



Gouvernement du Québec
**Ministère
des Transports
Laboratoire central**

ANALYSE DU PROGRAMME D'ÉCHANGE

MB-89-01

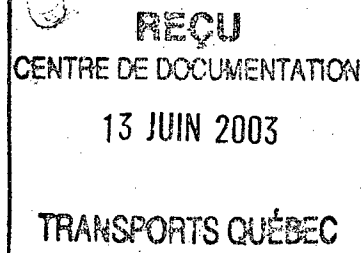
Septembre 1989

CANQ
TR
GE
SM
178

Ministère des Transports
 Centre de documentation
 830, Chemin Ste-Foy
 6e étage
 Québec (Québec)
 G1S 4K0

ANALYSE DU PROGRAMME D'ÉCHANGE

MB-89-01



Le tableau général résume les résultats obtenus par les laboratoires participants, identifiés par leur numéro de code. Le Laboratoire Central avait expédié 31 échantillons à autant de laboratoire et a reçu 28 réponses. Le tableau donne, au bas de chacune de ces colonnes, les renseignements suivants:

- la moyenne des résultats A et B pour chaque type d'essai;
- l'écart-type existant entre ces résultats et la moyenne;
- l'écart-type de la statistique de Grubbs ¹, permettant la défection des résultats aberrants avec une chance sur cent de se tromper. Le dépassement de cet écart entraîne l'élimination des résultats A et B pour l'essai concerné: on ne tient pas compte de ces résultats dans le calcul de la moyenne et dans tous les calculs subséquents; le résultat responsable de cette élimination est signalé dans le tableau par "G", et le second résultat correspondant par un "g".
- l'écart-type de reproductibilité accordé par la norme BNQ, ou, à défaut, par la norme ASTM correspondante. Le

GANQ
 TR
 GE
 SM
 178

dépassement de cet écart est signalé par un astérisque dans le tableau, mais il n'entraîne aucune élimination préalable.

Les deux tableaux suivants montrent les facteurs de répétabilité et de reproductibilité obtenus par les laboratoires participants avant et après élimination des valeurs aberrantes. Il faut noter que dans le tableau mentionnant "tous les laboratoires", ceux éliminés par la statistique Grubbs n'y figurent pas pour les essais où il y a dépassement. Les éliminations des valeurs aberrantes se font pas les tests suivants: test de Dixon ², test de Cochran ², test des différences ³, et élimination graphique ⁴.

Les valeurs de référence qui figurent dans ces tableaux sont celles données par le BNQ pour les essais correspondants, à l'exception des tests de stabilité et de déformation qui sont fixés suivant la procédure de l'ASTM ⁵.

Le tableau qui suit ceux de répétabilité et de reproductibilité donne, pour les laboratoires restant, les écarts-types moyens des erreurs de précision et ceux des erreurs systématiques. Comme on doit, s'y attendre, ces deniers sont prédominants particulièrement dans le cas de l'essai de stabilité.

Les cotations des laboratoires et l'interprétation des graphiques de dispersion ont déjà été expliqués ailleurs ⁶.

Pour les laboratoires non éliminés, le dernier tableau de cette analyse donne l'écart-type de précision (rayon S) et le rayon du cercle (rayon F), où devrait se trouver 95% des laboratoires si les erreurs prédominantes n'étaient dues qu'aux écarts aléatoires causés par la précision des mesures.

Comme à l'habitude, l'analyse de ce programme montre une grande dispersion des résultats de stabilité et de déformation. Il ne semble pas avoir une amélioration notable par rapport aux programmes d'échanges passés malgré les nouvelles normes BNQ concernant les essais de compactage et de stabilité.

Les laboratoires qui ont été éliminés ou ceux qui se trouvent sur le graphique à l'extérieur du cercle définissant les erreurs de précision sont priés de réviser point par point leur procédure expérimentale et rechercher, pour les éliminer, toutes les sources d'erreurs possibles.



Pierre Langlois, ing.

Responsable - Section Expertises

RÉFÉRENCES

- (1) Grubbs, Meeting of Section B-ASTM-RD1, June 1950.
- (2) BNQ 5000-400 basée sur la norme internationale ISO5725-1981 (F). Fidélité des méthodes d'essai - Détermination de la répétabilité et de la reproductibilité par essais interlaboratoires.
- (3) W.J. Youden, Statistical Techniques for collaborative Tests, Publié par Association of Official Analytical Chemists, Arlington, Va, 22209.
- (4) W.J. Youden, Graphical Diagnosis of Interlaboratory Tests Results, Industrial Quality Control, 15 (1959) pp 24-28.
- (5) ASTM C 670, Standard Practice for Preparing Precision Statements for Tests Method for Construction Materials.
- (6) Compte rendu des échanges interlaboratoires MB-84-02 et MB-85-01.

PROGRAMME D'ECHANGE DE L'ANNEE 1989
MELANGES BITUMINEUX
ECHANGE INTERLABORATOIRE MB-89-01

NO LAB.	DENSITE BRUTE		DENSITE MAXIMALE		STABILITE MARSHALL		DEFORMATION		Z BITUME	
	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
1	2.342	2.347	2.492	2.488	12.00	13.60	1.9	2.3	5.30	5.31
2	2.346	2.337	2.500	2.491	10.00	9.40	2.5	2.8	5.10	5.31
3	2.365	2.357	2.501	2.493	13.60	13.40	2.3	2.2	5.22	5.11
4	2.345	2.351	2.489	2.486	11.40	13.00	2.1	2.1	5.21	5.23
5	2.360	2.367	2.490	2.487	8.90	8.80	3.8	3.8	5.26	5.29
6	2.347	2.351	2.476 *	2.481 *	11.90	9.10	2.9	2.8	G 5.80 *	g 5.74 *
7	2.359	2.366	2.494	2.493	13.20	13.30	2.2	2.2	5.25	5.11
8	2.349	2.350	2.501	2.500	6.80	8.80	2.5	2.4	5.19	5.13
9	2.368	2.352	2.487	2.487	10.80	10.70	2.8	2.9	5.35	5.15
10	2.341	2.328	2.495	2.492	11.00	10.70	2.6	2.6	5.23	5.18
11	2.355	2.351	2.493	2.494	9.10	10.70	2.4	2.5	4.91	5.34
12	2.319	2.315	2.494	2.492	10.10	10.20	2.2	2.4	5.12	5.10
13	G 2.401 *	g 2.400 *	2.495	2.501	11.80	12.00	2.6	2.6	G 5.86 *	g 5.66 *
14	2.328	2.316	G 2.402 *	g 2.405 *	13.50	10.30	3.5	3.0	4.98	4.99
15	2.338	2.330	2.493	2.501	9.50	9.20	2.5	2.3	5.22	5.12
16	2.342	2.350	2.494	2.496	17.10 *	15.40	2.3	2.4	5.22	5.11
17	2.311	2.311	2.488	2.486	7.40	7.70	3.0	3.1	5.39	5.44
18	2.329	2.346	2.484	2.483	11.40	13.10	3.0	3.0	5.25	5.14
19	2.338	2.335	2.481 *	2.480 *	11.90	12.30	3.8	3.5	5.07	5.08
20	2.341	2.351	2.495	2.489	11.40	12.70	2.5	2.5	5.26	5.16
21	2.352	2.359	2.501	2.498	11.20	12.30	3.2	3.0	5.35	5.28
22	2.340	2.337	2.497	2.499	8.90	8.80	2.5	2.5	5.13	5.20
23	2.347	2.354	2.491	2.497	9.60	9.60	g 3.9	G 4.4 *	5.25	5.43
24	2.361	2.367	2.489	2.486	12.10	13.70	2.4	2.4	5.16	5.14
25	2.338	2.349	2.492	2.498	9.40	10.40	2.5	2.5	5.33	5.39
26	2.351	2.346	2.497	2.493	13.00	13.10	1.9	2.1	5.25	5.27
27	2.312	2.287 *	2.496	2.497	7.90	7.60	2.8	2.8	G 4.20 *	g 5.10
28	2.356	2.356	2.493	2.495	10.80	9.90	2.2	2.1	5.21	5.18
MOYENNE :	2.344	2.343	2.493	2.492	10.92	11.06	2.6	2.6	5.21	5.21
EC. TYPE :	0.015	0.019	0.006	0.006	2.15	2.07	0.5	0.4	0.11	0.12
GRUBBS :	0.045	0.057	0.018	0.019	6.61	6.36	1.5	1.3	0.34	0.35
BNQ :	0.032	0.038	0.009	0.009	6.09	5.86	1.4	1.2	0.41	0.41

LEGENDE : G REJET SELON LES STATISTIQUES DE GRUBBS (LE SEUIL DE PROBABILITE EST DE 0.01)
* REJET SELON LA NORME BNQ OU ASTM

ECART DE REPETABILITE ET DE REPRODUCTIBILITE

(TOUS LES LABORATOIRES)

	D B	D M	S kN	d mm	P %
Répétabilité de l'échange	0.019	0.008	2.50	0.4	0.25
Répétabilité norme BNQ	0.035	0.011	-----	-----	0.52
Reproductibilité de l'échange	0.047	0.017	5.97	1.3	0.32
Reproductibilité norme BNQ	0.076	0.019	5.93	1.3	0.81
Moyenne	2.343	2.492	10.99	2.6	5.21

D_B = densité brute

D_M = densité maximale

S = stabilité exprimée en kN

d = déformation exprimée en mm

P = pourcentage en bitume

ECART DE REPETABILITE ET DE REPRODUCTIBILITE

(SAUF LES LABORATOIRES ELIMINES)

	D B	D M	S kN	d mm	B %
Répétabilité de l'échange	0.016	0.008	1.77	0.2	0.16
Répétabilité norme BNG	0.035	0.011	-----	-----	0.52
Reproductibilité de l'échange	0.041	0.015	5.11	0.9	0.30
Reproductibilité norme BNG	0.076	0.019	5.06	0.9	0.81
Moyenne	2.345	2.493	10.89	2.5	5.21

