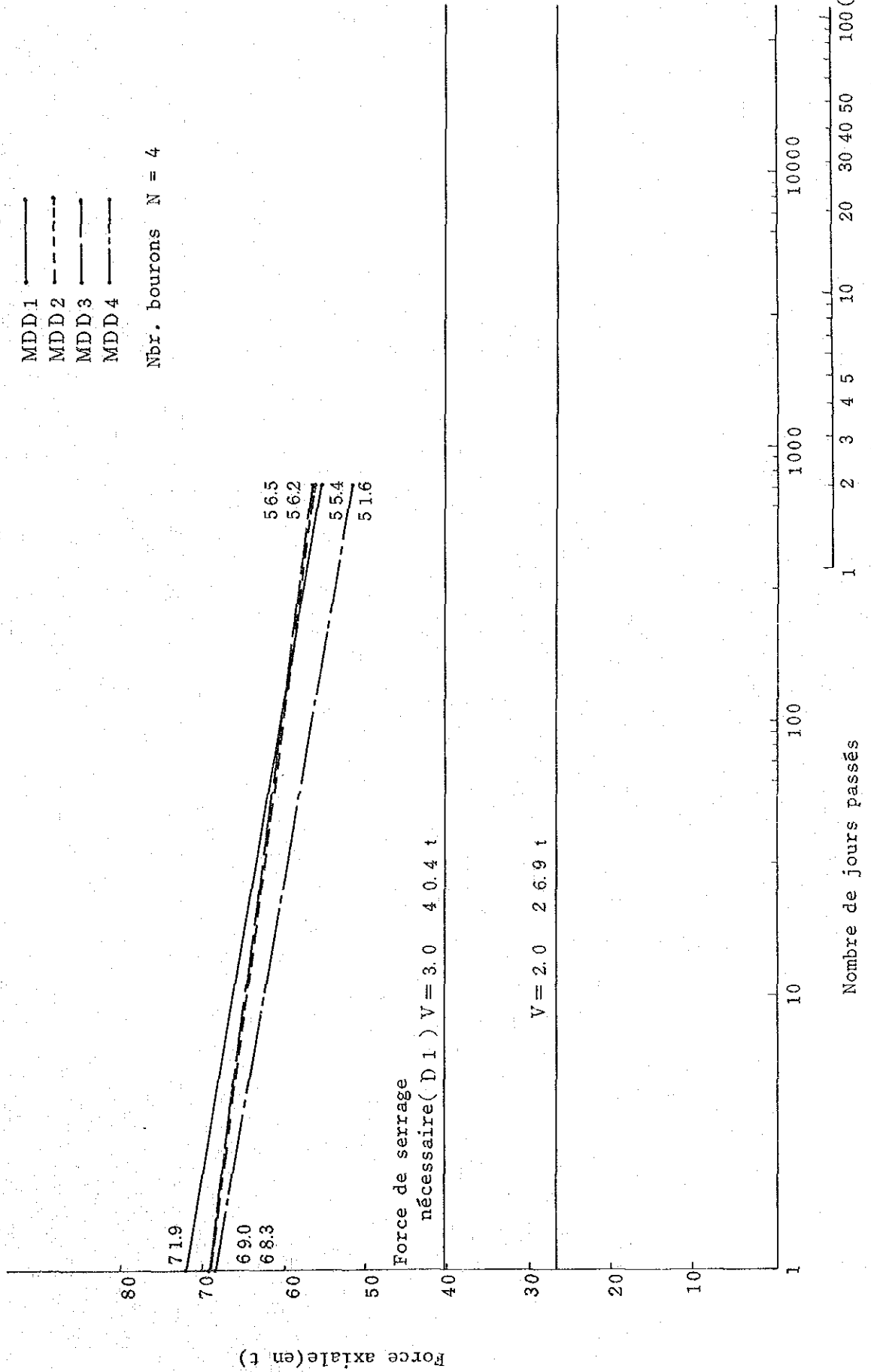
Nombre de jours passés et variation de
force axiale moyenne de chaque bande

N° bande Symbole
MDC1 ———
MDC2 - - - -
MDC3 ———
MDC4 - - - -
Nbr. boulons N = 6



Nombre de jours passés et variation de
force axiale moyenne de chaque bande

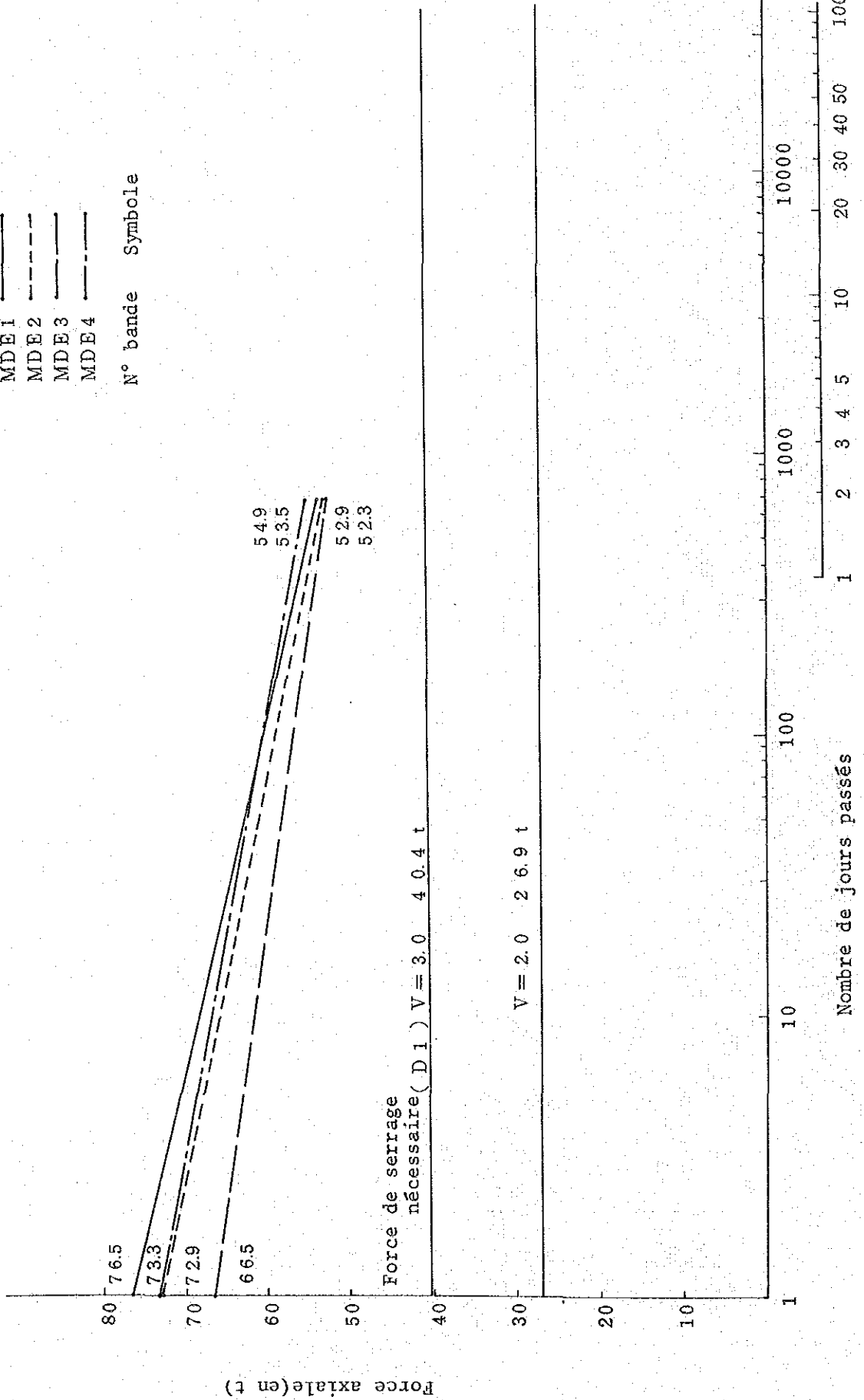
N° bande Symbole
MDD1 ———
MDD2 - - - -
MDD3 ———
MDD4 - - - -
Nbr. boursins N = 4



Nombre de jours passés et variation de
force axiale moyenne de chaque bande

N° bande	Symbole
MDE1	—
MDE2	- - -
MDE3	—
MDE4	- - -

N° bande	Symbole
----------	---------



Nombre de jours passés et variation de
force axiale moyenne de chaque bande

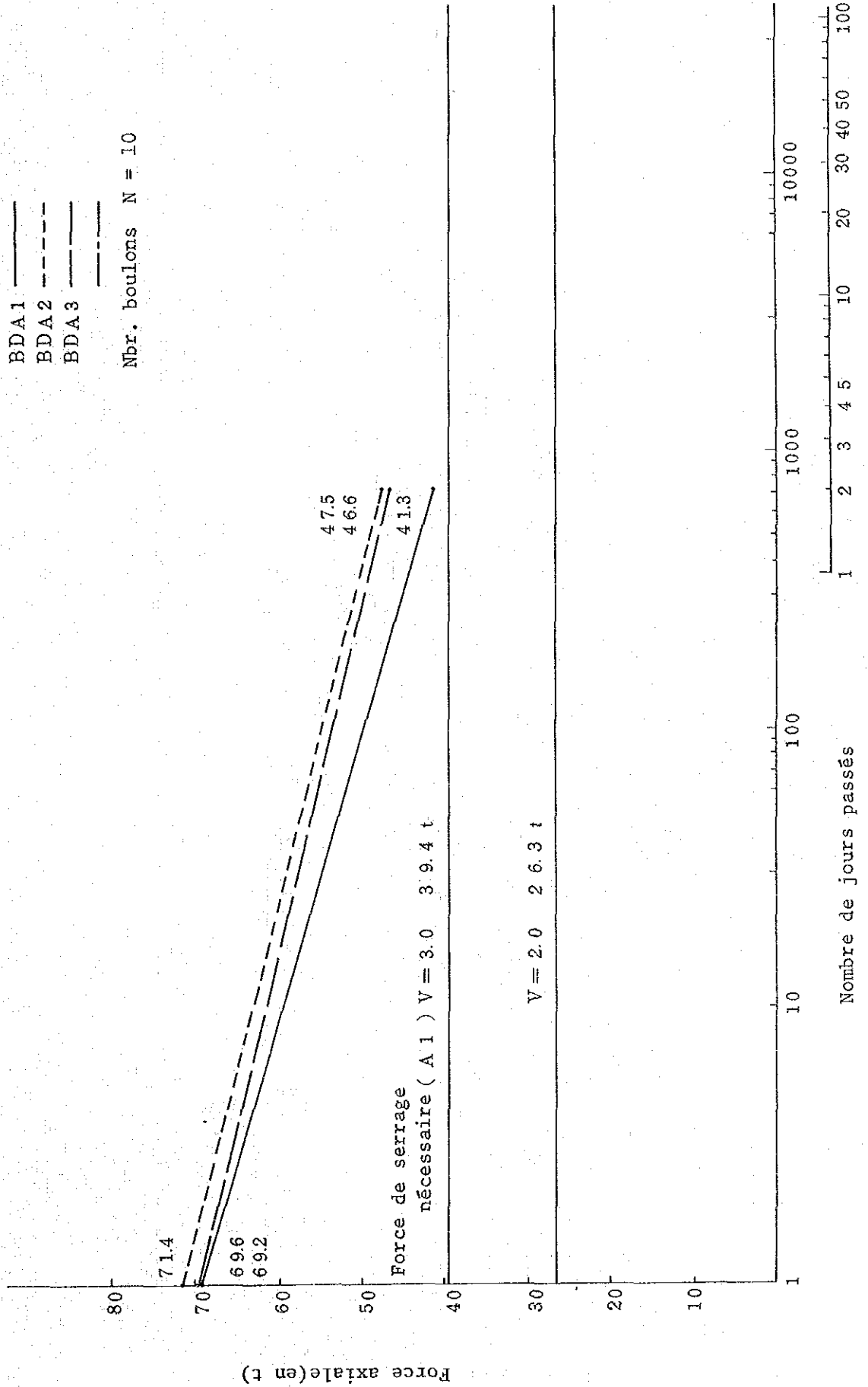
N° bande Symbole

BDA1 ———

BDA2 - - - - -

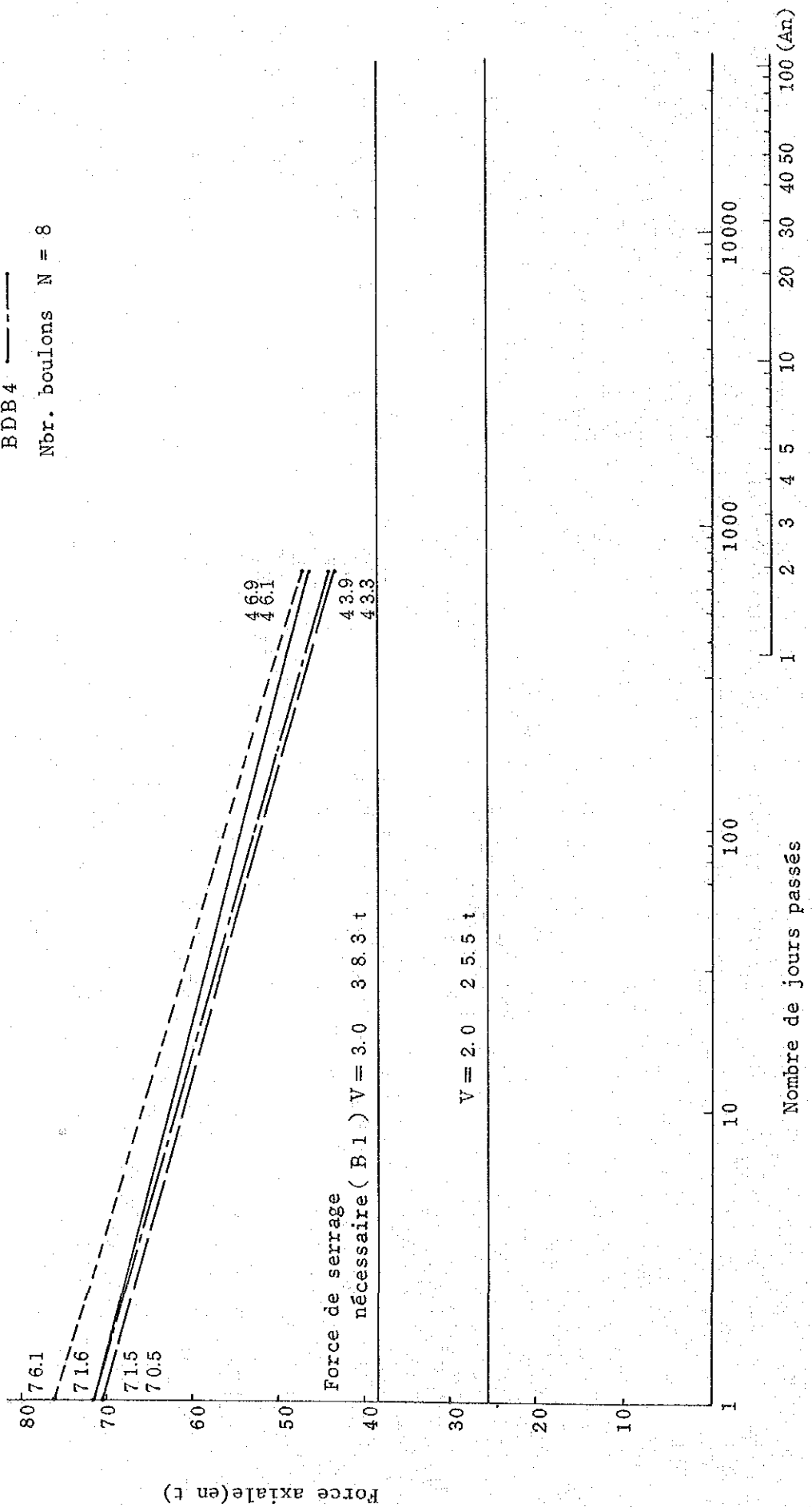
BDA3 ———

Nbr. boulons N = 10



Nombre de jours passés et variation de force axiale moyenne de chaque bande

N° bande Symbole
 BDB1 ———
 BDB2 - - - -
 BDB3 ———
 BDB4 - - - -
 Nbr. boulons N = 8