D_B = densité brute

D_M = densité maximale

S = stabilité exprimée en kN

d = déformation exprimée en mm

B = pourcentage en bitume

VARIANCE DES ERREURS DE PRÉCISION
ET DES ERREURS SYSTÉMATIQUES

AVANT ELIMINATION

		D B	D M	S KM	d mm	E %
2 S a	Précision	0.00004	0.00001	0.78268	0.01537	0.00506
2 S s	Systématiques	0.00024	0.00003	3.66959	0.19931	0.00477

ELIMINATION STATISTIQUE

		D B	D M	S KM	d mm	E %
2 S a	Précision	0.00003	0.00001	0.49519	0.00522	0.00305
2 S s	Systématiques	0.00017	0.00003	4.09522	0.16122	0.00811

ELIM. STAT. ET VISUELLE

		D B	D M	S KM	d mm	E %
2 S a	Précision	0.00003	0.00001	0.39292	0.00545	0.00305
2 S s	Systématiques	0.00017	0.00002	2.80792	0.09407	0.00811

LISTE DES LABORATOIRES ELIMINES

Densité brute : 13 27

Densité maximale : 2 6 14

Stabilité exprimée en KN : 6 8 14 16

Déformation exprimée en mm : 1 2 5 14 19 23

Pourcentage en bitume : 2 6 9 11 13 27

DENSITE MAXIMALE

LABORATOIRE NO	MOYENNE		B.N.Q.		GRAPHIQUE		NOTE GLOBALE
	A	B	A	B	A	B	
1	-4	-4	-4	-4	-4	-2	3.67
2	+3	-4	+4	-4	+1	-4	3.33
3	+3	+4	+4	+4	+1	-4	3.33
4	-4	-4	-4	-4	-2	-1	3.17
5	-4	-4	-4	-4	-3	-1	3.33
6	0	-2	-2	-2	0	0	1.17
7	+4	+4	+4	+4	-4	-4	4.00
8	+3	+3	+4	+4	+1	+1	2.67
9	-3	-4	-4	-4	-1	-1	2.83
10	+4	-4	+4	-4	+4	-4	4.00
11	-4	+4	-4	+4	-4	+4	4.00
12	+4	-4	+4	-4	-4	-4	4.00
13	+4	+3	+4	+4	+4	0	3.17
14	0	0	0	0	0	0	0.00
15	-4	+3	-4	+4	-4	0	3.17
16	+4	+4	+4	+4	-4	+3	3.83
17	-4	-4	-4	-4	-1	-1	3.00
18	-2	-3	-4	-4	0	0	2.17
19	-1	-2	-3	-3	0	0	1.50
20	+4	-4	+4	-4	+4	-3	3.83
21	+3	+4	+4	+4	+1	+2	3.00
22	+4	+3	+4	+4	+3	+1	3.17
23	-4	+4	-4	+4	-3	+3	3.67
24	-4	-4	-4	-4	-2	-1	3.17
25	-4	+4	-4	+4	-4	+2	3.67
26	+4	+4	+4	+4	+3	-4	3.83
27	+4	+4	+4	+4	+4	+3	3.83
28	-4	+4	-4	+4	-4	+4	4.00

DENSITE BRUTE

LABORATOIRE NO	MOYENNE		B.N.C.		GRAPHIQUE		NOTE GLOBALE
	A	B	A	B	A	B	
1	-4	+4	-4	+4	-4	-4	4.00
2	+4	-4	+4	-4	+4	-2	3.67
3	+3	+4	+4	+4	0	+3	3.00
4	+4	+4	+4	+4	-4	+4	4.00
5	+3	+3	+4	+4	+1	0	2.50
6	+4	+4	+4	+4	+4	+4	4.00
7	+3	+3	+4	+4	+1	0	2.50
8	+4	+4	+4	+4	+4	+4	4.00
9	+2	+4	+4	+4	0	+4	3.00
10	-4	-4	-4	-4	-4	0	3.33
11	+4	+4	+4	+4	+2	+4	3.67
12	-2	-3	-4	-4	0	0	2.17
13	0	0	+3	+2	0	0	0.63
14	-3	-3	-4	-4	0	0	2.33
15	-4	-4	-4	-4	-3	0	3.17
16	-4	+4	-4	+4	-4	+4	4.00
17	-1	-2	-4	-4	0	0	1.83
18	-3	+4	-4	+4	-1	-4	3.33
19	-4	-4	-4	-4	-3	-1	3.33
20	-4	+4	-4	+4	-4	+4	4.00
21	+4	+4	+4	+4	+3	+2	3.50
22	-4	-4	-4	-4	-4	-2	3.67
23	+4	+4	+4	+4	+4	+4	4.00
24	+3	+3	+4	+4	+1	0	2.50
25	-4	+4	-4	+4	-3	-4	3.83
26	+4	+4	+4	+4	+4	-4	4.00
27	-1	0	-4	-3	0	0	1.33
28	+4	+4	+4	+4	+2	+3	3.50

STABILITE MARSHALL

LABORATOIRE NO	MOYENNE		B.N.C.		GRAPHIQUE		NOTE GLOBALE
	A	B	A	B	A	B	
1	+4	+3	+4	+4	+3	0	3.00
2	-4	-4	-4	-4	-2	-2	3.67
3	+3	+3	+4	+4	0	0	2.33
4	+4	+4	+4	+4	+4	0	3.33
5	-4	-3	-4	-4	2	-1	2.67
6	+4	-4	+4	-4	+3	-2	3.50
7	+3	+3	+4	+4	0	0	2.33
8	-2	-3	-4	-4	0	-1	2.33
9	-4	-4	-4	-4	-4	+4	4.00
10	+4	-4	+4	-4	-4	+4	4.00
11	-4	-4	-4	-4	-1	+4	3.50
12	-4	-4	-4	-4	-3	-4	3.83
13	+4	+4	+4	+4	+4	+2	3.67
14	+3	-4	+4	-4	0	-4	3.17
15	-4	-4	-4	-4	-2	-2	3.33
16	0	+1	+3	+4	0	0	1.33
17	-2	-2	-4	-4	0	0	2.00
18	+4	+4	+4	+4	+4	0	3.33
19	+4	+4	+4	+4	+3	+1	3.33
20	+4	+4	+4	+4	+4	0	3.33
21	+4	+4	+4	+4	+4	+1	3.50
22	-4	-3	-4	-4	0	-1	2.67
23	-4	-4	-4	-4	-2	-3	3.50
24	+4	+3	+4	+4	+3	0	3.00
25	-4	-4	-4	-4	-2	-4	3.67
26	+4	+4	+4	+4	+1	0	2.83
27	-3	-2	-4	-4	0	0	2.17
28	-4	-4	-4	-4	-4	-4	4.00

DEFORMATION

LABORATOIRE NO	MOYENNE		B.N.Q.		GRAPHIQUE		NOTE GLOBALE
	A	B	A	B	A	B	
1	-3	-4	-4	-4	0	-2	2.83
2	-4	+4	-4	+4	-4	0	3.33
3	-4	-3	-4	-4	-2	0	2.83
4	-3	-3	-4	-4	0	0	2.33
5	+1	0	+4	+4	0	0	1.50
6	+4	+4	+4	+4	0	0	2.67
7	-4	-3	-4	-4	0	0	2.50
8	-4	-4	-4	-4	-4	-4	4.00
9	+4	+4	+4	+4	0	0	2.67
10	-4	-4	-4	-4	+4	+4	4.00
11	-4	-4	-4	-4	-4	-4	4.00
12	-4	-4	-4	-4	0	-4	3.33
13	-4	-4	-4	-4	+4	+4	4.00
14	+2	+4	+4	+4	0	0	2.33
15	-4	-4	-4	-4	-4	-2	3.67
16	-4	-4	-4	-4	-2	-4	3.67
17	+4	+3	+4	+4	0	0	2.50
18	+4	+4	+4	+4	0	0	2.67
19	+1	+1	+4	+4	0	0	1.67
20	-4	-4	-4	-4	-4	-4	4.00
21	+3	+4	+4	+4	0	0	2.50
22	-4	-4	-4	-4	-4	-4	4.00
23	0	0	+4	+3	0	0	1.17
24	-4	-4	-4	-4	-4	-4	4.00
25	-4	-4	-4	-4	-4	-4	4.00
26	-3	-3	-4	-4	0	0	2.33
27	+4	+4	+4	+4	0	0	2.67
28	-4	-3	-4	-4	0	0	2.50