Nombre de jours passés et variation de
force axiale moyenne de chaque bande

N° bande Symbole

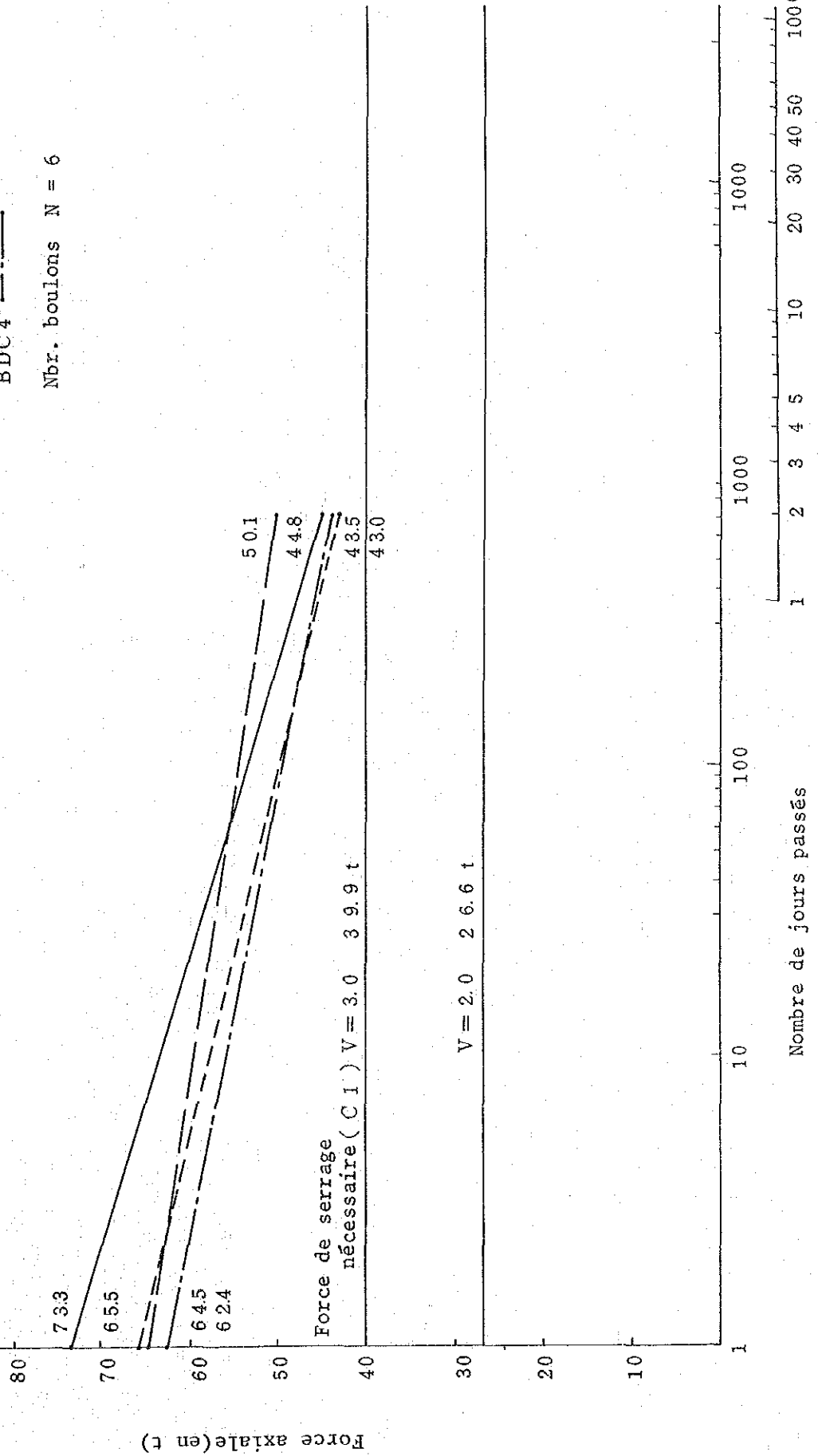
BDC1 ———

BDC2 - - - - -

BDC3 ———

BDC4 - - - - -

Nbr. boulons N = 6

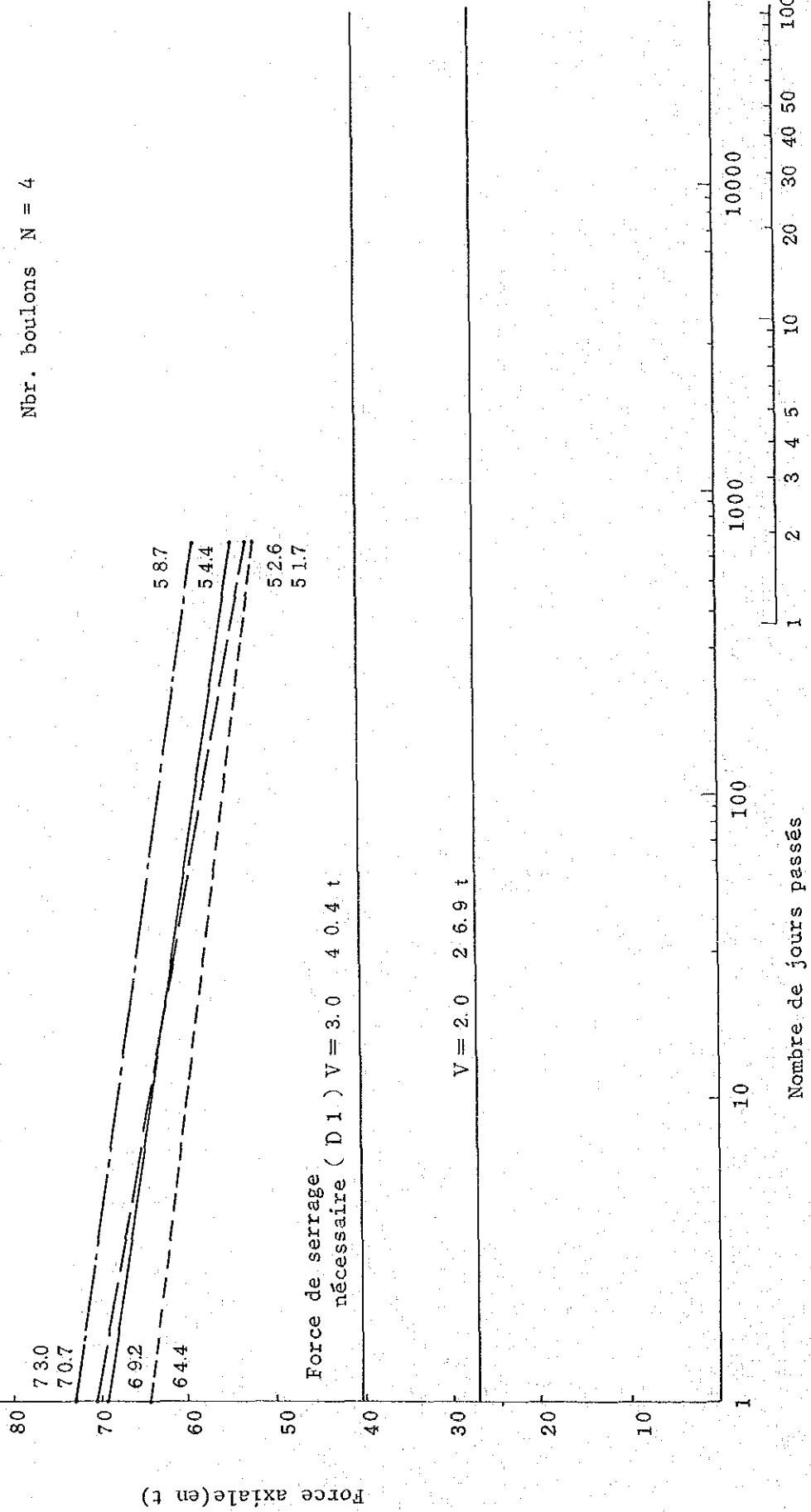


Nombre de jours passés et variation de
force axiale moyenne de chaque bande

N° bande Symbole

- BDD1 ———
- BDD2 - - - -
- BDD3 ———
- BDD4 - - - -

Nbr. boulons N = 4



Force de serrage (D 1) V = 3.0 4 0.4 t

V = 2.0 2 6.9 t

Force axiale (en t)

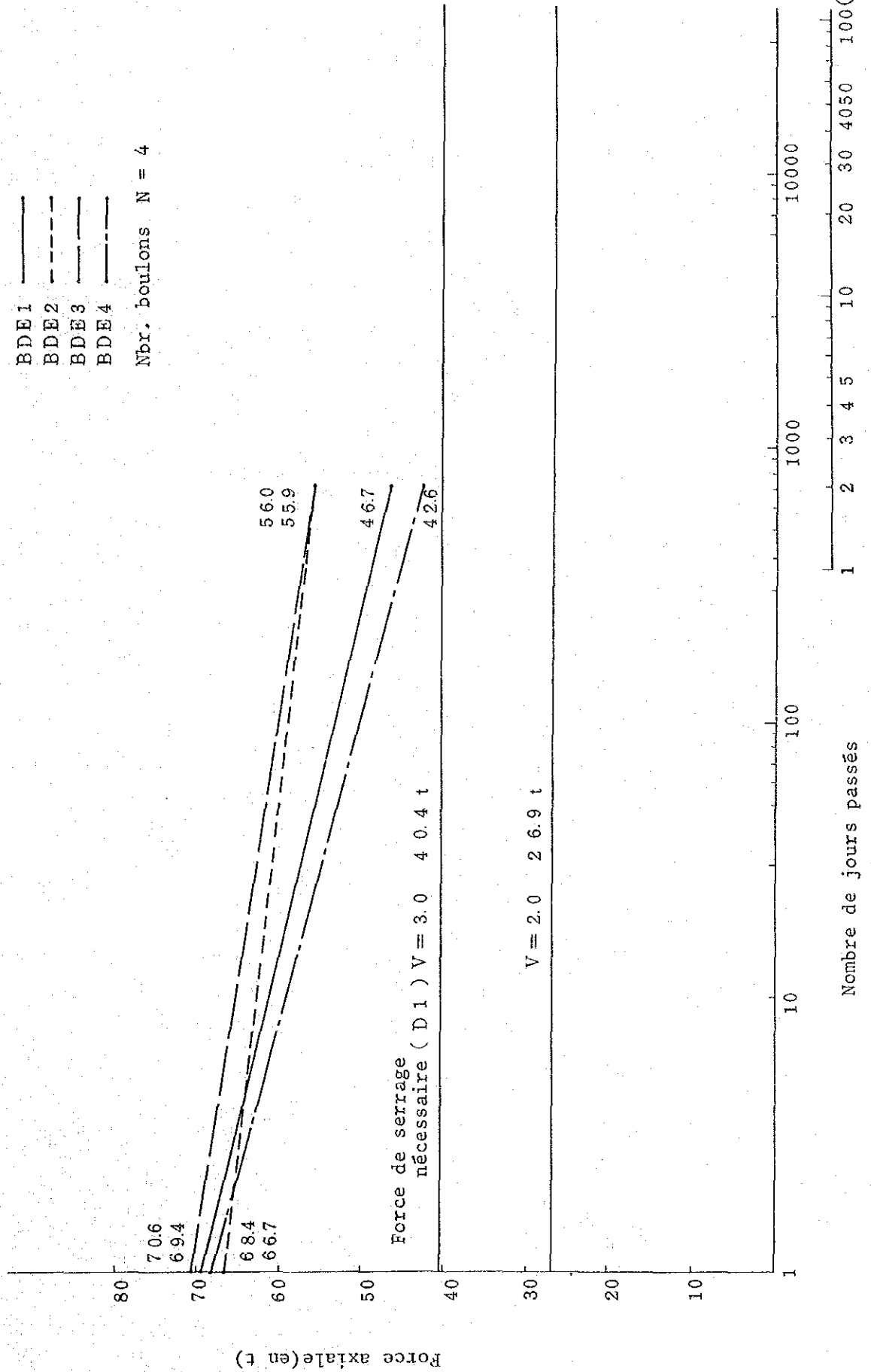
Nombre de jours passés

Nombre de jours passés et variation de
force axiale moyenne de chaque bande

N° bande Symbole

- BDE1 ———
- BDE2 - - - -
- BDE3 ———
- BDE4 - - - -

Nbr. boulons N = 4



(e) Résultats de réduction de force axiale des boulons de bande de bande de câble (force axiale moyenne par bande)

On tient compte des résultats de la campagne précédente (de décembre 1983),

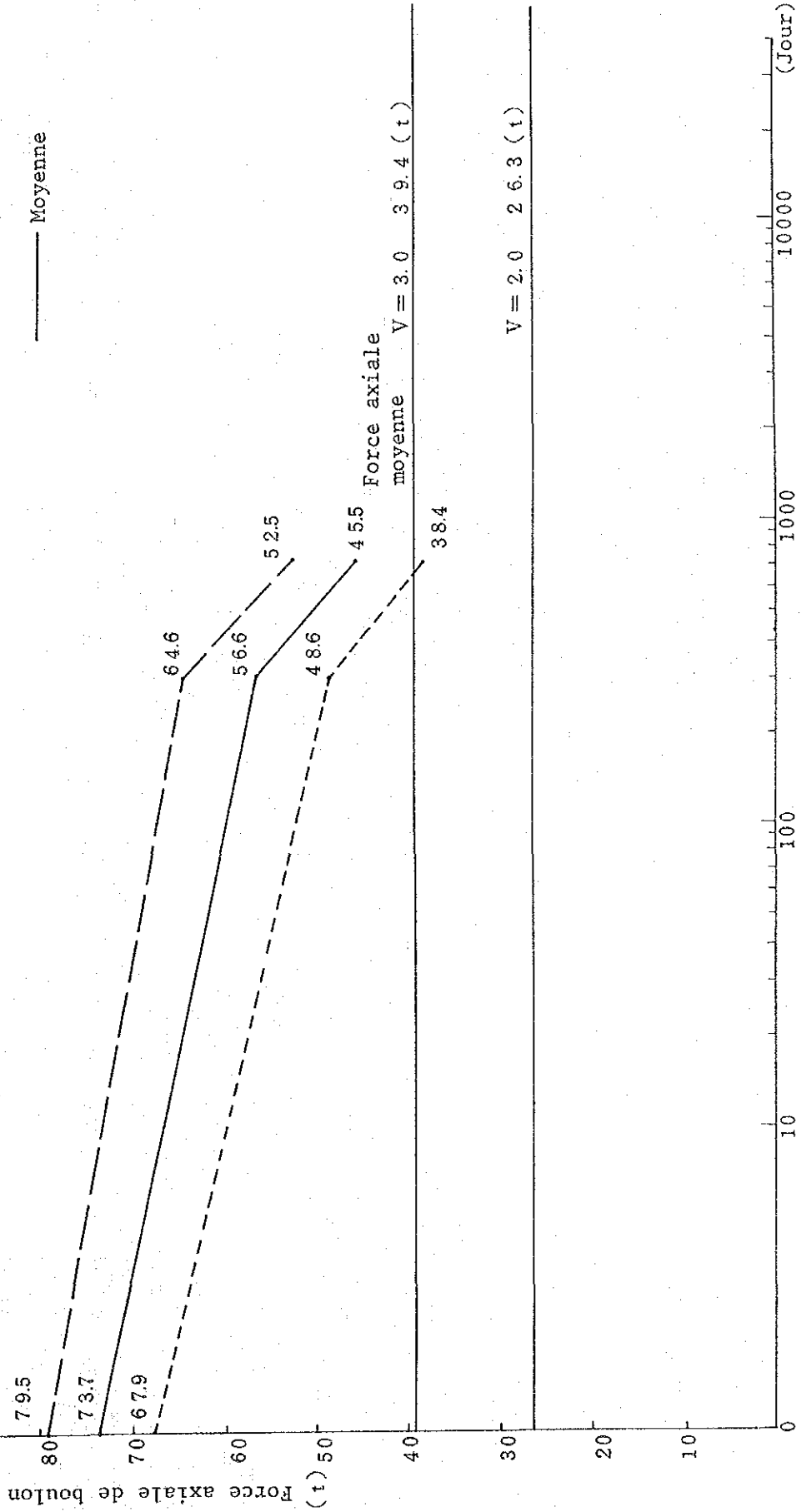
Résultats de réduction de force axiale (moyenne par bande de câble)

Type bande (N: nbr. boulon)	Valeur Position bande	Valeur de la présente campagne 85. 2			Valeur de la campagne précédente 83. 1 2			Valeur en dernier serrage 83. 2			Valeur de comparaison					
		Force axiale moyenne (t)		σ (t)	Force axiale moyenne (t)		σ (t)	Force axiale moyenne (t)		σ (t)	Force axiale (t)		Taux de réduction (%)		Taux de réduction (%)	
											Précédente		Précédente		Précédente	
											Présente		Présente		Présente	
A - 1 N=10	Amont (BU)	5 2.5	8.0	6 4.6	6.9	7 9.4	5.1	2 6.9	1 4.8	3 4.0	1 8.6	9.6	8.4			
	Aval (MD)	3 8.4	7.2	4 8.6	8.3	6 7.9	7.5	2 9.5	1 9.3	4 3.8	2 8.6	5.4	7.6			
	Moyenne	4 5.5	7.6	5 6.6	7.6	7 3.7	6.3	2 8.2	1 7.1	3 8.9	2 3.6	7.5	8.0			
B - 1 N=8	Amont (BU)	4 8.8	8.9	5 8.4	8.9	6 8.1	8.8	1 8.9	9.7	2 8.7	1 4.8	5.0	4.1			
	Aval (MD)	4 6.1	1 3.2	5 2.0	8.3	6 9.9	1 0.3	2 3.8	1 7.8	3 5.1	2 5.2	1 1.6	8.1			
	Moyenne	4 7.5	1 1.1	5 5.2	8.6	6 9.0	9.6	2 1.4	1 3.8	3 1.9	2 0.0	8.3	6.1			
C - 1 N=6	Amont (BU)	5 6.4	7.9	6 5.0	9.5	7 4.5	7.4	1 8.1	9.4	2 4.6	1 3.1	4.1	5.2			
	Aval (MD)	4 8.2	8.5	6 3.2	3.4	6 8.4	5.2	2 0.2	5.1	3 2.8	7.3	1 1.4	5.7			
	Moyenne	5 2.3	8.2	6 4.1	6.5	7 1.5	6.3	1 9.2	7.3	2 8.7	1 0.2	7.8	5.5			
D - 1 N=4	Amont (BU)	5 7.8	5.5	6 6.5	3.5	6 8.9	1.6	1 1.1	2.4	1 6.0	3.3	9.4	6.2			
	Aval (MD)	5 5.4	5.7	6 3.7	6.3	7 1.9	8.1	1 6.6	8.3	2 3.0	1 1.1	2.8	6.0			
	Moyenne	5 6.6	5.6	6 5.1	4.9	7 0.4	4.9	1 3.9	5.4	1 9.5	7.2	6.1	6.1			

Réduction de force axiale (moyenne par bande)