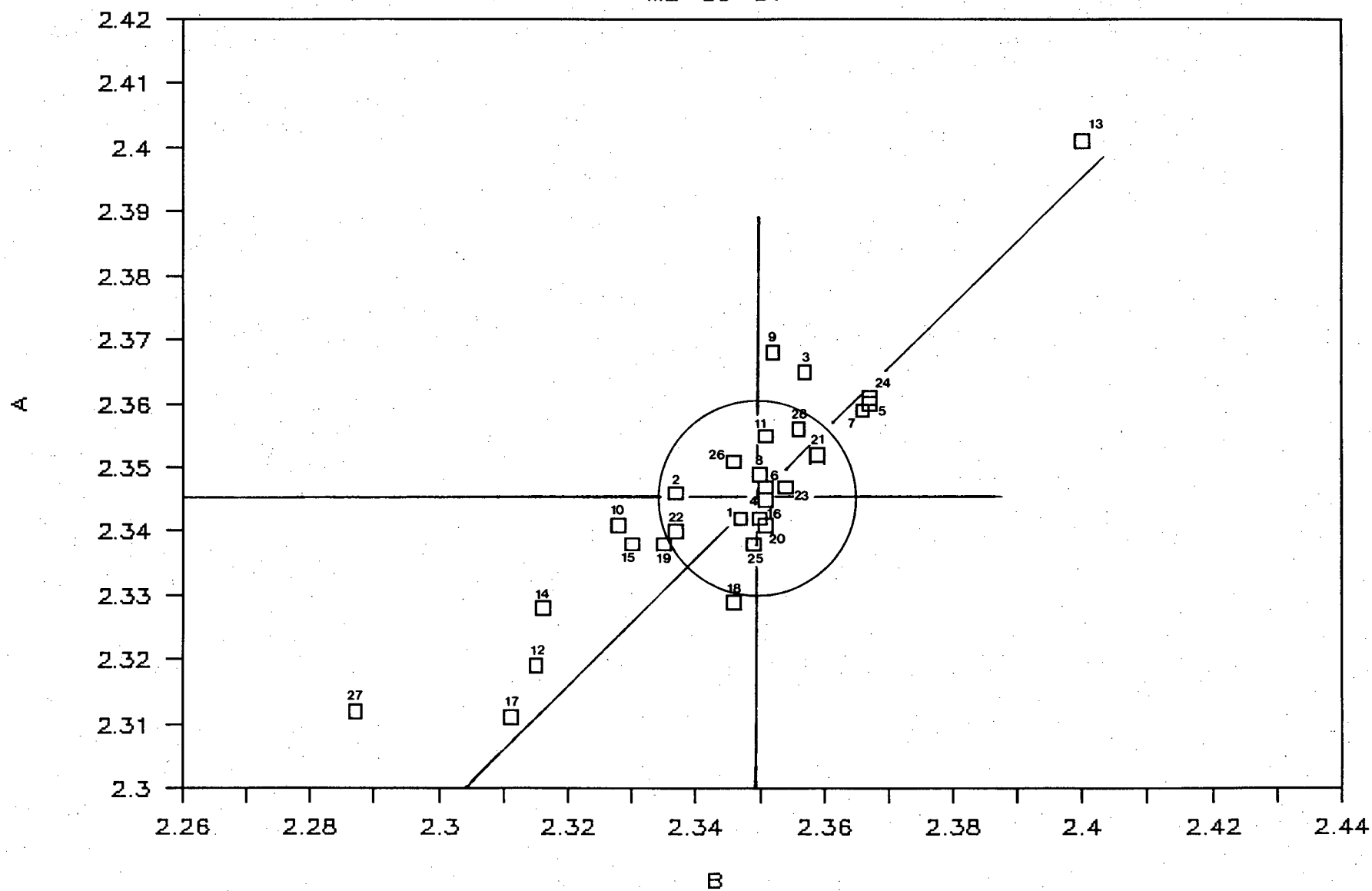
% BITUME

LABORATOIRE NO	MOYENNE		E.N.O.		GRAPHIQUE		NOTE GLOBALE
	A	B	A	B	A	B	
1	+4	+4	+4	+4	+4	+3	3.83
2	-4	+4	-4	+4	-3	+3	3.67
3	+4	-4	+4	-4	-4	-4	4.00
4	+4	+4	+4	+4	-4	+4	4.00
5	+4	+4	+4	+4	+4	+3	3.83
6	0	0	+3	+3	0	0	1.00
7	+4	-4	+4	-4	+4	-4	4.00
8	-4	-4	-4	-4	-4	-4	4.00
9	+3	-4	+4	-4	+3	-4	3.67
10	+4	-4	+4	-4	+4	+4	4.00
11	0	+3	-4	+4	0	+2	2.17
12	-4	-4	-4	-4	-4	-4	4.00
13	0	0	+2	+3	0	0	0.83
14	-1	-2	-4	-4	-1	-2	2.33
15	+4	-4	+4	-4	-4	-4	4.00
16	+4	-4	+4	-4	-4	-4	4.00
17	+2	+2	+4	+4	+2	+1	2.50
18	+4	-4	+4	-4	+4	-4	4.00
19	-3	-3	-4	-4	-3	-4	3.50
20	+4	-4	+4	-4	+4	-4	4.00
21	+3	+4	+4	+4	+3	+4	3.67
22	-4	-4	-4	-4	-4	+4	4.00
23	+4	+2	+4	+4	+4	+1	3.17
24	-4	-4	-4	-4	-4	-4	4.00
25	+3	+2	+4	+4	+4	+2	3.17
26	+4	+4	+4	+4	+4	+4	4.00
27	0	-4	-1	-4	0	-4	2.17
28	+4	-4	+4	-4	-4	+4	4.00

	D B	D H	S KN	d mm	E %
MOYENNE DES DIFFERENCES	0.0070	0.0031	0.6861	0.0727	0.0610
RAYON S	0.0062	0.0027	0.6079	0.0644	0.0540
RAYON E	0.0154	0.0068	1.5197	0.1611	0.1351

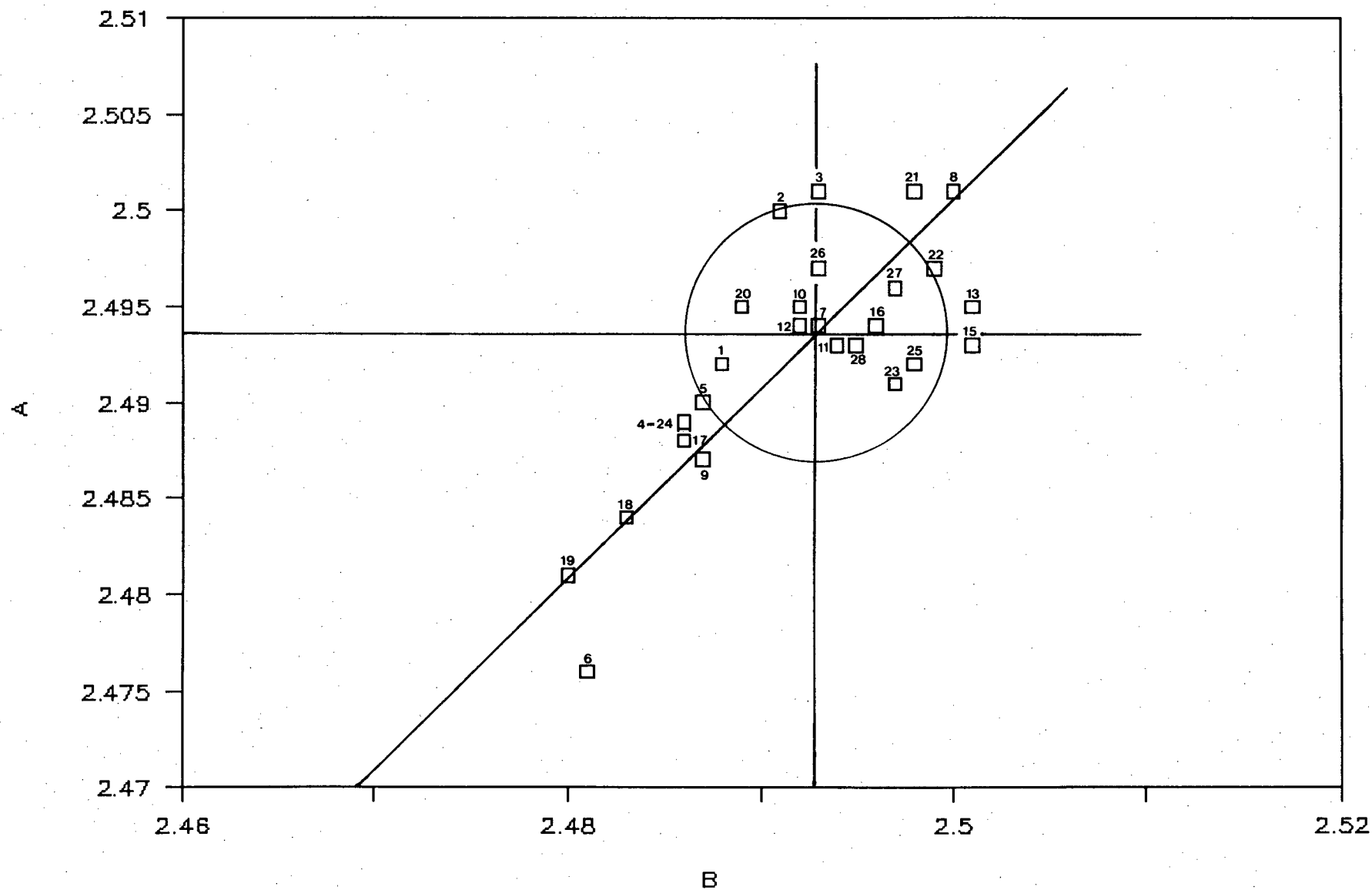
DENSITE BRUTE

MB-89-01



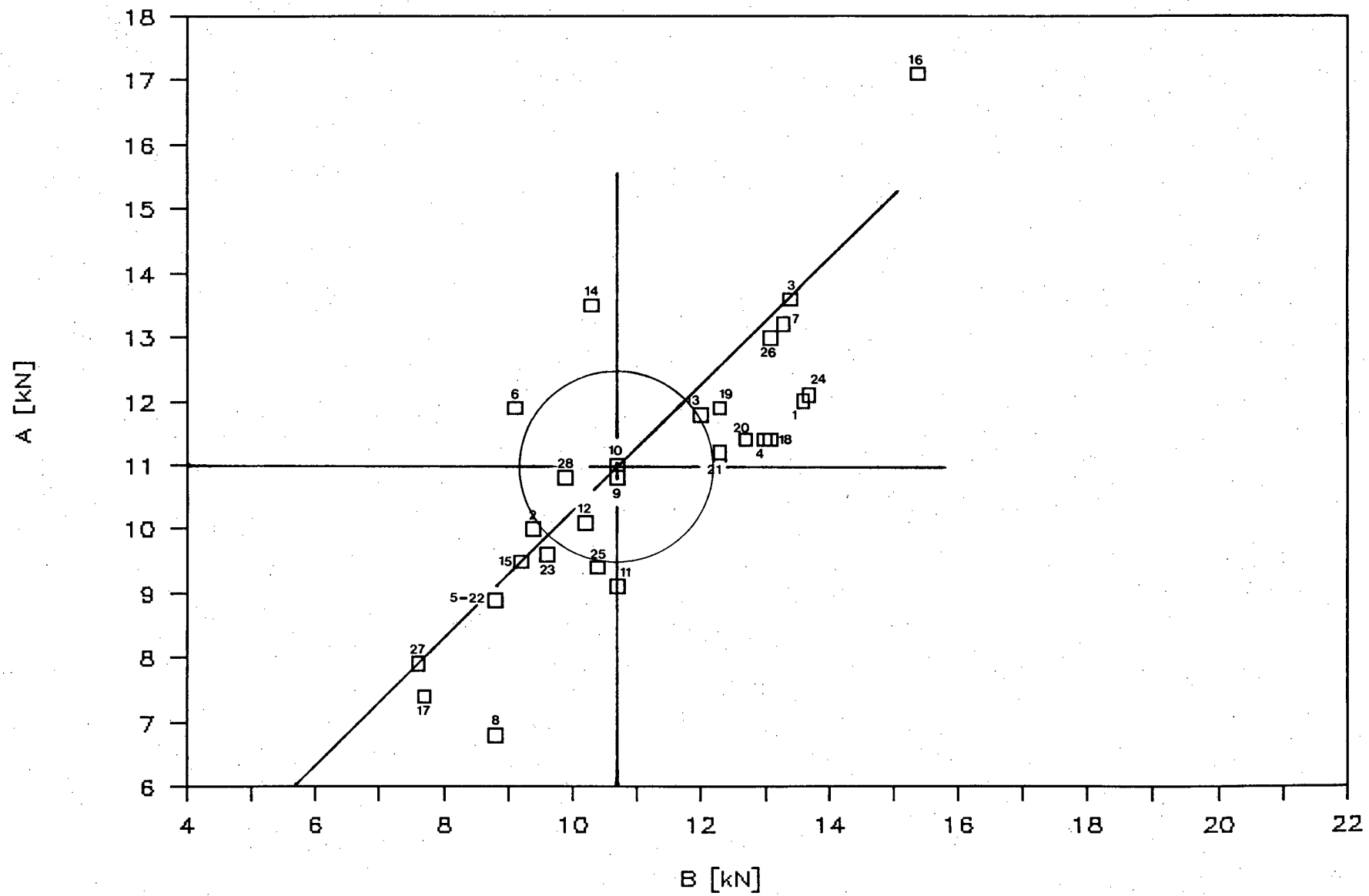
DENSITE MAXIMUM

MB-89-01



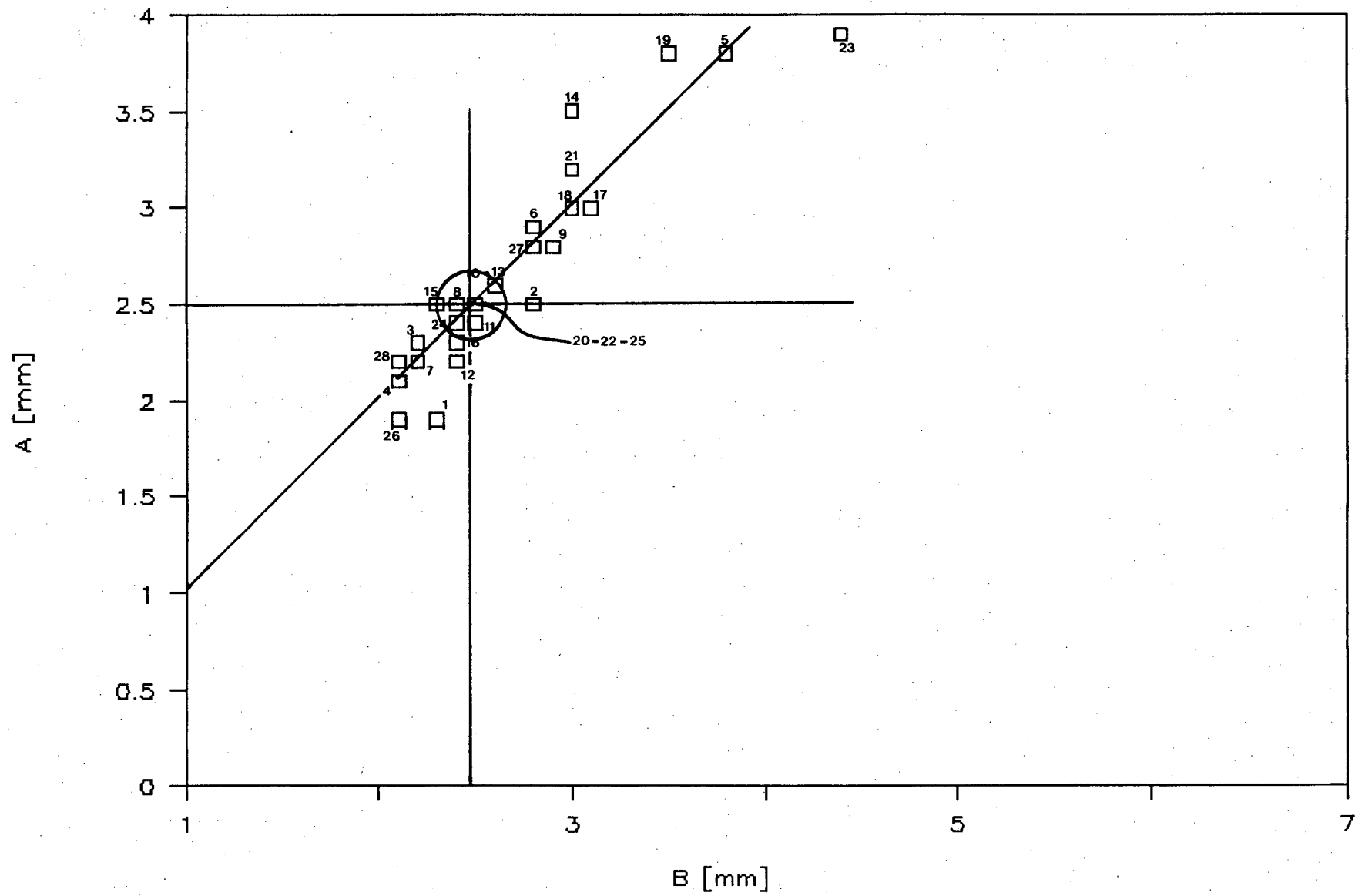
STABILITE

MB-89-01