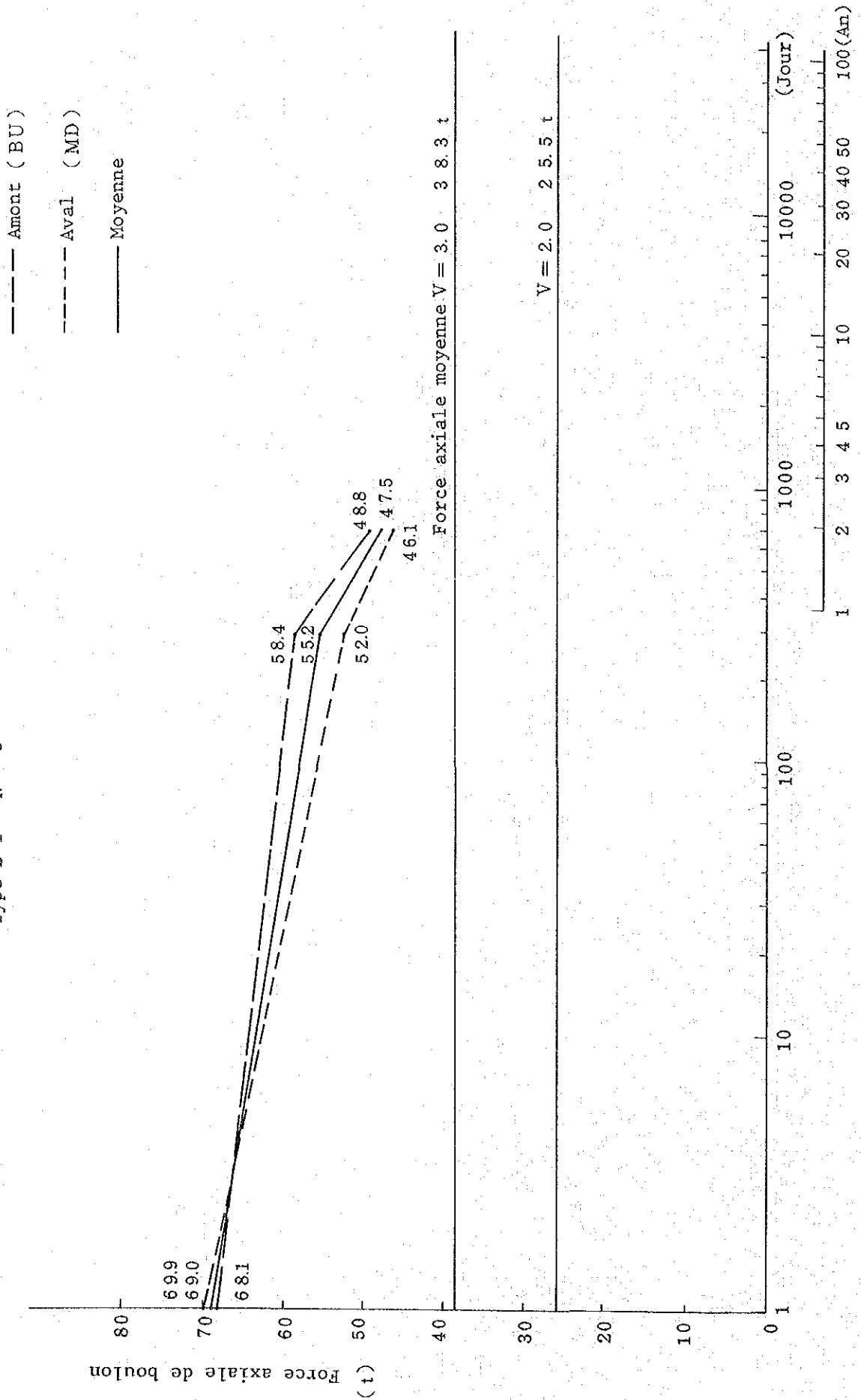
Type A-1 N = 10

- Amont (BU)
- Aval (MD)
- Moyenne



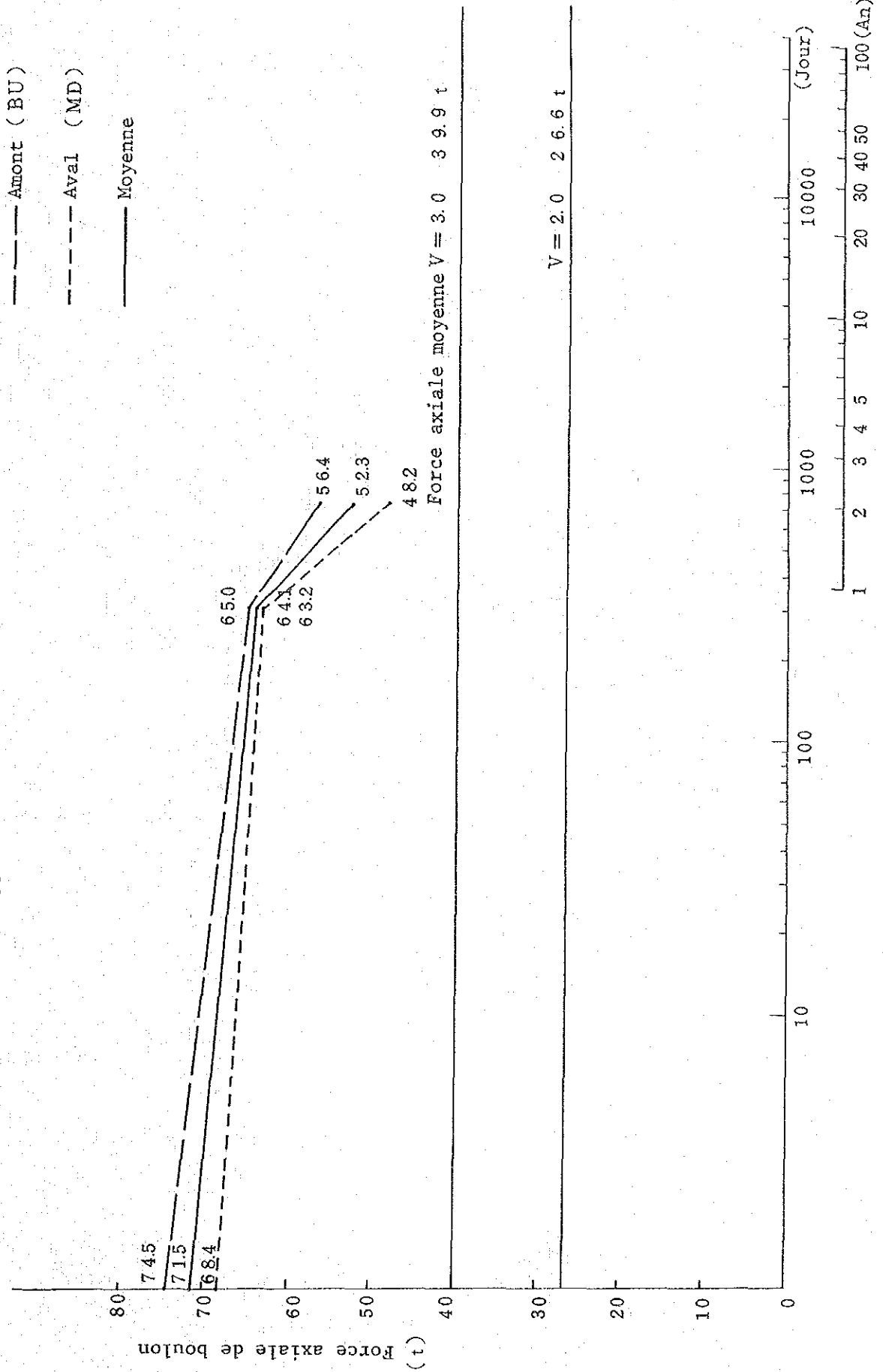
Réduction de force axiale (moyenne par bande)

Type B-1 N = 8



Réduction de force axiale (moyenne par bande)

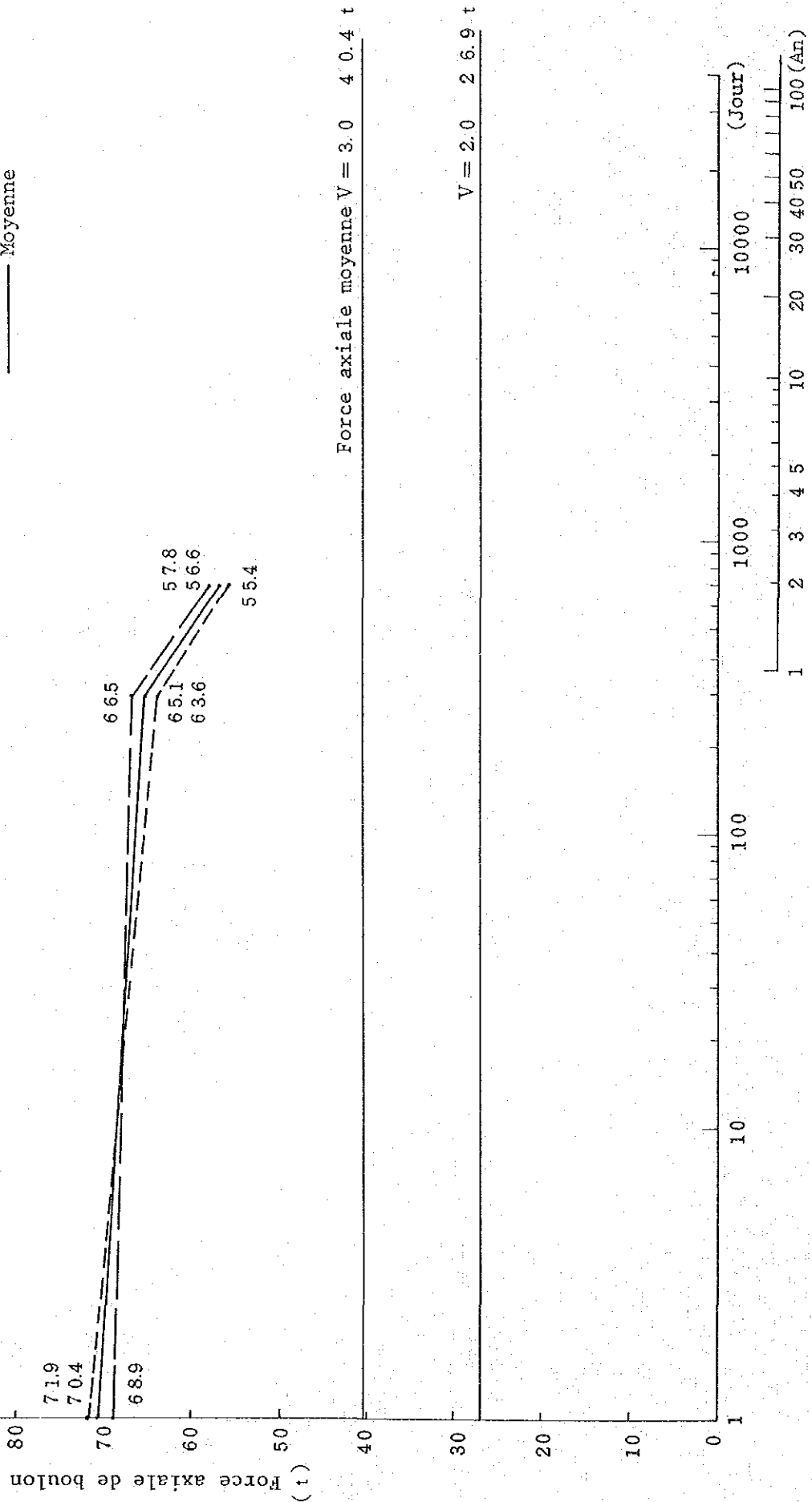
Type C-1 N = 6



Réduction de force axiale (moyenne par bande)