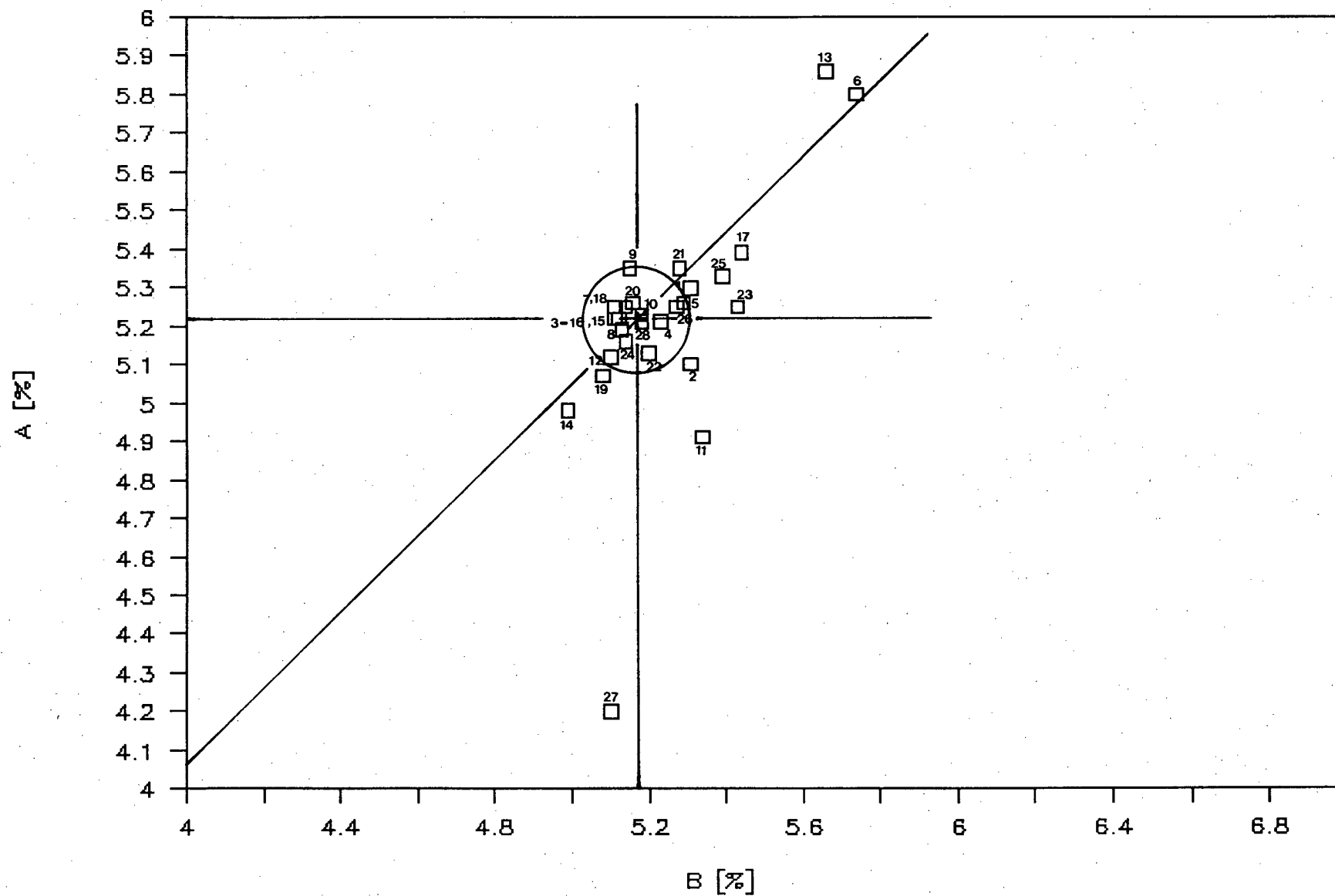
DEFORMATION

MB-89-01

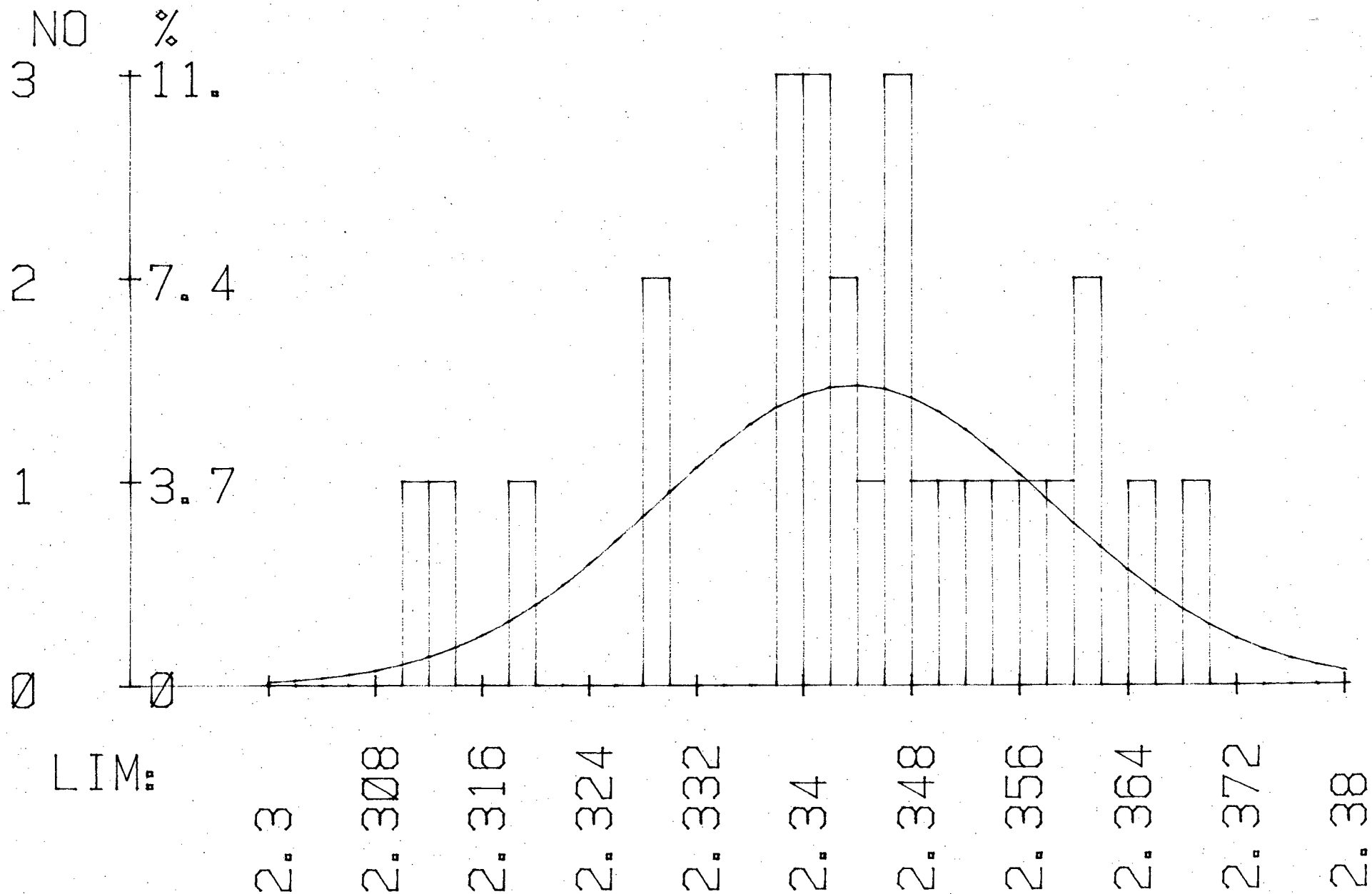


% BITUME

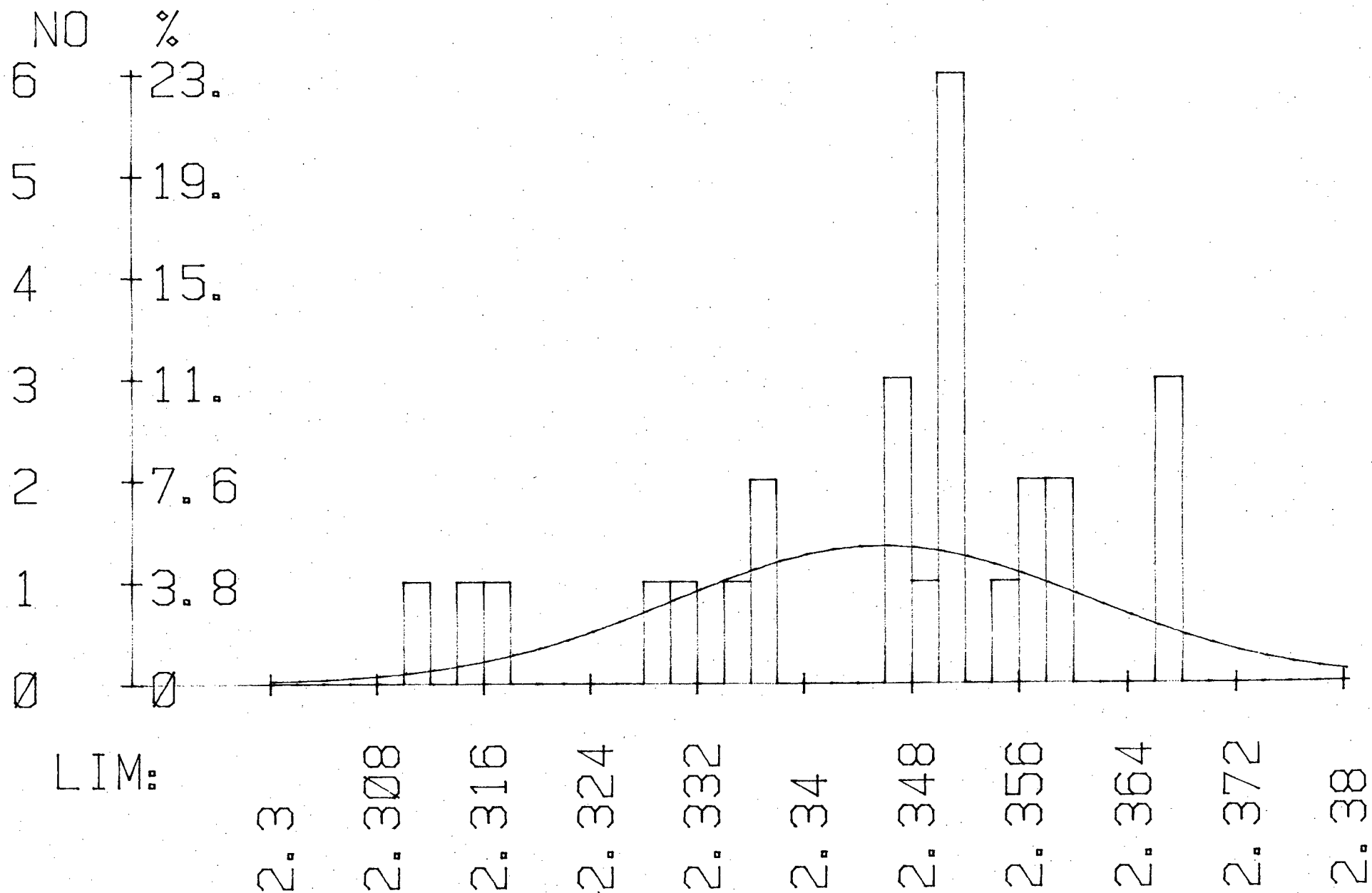
MB-89-01



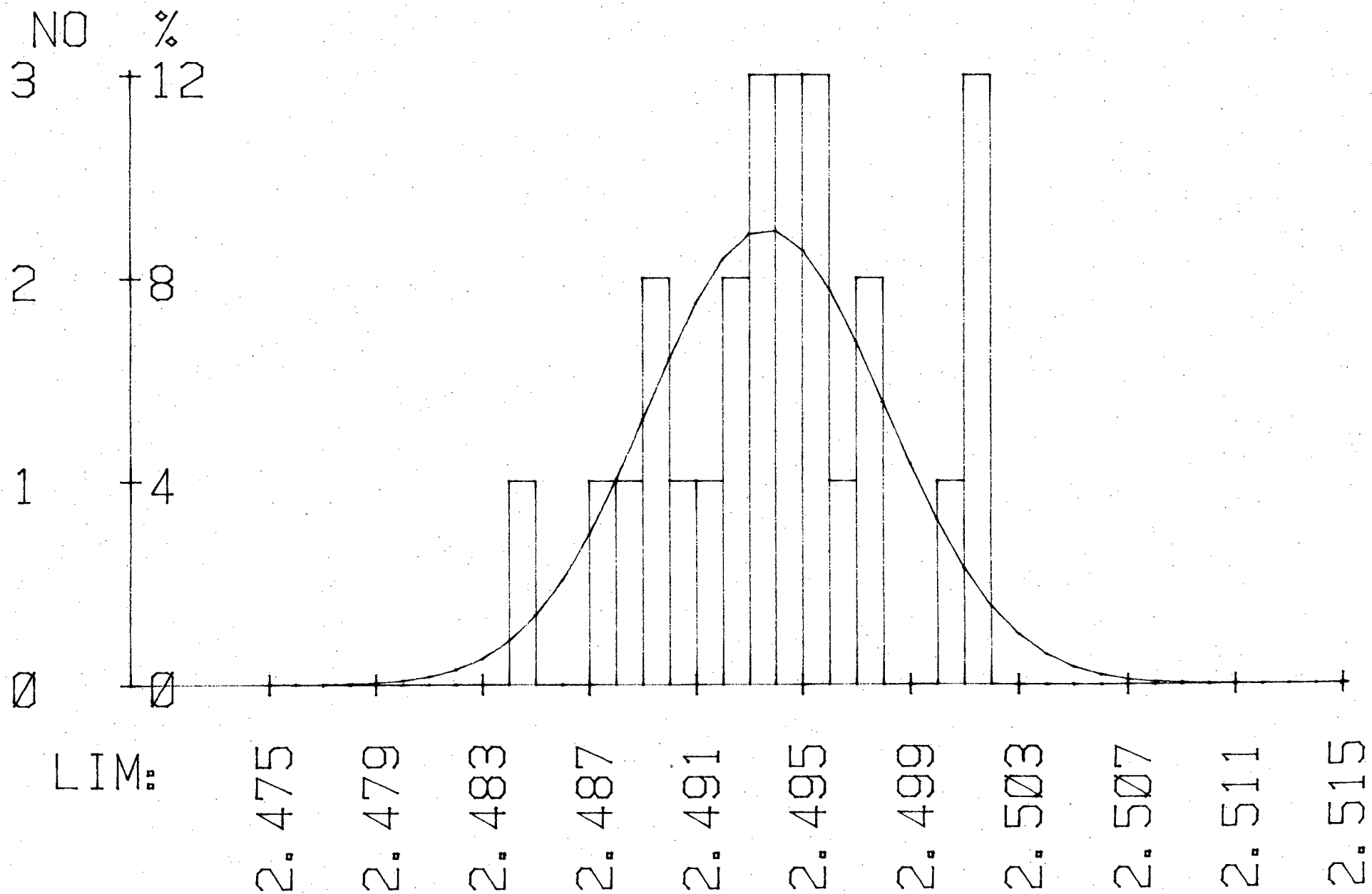
DENSITE BRUTE, ECH. A



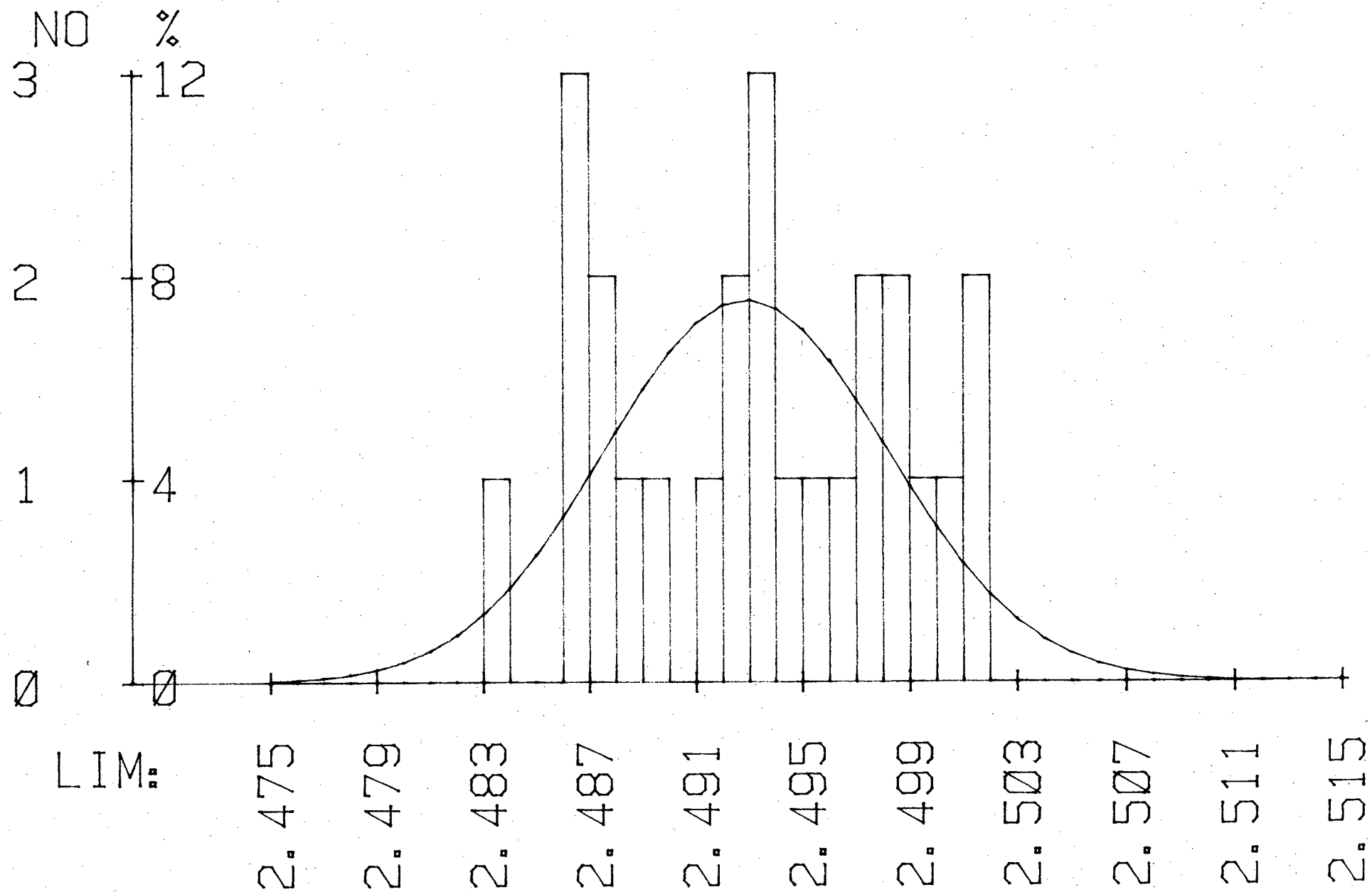
DENSITE BRUTE, ECH. B



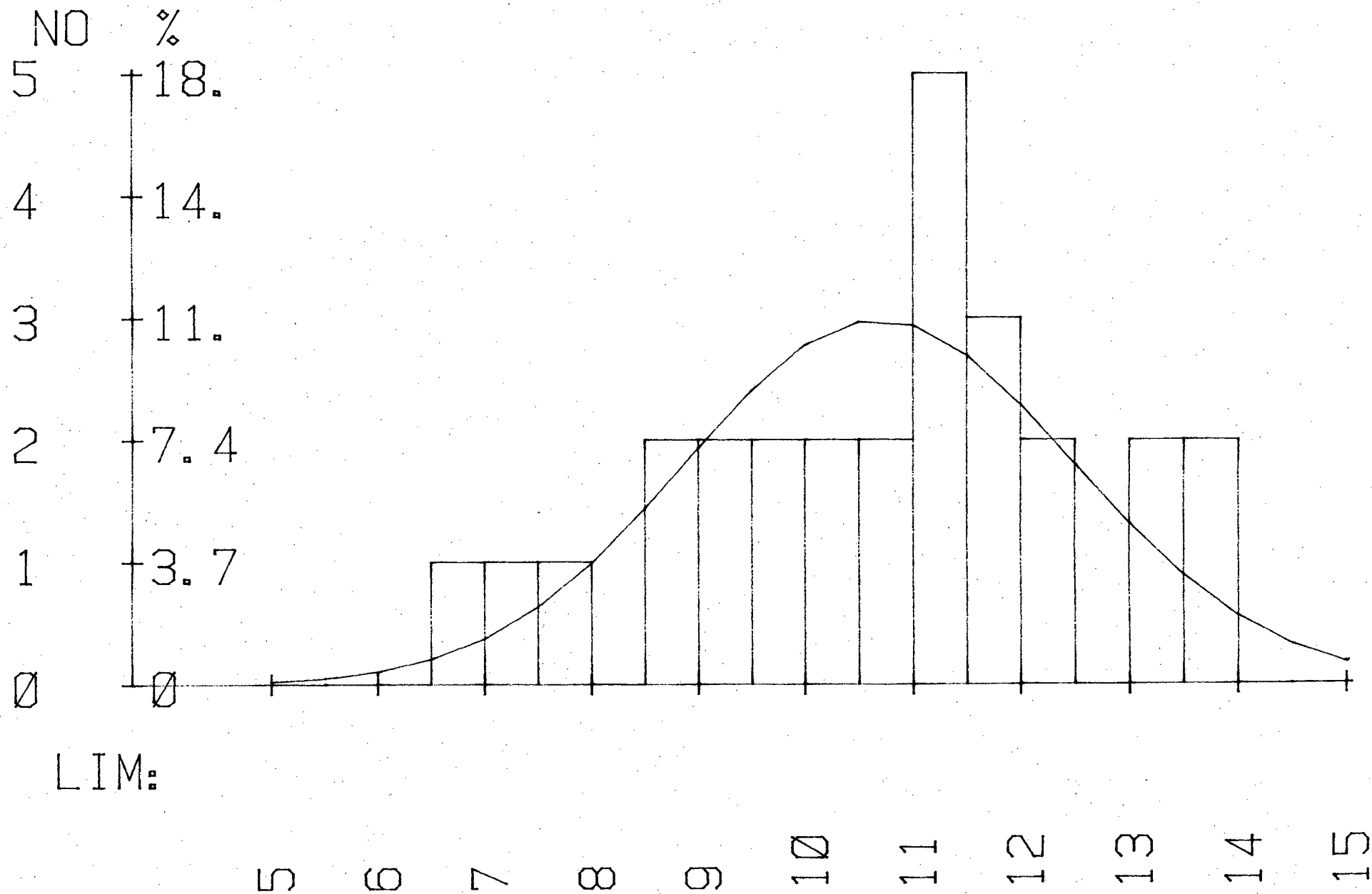
DENSITE MAXIMALE ECH. A



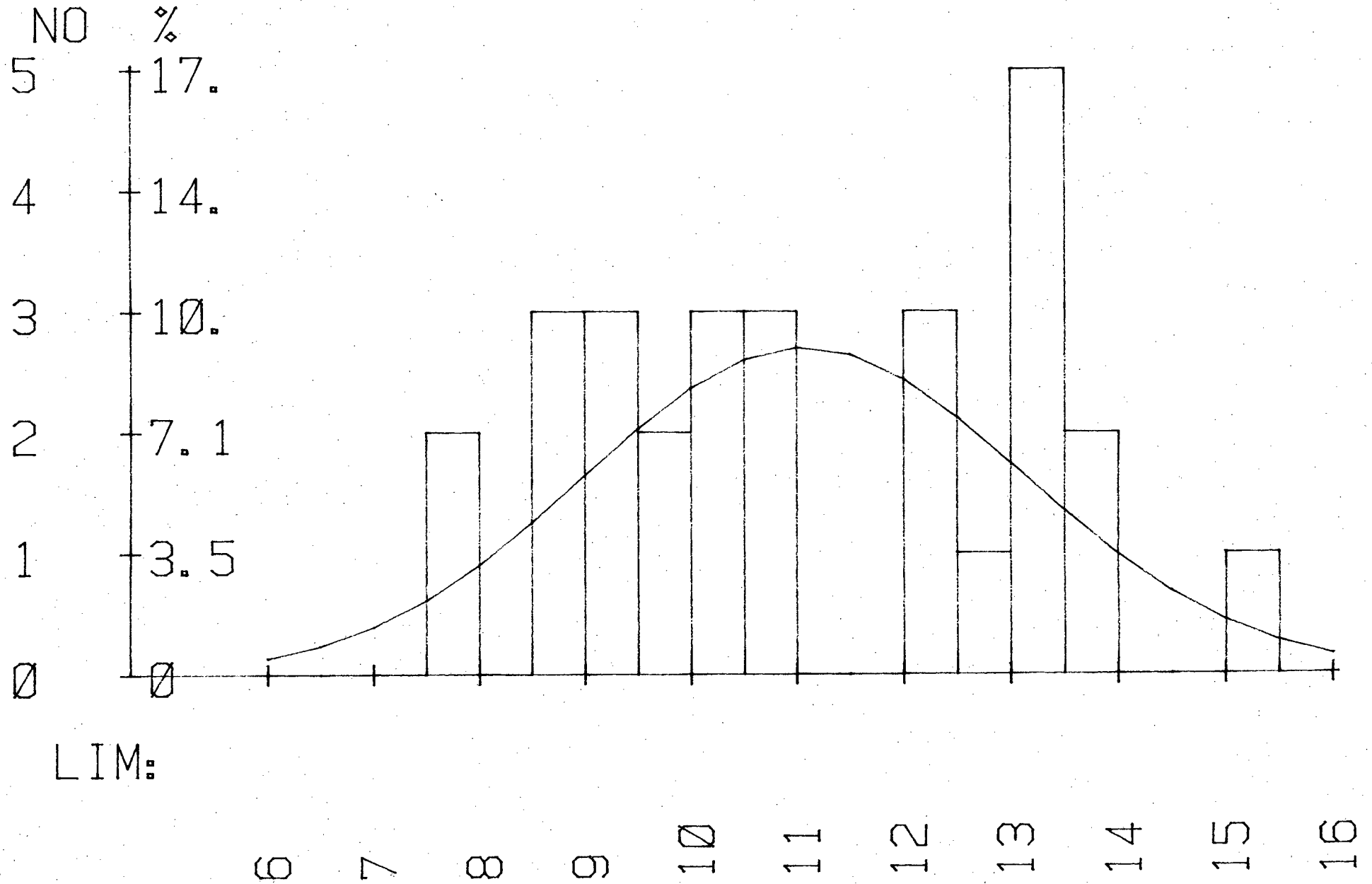