Type D-1 N = 4

- Amont (BU)
- Aval (MD)
- Moyenne



N° bande	N° boulon	Variation de force axiale			Réduction de force axiale depuis le dernier serrage (t)		Taux de réduction depuis le dernier serrage (%)		Remarques
		Force axiale au dernier serrage	Présente force axiale	Précédente force axiale	Présente	Précédente	Présente	Précédente	
MDA 1	2 4 1	5 8.3	4 1.1	3 1.2	1 7.2	2 7.1	2 9.5	4 6.5	
	2 4 0	6 7.4	5 6.4	4 1.7	1 1.0	2 5.7	1 6.3	3 8.1	
	2 3 9	5 9.2	4 0.2	3 0.5	1 9.0	2 8.7	3 2.1	4 8.5	
	2 3 8	6 2.2	4 0.0	3 1.1	2 2.2	3 1.1	3 5.7	5 0.0	
	2 3 7	6 2.7	4 3.9	3 5.4	1 8.8	2 7.3	3 0.0	4 3.5	
	2 4 6	7 5.0	4 6.0	4 2.6	2 9.0	3 2.4	3 8.7	4 3.2	
	2 4 5	6 9.7	5 0.8	3 4.5	1 8.9	3 5.2	2 7.1	5 0.5	
	6 3 0	(7 8.7)	—	—	—	—	—	—	
	2 4 3	7 9.1	5 3.3	4 6.8	2 5.8	3 2.3	3 2.6	4 0.8	
	6 2 9	7 7.7	6 5.9	5 1.7	1 1.8	2 6.0	1 5.2	3 3.5	
	Moyenne	6 7.9	4 8.6	3 8.4	1 9.3	2 9.5	2 8.6	4 3.8	
σ	7.5	8.3	7.2	5.5	3.1	7.6	5.4		
BUA 1	1 2 4	8 3.4	6 4.0	5 9.7	1 9.4	2 3.7	2 3.3	2 8.4	
	1 2 5	7 9.4	6 0.0	4 5.9	1 9.4	3 3.5	2 4.4	4 2.2	
	1 2 6	7 0.8	4 8.3	3 3.5	2 2.5	3 7.3	3 1.8	5 2.7	
	7 1 6	8 4.9	6 4.7	5 3.8	2 0.2	3 1.1	2 3.8	3 6.6	
	1 2 8	8 5.1	6 4.1	5 3.8	2 1.0	3 1.3	2 4.7	3 6.8	
	1 1 9	7 6.8	6 8.2	5 2.9	8.6	2 3.9	1 1.2	3 1.1	
	1 2 0	8 5.0	7 4.0	5 5.7	1 1.0	2 9.3	1 2.9	3 4.5	
	1 2 1	(8 0.9)	—	—	—	—	—	—	
	1 2 2	7 4.5	6 7.5	5 4.3	7.0	2 0.2	9.4	2 7.1	
	1 2 3	7 4.9	7 0.7	6 2.8	4.2	1 2.1	5.6	1 6.2	
	Moyenne	7 9.4	6 4.6	5 2.5	1 4.8	2 6.9	1 8.6	3 4.0	
σ	5.1	6.9	8.0	6.6	7.3	8.4	9.6		
MDB 1	2 7 0	5 7.7	4 9.6	4 0.2	8.1	1 7.5	1 4.0	3 0.3	
	2 6 9	5 5.7	4 1.8	2 6.6	1 3.9	2 9.1	2 5.0	5 2.2	

N° bande	N° boulon	Variation de force axiale			Réduction de force axiale depuis le dernier serrage (1)		Taux de réduction depuis le dernier serrage (%)		Remarques
		Force axiale au dernier serrage	Présente force axiale	Précédente force axiale	Présente	Précédente	Présente	Précédente	
MDB 1	2 6 8	6 1.1	4 4.5	3 3.5	1 6.6	2 7.6	2 7.2	4 5.2	
	2 6 7	7 7.2	4 5.1	4 3.2	3 2.1	3 4.0	4 1.6	4 4.0	
	2 7 3	7 7.9	6 0.7	5 3.4	1 7.2	2 4.5	2 2.1	3 1.5	
	2 7 4	(7 8.6)	-	-	-	-	-	-	
	2 7 2	7 9.4	5 7.1	5 9.0	2 2.3	2 0.4	2 8.1	2 5.7	
	2 7 1	8 0.0	6 5.1	6 6.7	1 4.9	1 3.3	1 8.6	1 6.6	
	Moyenne	6 9.9	5 2.0	4 6.1	1 7.8	2 3.8	2 5.2	3 5.1	
	σ	1 0.3	8.3	1 3.2	7.0	6.6	8.1	1 1.6	
BUB 1	1 5 3	5 8.1	4 6.2	4 0.2	1 1.9	1 7.9	2 0.5	3 0.8	
	1 5 4	5 9.6	4 9.5	4 0.2	1 0.1	1 6.9	1 9.4	3 2.6	
	1 5 5	7 3.0	6 0.0	4 6.6	1 3.0	2 6.4	1 7.8	3 6.2	
	1 5 6	7 0.6	6 1.3	5 3.1	9.3	1 7.5	1 3.2	2 4.8	
	1 4 2	8 0.0	7 0.0	6 2.0	1 0.0	1 8.0	1 2.5	2 2.5	
	1 5 0	(7 4.4)	-	-	-	-	-	-	
	1 5 1	5 7.8	5 1.7	3 9.6	6.1	1 8.2	1 0.6	3 1.5	
	1 5 2	7 7.5	7 0.2	6 0.1	7.3	1 7.4	9.4	2 2.5	
	Moyenne	6 8.1	5 8.4	4 8.8	9.7	1 8.9	1 4.8	2 8.7	
	σ	8.8	8.9	8.9	2.2	3.1	4.1	5.0	
MDC 1	2 9 9	6 2.1	5 7.6	4 2.1	4.5	2 0.0	7.2	4 7.5	
	3 0 0	6 3.9	6 6.0	4 1.9	- 2.1	2 2.0	- 3.3	3 4.4	
	3 0 1	7 0.7	6 2.0	4 0.7	8.7	3 0.0	1 2.3	4 2.4	
	3 0 2	6 8.4	6 3.1	5 4.6	5.3	1 3.8	7.7	2 0.2	
	3 0 3	(7 2.0)	-	-	-	-	-	-	
	3 0 6	7 6.8	6 7.3	6 1.8	9.5	1 5.0	1 2.4	1 9.5	
	Moyenne	6 8.4	6 3.2	4 8.2	5.1	2 0.2	7.3	3 2.8	
	σ	5.2	3.4	8.5	4.1	5.8	5.7	1 1.4	

N° bande	N° boulon	Variation de force axiale (t)			Réduction de force axiale depuis le dernier serrage (t)		Taux de réduction depuis le dernier serrage (%)		Remarques
		Force axiale au dernier serrage	Présente force axiale	Précédente force axiale	Présente	Précédente	Présente	Précédente	
BUC 1	1 8 4	7 8.4	6 8.1	5 7.7	1 0.3	2 0.7	1 3.1	2 6.4	
	1 8 5	5 9.7	4 6.5	4 1.1	1 3.2	1 8.6	2 2.1	3 1.2	
	1 8 6	7 7.5	6 9.6	6 0.7	7.9	1 6.8	1 0.2	2 1.7	
	1 8 1	7 8.3	6 7.4	5 9.0	1 0.9	1 9.3	1 3.9	2 4.6	
	1 8 2	(6 7.9)	—	—	—	—	—	—	
	1 8 3	7 8.4	7 3.5	6 3.3	4.9	1 5.1	6.3	1 9.3	
	Moyenne	7 4.5	6 5.0	5 6.4	9.4	1 8.1	1 3.1	2 4.6	
σ	7.4	9.5	7.9	2.8	2.0	5.2	4.1		
MDD 1	3 2 6	7 6.3	7 2.4	6 1.4	3.9	1 5.3	5.1	2 0.1	
	3 2 3	5 8.0	5 5.0	4 6.2	3.0	1 1.8	5.2	2 0.3	
	3 2 4	7 8.5	6 5.6	5 8.8	1 2.9	1 9.7	1 6.4	2 5.1	
	3 2 5	7 4.9	6 1.6	5 5.2	1 3.3	1 9.7	1 7.8	2 6.3	
	Moyenne	7 1.9	6 3.7	5 5.4	8.3	1 6.6	1 1.1	2 3.0	
	σ	8.1	6.3	5.7	4.8	3.3	6.0	2.8	
BUD 1	2 0 7	6 8.8	6 3.5	5 6.2	5.3	1 2.6	7.7	1 8.3	
	2 0 8	7 1.0	6 9.1	5 8.7	1.9	1 2.3	2.7	1 7.3	
	2 0 5	6 9.1	6 2.6	5 0.4	6.5	1 8.7	9.4	2 7.1	
	2 0 6	6 6.5	7 0.8	6 5.8	- 4.3	0.7	- 6.5	1.1	
	Moyenne	6 8.9	6 6.5	5 7.8	2.4	1 1.1	3.3	1 6.0	
	σ	1.6	3.5	5.5	4.2	6.5	6.2	9.4	