DENSITE MAXIMALE ECH. B



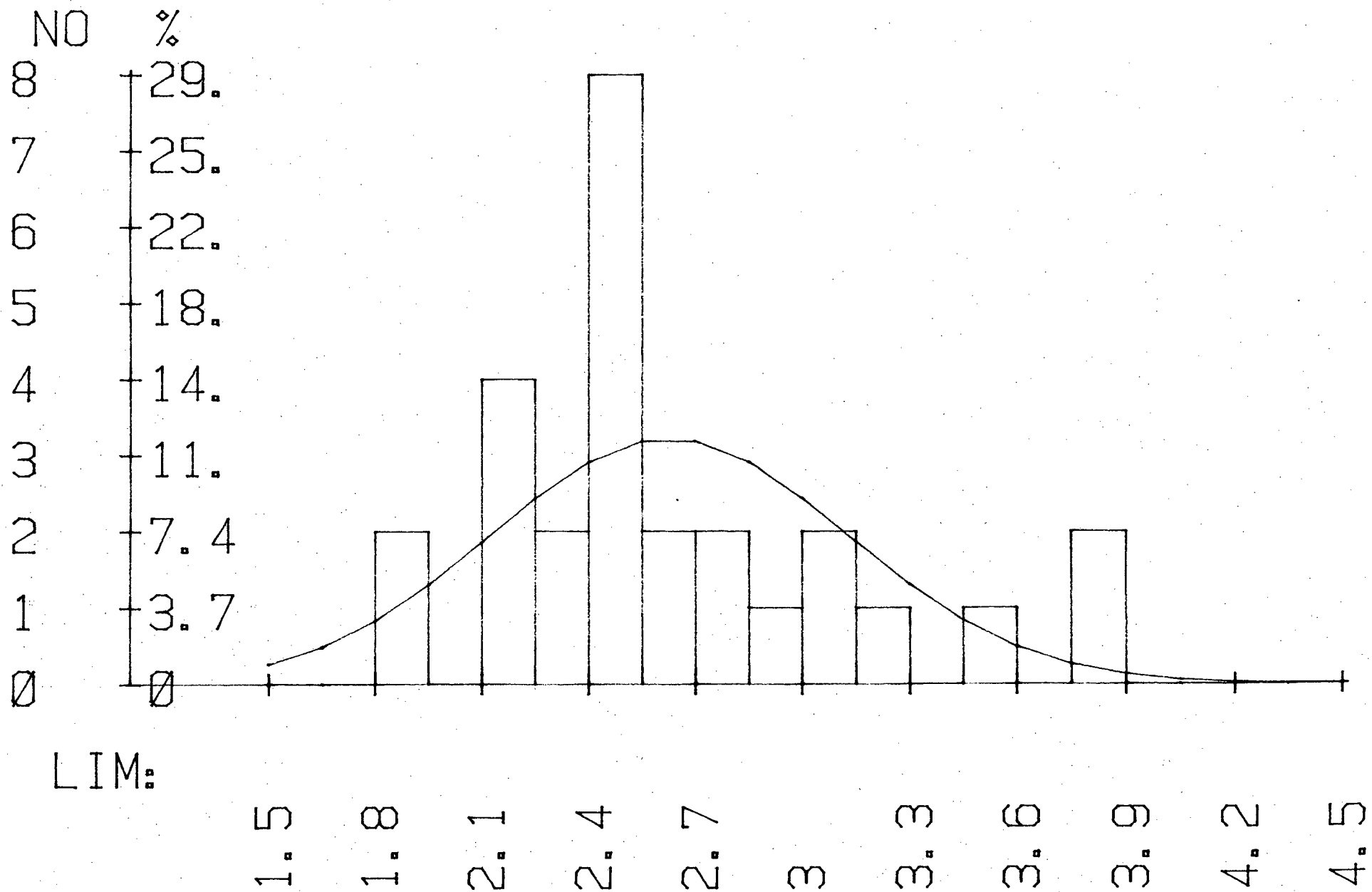
STABILITE MARSHALL ECH. A



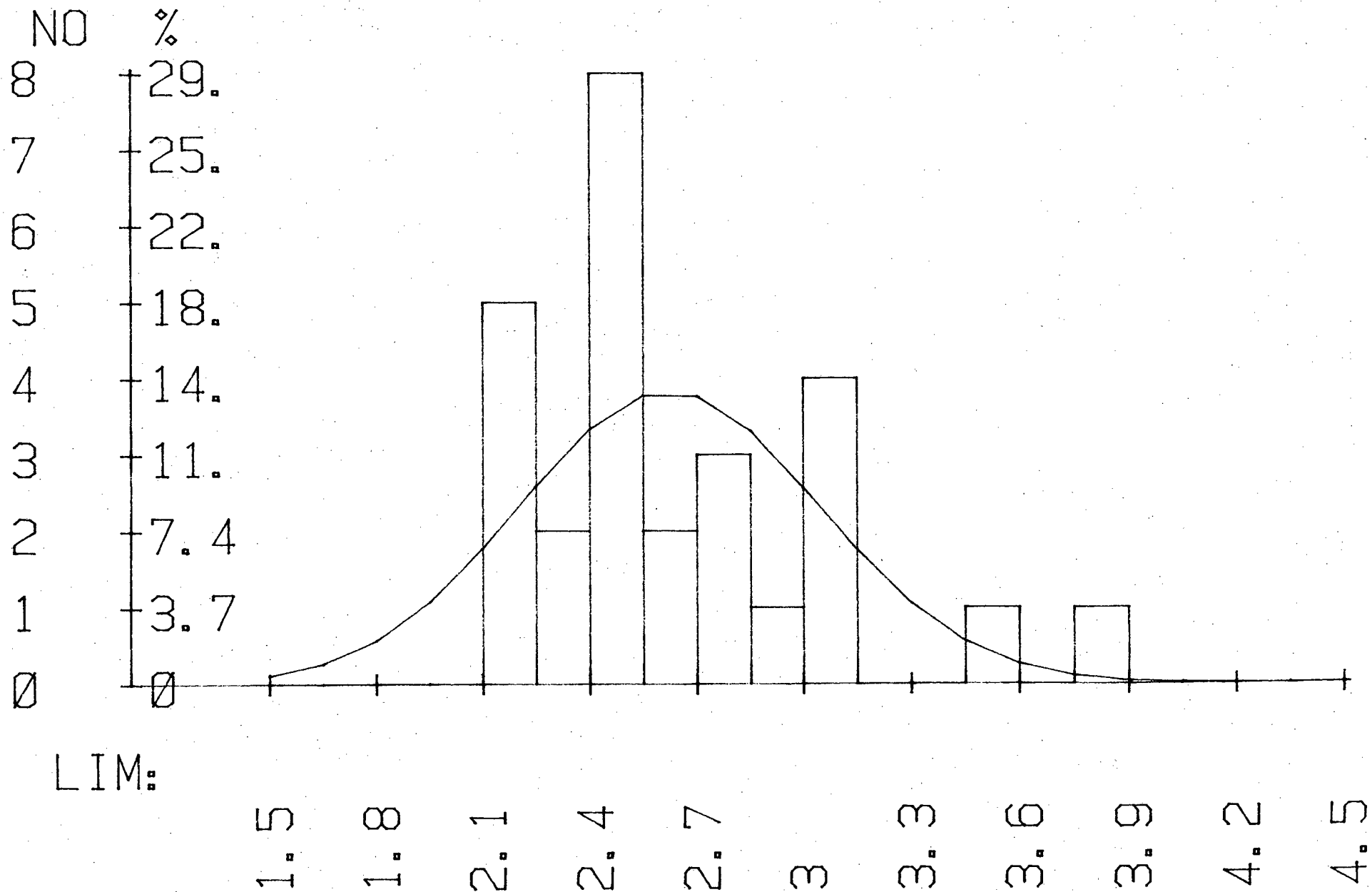
STABILITE MARSHALL ECH. B