III. RESULTATS DE L'INSPECTION DE PEINTURE

1. Période d'inspection
- Du 16 au 22 février 1985
2. Méthode d'inspection
- Examen visuel depuis de wagon-contrôle
3. Résultats d'inspection

Eléments porteurs	Position	Résultats de l'examen visuel	Remarques
Plancher en tôle d'acier	Sous-face	Décoloration: 1 endroit Apparition faible de rouille: 1 endroit Pas d'autres anomalies	No.35 ~ 36 No.44
Poutres principales/Poutres latérales	Face latérale/ Surface	Salissure importante à des endroits partiels/Présence sensible de poussière et de fiente d'oiseaux Ecaillage de couche de peinture et adhésion de rouille, sur des rebords supérieurs des poutres principales (traces de flaque d'eau)	Influence du passage de navires? No.27 ~ 28, 38 No.43 ~ 44
Cadrage de plancher		Fuite d'eau sensible depuis des boulons de fixation de la barrière de protection et présence importante de poussières	Salissure laissée lors de la mise en place du plancher
Plaques soudées/ Boulonnerie:	Faces latérales, surfaces	Présence sensible de salissure à des endroits partiels Ecaillage de couches de peinture sur des faces latérales de plaques soudées La plaque de couvercle du trou de poing n'est pas boulonnée (, risque d'une infiltration d'eau) Apparition de rouille sur de légers défauts de boulonnerie laissés au cours des travaux de réalisation	Influence du passage de navires?

Rail pour wagon-contrôle	Parties de contact avec les roues/ Boulons de fixation	Ecaillage et rouille de couches de peinture par frottement de roues Ecaillage important de couches de peinture et apparition de rouille	Il est nécessaire de faire circuler le wagon-contrôle périodiquement. 1/3 à 1/4 de l'ensemble
Câble principal	Surface	Il présente un faible défaut du fait qu'il sert aussi de voie de contrôle.	
Câble de suspension	Bout inférieur/ Face latérale	Accumulation de poussières sur les parties de fixation Présence partielle de défauts	Agglomération Défauts laissés lors de travaux en camion à grue
Pylône		Présence de salissure partiellement sensible	
Poteaux d'éclairage	Face latérale	Apparition de rouille, due à une partie de défauts	Défauts dus aux travaux en gondole.

4. Remarques complémentaires

Globalement parlant, les couches de peinture sont en bon état de conservation, à ceci près qu'il se pose un peu de problèmes. Ceci est probablement dû au fait que le Pont se trouve dans les bonnes conditions ambiantes à la différence des grands ponts japonais situés à proximité de la mer ou de zones industrielles.

Pour une partie d'endroits rouillés, il est nécessaire de procéder à une peinture de retouche aussitôt que possible, permettant ainsi de prolonger encore le bon état de conservation des couches de peinture.

Le rail de wagon-contrôle n'entre pas dans les éléments porteurs du Pont, mais il est indispensable à l'inspection et à la maintenance de ce cernier; d'où la nécessité de stabiliser l'état de rouille des parties de contact avec les roues en faisant circuler périodiquement le wagon-contrôle d'une part, et de conserver les conditions d'inspection sécurisantes en effectuant une peinture de retouche sur les plaques de fixation et la boulonnerie d'autre part.

La fiante d'oiseaux et la salissure de fumée doivent être enlevées dans la mesure du possible, car une telle présence est nuisible aux couches de peinture.

IV. PROGRAMME DE RE-PEINTURAGE

1. Etat actuel des couches de peinture

Comme mentionné au chapitre précédent, les couches de peinture du Pont Maréchal MOBUTU SESE SEKO (ci-après dénommé "Pont MOBUTU") sont en bon état de conservation dans leur ensemble.

Ceci semble dû à ce que le Pont n'est exploité que deux ans après sa réalisation et au fait que les conditions ambiantes sont favorables à la conservation des couches de peinture (trafic pas grand et absence de mer ou d'usines au voisinage, etc.)

Il n'en reste pas moins que l'on a constaté une partie de défauts de peinture, comme l'indique l'étude des couches de peinture et qu'il faut donc faire continuer une telle étude chaque année par des spécialistes et ne pas perdre la bonne opportunité de re-peinturage, afin de conserver le Pont MOBUTU constituant un trésor précieux du Zaïre pour toujours dans les conditions tropicales.

2. Exemple du programme de re-peinturage

A l'état actuel des couches de peinture, il est impossible de déterminer un bon moment de procéder au re-peinturage, mais il est nécessaire d'avoir certaines prévisions pour établir un programme de gestion à long terme.

De ce point de vue, donnons un exemple pratique dû Pont Kanmonkyo représentatif des ponts suspendus du Japon à titre indicatif sans tenir compte des spécifications de peinture ou des conditions ambiantes.

(a) Principe de base

On exécute un re-peinturage avec un cycle de 7 ans à partir du 7^e année d'exploitation.

Jusqu'à ce moment-là, on fait effectuer une étude de couches de peinture par des défauts pour permettre de procéder opportunément à une peinture de retouche sur des défauts.

De plus, il est entendu que ce programme peut être modifié selon l'appréciation des spécialistes sur les résultats d'étude.

(b) Surface approximative de re-peinturage (en m²)

- Pylône:	7,000 m ²
- Poutres de renfort:	35,000 m ²
- Sous-face decadre plancher en acier:	16,000 m ²
- Câbles principaux, câbles de suspension et bandes:	5,000 m ²

(c) Coût approximatif de re-peinturage (pour 7 ans)

(d) Programme de re-peinturage (avant-projet)

- 1990 (1 ^{ère} année)	Câbles
- 91 (2 ^e année)	Pylône
- 92 (3 ^e année)	1/5 des poutres de renfort
- 93 (4 ^e année)	Dito
- 94 (5 ^e année)	Dito
- 95 (6 ^e année)	Dito
- 96 (7 ^e année)	Dito
- 97 (1 ^{ère} année)	Câbles
	(ainsi de suite)

(e) Remarques complémentaires

- La pratique d'une étude soignée et d'un bon peinturage de retouche nécessitera d'exécuter des travaux de peinture chaque année à partir de la 1^{ère} année de re-peinturage. C'est donc dire l'importance d'une aide de la part du Japon pour l'assistance technique et le ravitaillement de matériaux jusque'à ce que les travaux de re-peinturage prennent bonne tournure.
- Pour les échafaudages de re-peinturage, on se contentera du wagon-contrôle et de la voie de contrôle actuellement disponibles. Pour les sous-faces des poutres de renfort, il convient d'étudier la mise en place d'un échafaudage mobile (type non permanent) pour des raisons économiques et de sécurité.
- Dans le cas du Pont Kanmonkyo, on a commencé les travaux de peinture avec un cycle de 7 ans à partir de la 5^e année. Pour le Pont MOBUTU, toutefois, il convient d'adopter l'avant-projet indiqué ci-avant, compte tenu des spécifications de peinture et des conditions ambiantes. Par conséquent, il y a possibilité d'accélérer l'organigramme selon les résultats d'études ultérieures.

V. DRAINAGE DE LA SURFACE DE PONT ET REVETEMENT

1. Période d'étude

- les 21 et 28 février et le 1^{er} mars 1985

2. Méthode d'étude

- Examen visuel

3. Résultats d'étude

L'examen de l'état après pluie d'eau a découvert de petites flaques d'eau au centre de la portée centrale ainsi qu'à la limite entre sol et chaussée de la portée latérale et au trottoir. Ces flaques d'eau ne poseront aucun problème, car on avait réparé des accidents de revêtement par rapiècement et, actuellement, le drainage d'eau après pluie est effectuée par les travaux humains.

Au trottoir, d'autre part, on a constaté un suintement d'eau par application partielle de pression (poids de corps). Probablement, la cause en est un drainage imparfait par les tubes d'évacuation placés dans le sol. Il faut donc continuer l'observation pour s'assurer que les tubes d'évacuation jouent leur rôle pleinement ou non. Si nécessaire, il convient d'en rajouter pour perfectionner le drainage d'eau.

VI. SECTION DE TERRASSEMENT

1. Période d'étude

- Les 21 et 28 février 1985

2. Méthode d'étude

- Ronde par voiture et à pied

3. Résultats d'étude

Particulièrement après tombée de pluie, on constate sur la chaussée une chute de pierres de 20 à 30 cm de diamètre depuis le talus d'excavation. A l'état actuel des choses, il convient d'enlever des pierres depuis des endroits susceptibles de provoquer une chute de pierres au cours de la ronde périodique et, après chute de pluie, d'enlever des pierres qui seront tombées sur la route. Du fait que les endroits susceptibles de provoquer la chute de pierres sont déjà déterminés et que la tombée de pluie est limitée à la saison des pluies, il est nécessaire d'éliminer les facteurs de danger de façon intensive avant la saison des pluies et de renforcer la ronde au cours de cette dernière.

On devra continuer l'observation des fissures qui sont apparues sur deux endroits du sommet de talus droit. En cas d'accroissement constaté sur ces fissures, il faudra prendre des mesures essentielles consistant à adoucir la pente du talus par exemple.

VII. DISPOSITIF DE DILATATION

1. Période d'étude

- Le 11 février et le 7 mars 1985

2. Méthode d'étude

- Examen visuel depuis la surface du Pont et le wagon-contrôle

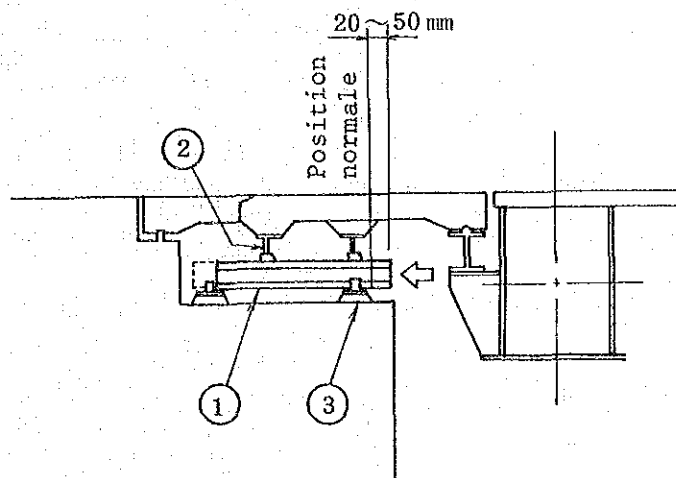
3. Résultats d'étude

On a découvert un décalage longitudinal de 20 à 50 mm du rail côté pont, qui est appelé à supporter les charges du dispositif de dilatation à cause d'une dilatation de poutres de pont. Ce phénomène est constaté à 1 endroit sur A1 et à 2 sur A2. On suppose que la cause en est:

- l'augmentation du coefficient de frottement entre le rail côté dispositif de dilatation et le rail côté pont en présence de sable, de rouille, etc.; et
- le desserrage de la boulonnerie par oscillation (, cette cause étant considérée, vu le fait qu'il y a une fissure sur la couche de peinture recouvrant les boulons de fixation du rail côté pont.

Pour les deux endroits A2, nous avons remis le rail en position normale au moyen d'un vérin hydraulique puis resserré les boulons de fixation. L'endroit A1 sera réparé de la même façon.

Ce phénomène devra encore être observé en prévoyant, si nécessaire, un dispositif anti-déplacement du rail côté pont.



- ① Rail côté pont
- ② Rail côté dispositif de dilatation
- ③ Boulon de fixation

Méthode de réparation

Elle consiste à desserrer les boulons de fixation ③, à placer un vérin hydraulique à l'endroit indiqué par la flèche et à remettre le rail côté dispositif de dilatation ② en position normale.

VIII. MESURE GEOMETRIQUE

1. Période de mesure

- Du 2 au 6 mars 1985

2. Items de mesure

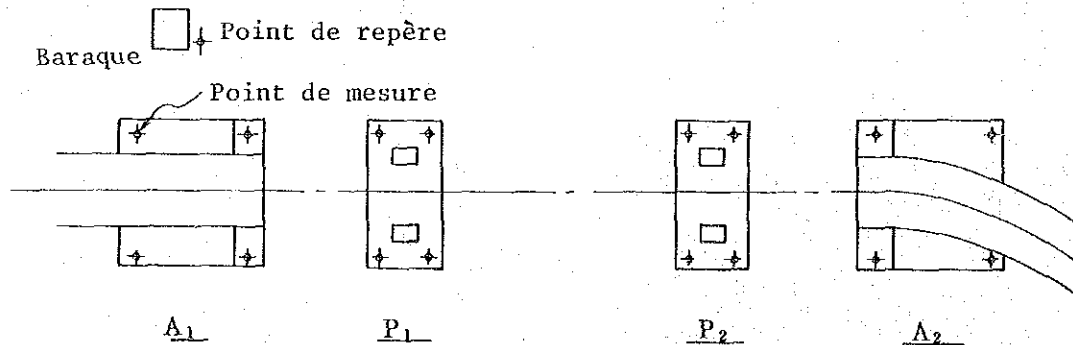
- Déplacement de supports de pont
- Fléchissement
- Inclinaison de pylônes

3. Résultats de mesure

Non prévue initialement dans notre programme, la présente mesure n'a pas été bien préparée, et nous nous sommes contentés de traiter les mesures à titre indicatif et de vérifier les problèmes posés au mode opératoire de travaux et à la mesure nocturne.

(a) Déformation des supports de pont

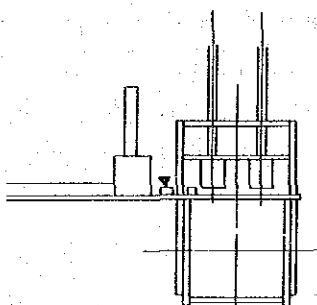
- o Pour cette mesure, nous avons utilisé le point de repère à proximité de la baraque en aval de la rive gauche.
- o Il n'y a pas de point de repère à la rive droite. Nous avons donc utilisé le point de repère de la rive gauche à l'occasion de la mesure de fléchissement.
- o Aucune mesure n'a été effectuée pour les pieds de pont, car nous n'avons pas pu vérifier s'il y avait des points de repère à proximité des points P1 ou P2.



- o Aux fins de mesures ultérieures, il convient de prévoir des points de repère à proximité des éléments porteurs du pont.
- o Les arpenteurs devront apprendre à manier le niveau.

(b) Mesure de fléchissement

- o Cette mesure a été effectuée à la nuit (depuis 2 h a.m.) où les variations de température sont faibles.
- o Le point de mesure est déterminé à la plaque de doublage de la poutre supérieure U-Flg entre recouvrement de sol et élément porteur de suspension.
- o Pour permettre d'effectuer une telle mesure à la nuit et en un temps limité, il faudra s'habituer au maniement du niveau.
- o L'éclairage destiné aux poutres de pont est trop faible pour manier le niveau et le mire. Pour ce dernier, en particulier, il faut prévoir une lampe d'éclairage puissant.



(c) Renversement de pylônes

- o Cette mesure a été effectuée au moyen d'un théodolite depuis les points de repère prévus en amont et en aval de chaque pylône.
- o De deux théodolites prévus à cet effet, l'un est d'un modèle ancien et son prisme placé du côté oculaire est de mauvaise construction; d'où emploi impossible.
- o Pour les points de vue des pylône, nous avons utilisé un fil à plomb, mais une bonne visibilité n'a été pas assurée. Il faudra donc améliorer la visibilité.
- o Les arpenteurs devront apprendre à manier le théodolite.
- o Au cours de cette mesure, nous avons mesuré les températures des poutres de pont au moyen d'un seul thermomètre à contact; d'où perte de temps importante. Il faut donc en prévoir deux au moins pour effectuer cette mesure en peu de temps.

IX. PERCEPTION DE PEAGE

Afin d'exploiter le Pont MOBUTU en bon état de conservation pendant une longue période, il faudra investir encore des fonds importants. D'autre part, le Gouvernement du Zaïre rencontre des difficultés, et c'est la raison pourquoi la perception de péage est actuellement examinée.

Parlant physiquement, cette perception est simple, car on prévoit le système à section unique et à péage unique. Il suffit donc d'installer une seule barrière de péage et un seul bureau du côté MATADI du support de pont A1. La barrière sera utilisée pour la perception de péage des deux sens de circulation et l'émission de reçus. Il faudra prévoir, en outre, une barrière anti-injustice et un compteur de trafic.

Certes, cette perception est simple du point de vue physique, mais, afin de persuader, de la perception de péage, le peuple dans lequel est répandue l'idée que les voies sont toutes exemptes de péage, il faudra clarifier les mesures à prendre telles que: arrangement du système légal, objectif de la perception de péage, services à fournir, influence sur les prix, accidents, etc.

Pour le Gouvernement du Zaïre, ces mesures deviendront impératives et feront l'objet d'un accord du peuple du fait que le Pont MOBUTU n'est pas réalisé initialement comme pont à péage et qu'il est exploité en effet sans péage pendant deux ans. De plus, en compensation du péage, il est nécessaire d'exploiter le Pont en bon état de conservation plus que jamais et d'installer des protections de pente, les rails de protection ou des signaux pour fournir non seulement les services de passage de fleuve, mais aussi les services d'assurer aux conducteurs une circulation sûre et confortable.