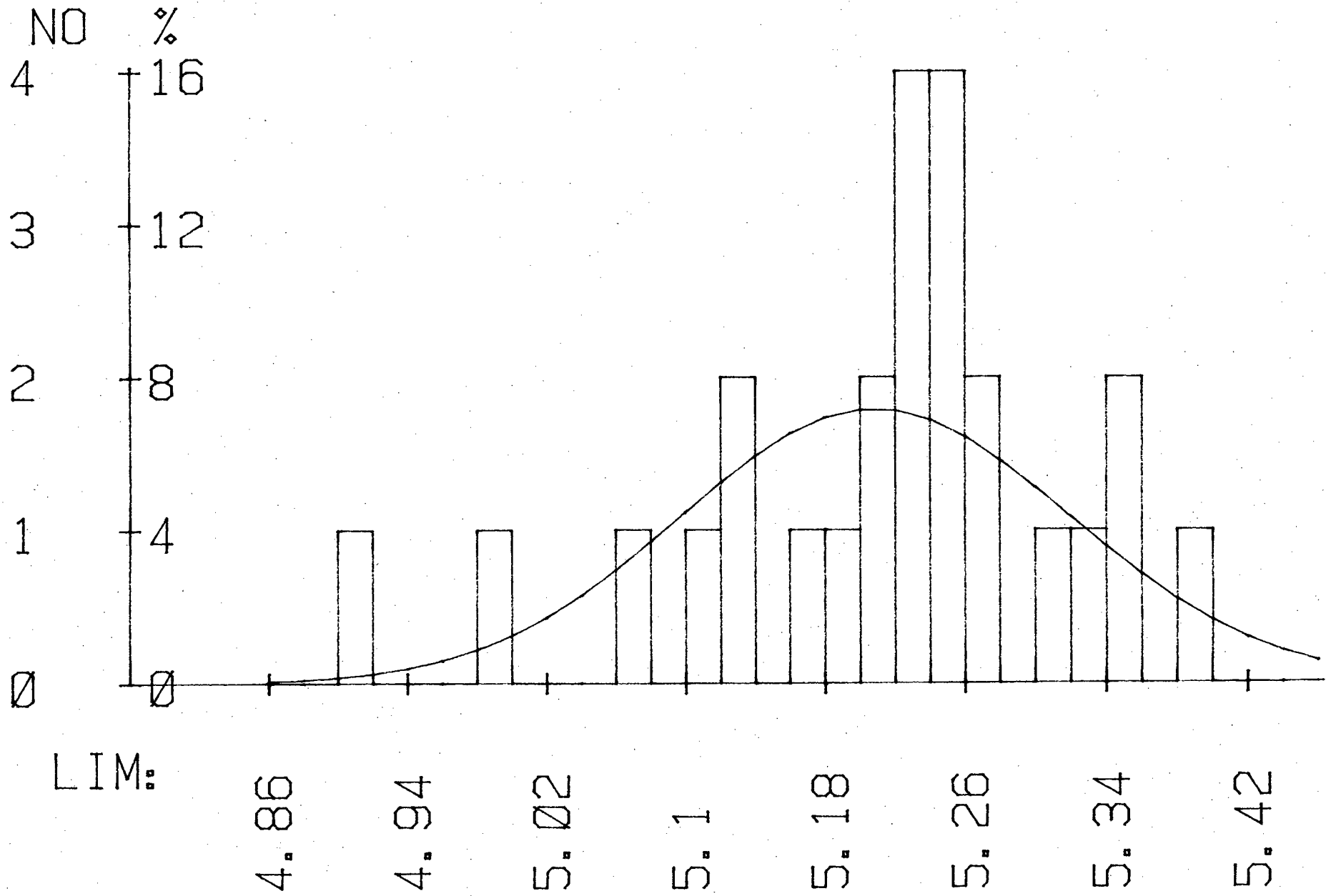
DEFORMATION ECH. A



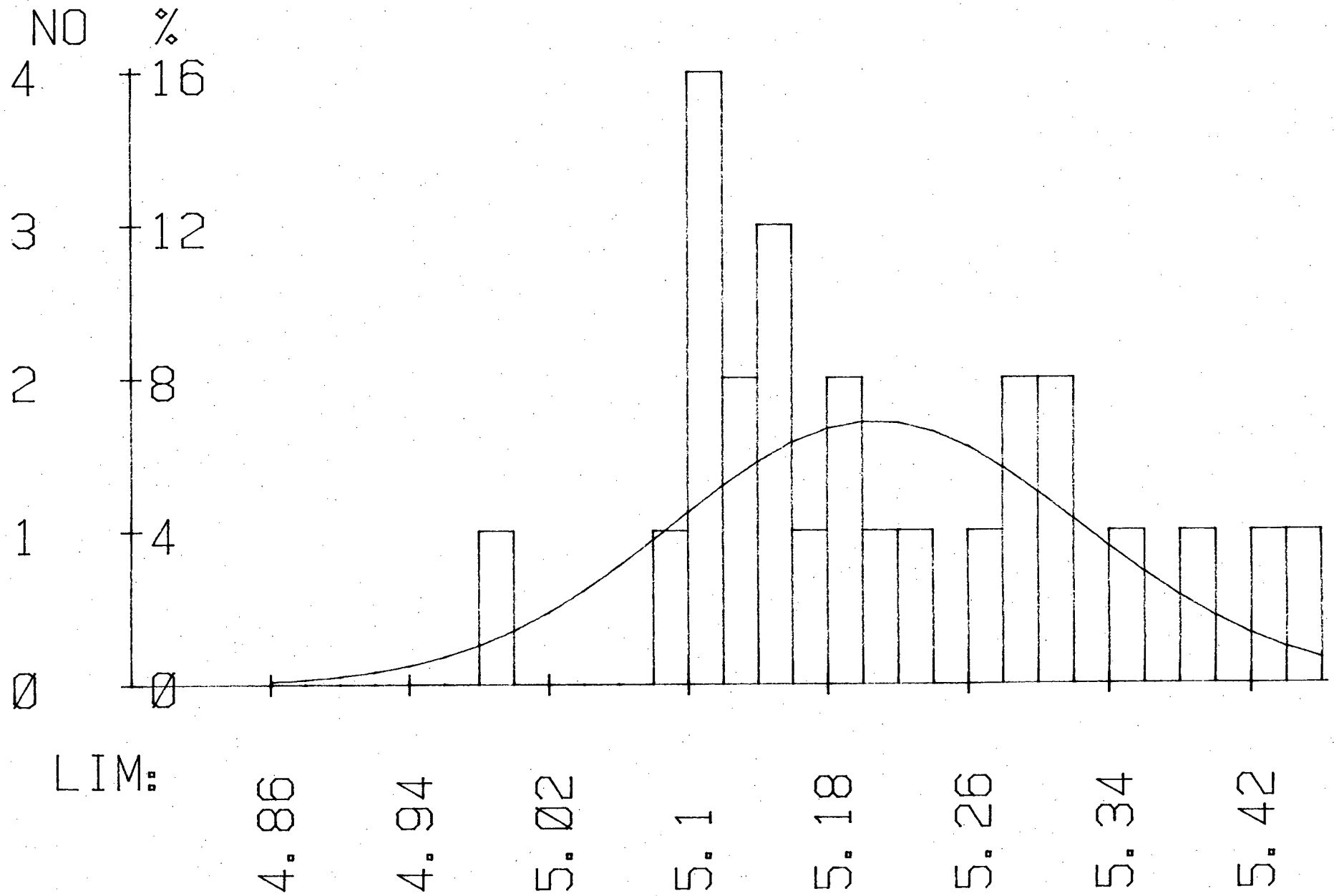
DEFORMATION ECH. B



% DE BITUME ECH. A



% DE BITUME ECH. B



MINISTÈRE DES TRANSPORTS



QTR A 199 040