



Annexes
Renforcement de dalles épaisses
Volet expérimental

Rapport d'étape
Département de génie civil

Présenté à
Sylvain Goulet ing.
Chargé de projet
Ministère des transports du Québec

Par
Josée Bastien, ing. PhD, responsable
Marc Jolin, ing. PhD
Philippe Provencher, étudiant

1^{er} juin 2009

CANQ
UL
505
2009
Ann.



UNIVERSITÉ
LAVAL

1127944

Annexe A

Caractéristiques sommaires des dalles épaisses
et
Plans de fabrication détaillés des dalles épaisses

REÇU
Centre de documentation
22 FEV. 2013
Ministère des Transports

CANQ
UL
505
2009
Annex

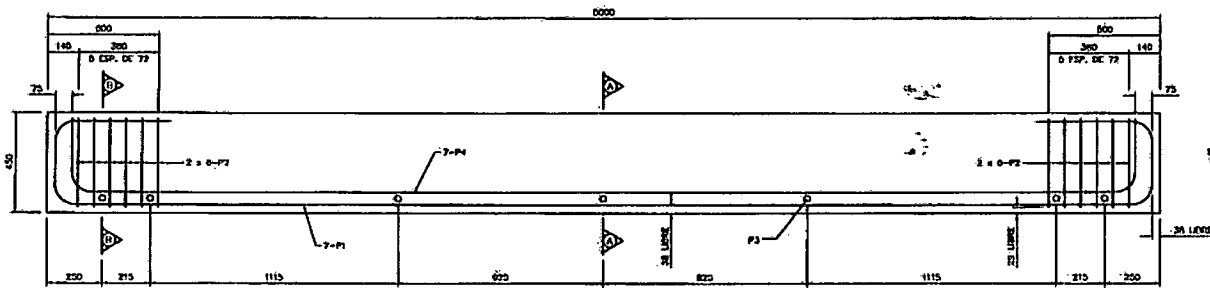
Ministère des Transports
Centre de documentation
700, boul. René-Lévesque Est,
21^e étage
Québec (Québec) G1R 5H1

Dalles épaisses en béton armé Types 1A et 1B			
Portée libre 4000 mm	Longueur totale 5000 mm	Largeur 610 mm	Profondeur 450 mm
	Armature de flexion	Sans armature de cisaillement	Avec armature de cisaillement
Type 1A 2 échantillons	14-25M sur 2 rangs $M_r = 770 \text{ kN.m}$ $\rho = 3,10 \%$ $c/d = 0,574$	$V_r = V_c = 274 \text{ kN}$ $P_{\max} = 401 \text{ kN}$ (1/3 portée, $a/d = 3,60$) $M_{\max} = 368 \text{ kN.m}$	N/A
Type 1B 2 échantillons	14-25M sur 2 rangs $M_r = 770 \text{ kN.m}$ $\rho = 3,10 \%$ $c/d = 0,574$	N/A	2-15M @ 240 mm c/c (verticales) $V_r = 535 \text{ kN}$ $P_{\max} = 792 \text{ kN}$ (1/3 portée, $a/d = 3,60$) $M_{\max} = 710 \text{ kN.m}$

Dalles épaisses en béton armé Types 2A et 2B			
Portée libre 4000 mm	Longueur totale 5000 mm	Largeur 610 mm	Profondeur 450 mm
	Armature de flexion	Sans armature de cisaillement	Avec armature de cisaillement
Type 2A 2 échantillons	10-25M sur 1 rang $M_r = 660 \text{ kN.m}$ $\rho = 2,06 \%$ $c/d = 0,381$	$V_r = V_c = 263 \text{ kN}$ $P_{\max} = 384 \text{ kN}$ (1/3 portée, $a/d = 3,35$) $M_{\max} = 353 \text{ kN.m}$	N/A
Type 2B 2 échantillons	10-25M sur 1 rang $M_r = 660 \text{ kN.m}$ $\rho = 2,06 \%$ $c/d = 0,381$	N/A	2-10M @ 260 mm c/c (verticales) $V_r = 391 \text{ kN}$ $P_{\max} = 576 \text{ kN}$ (1/3 portée, $a/d = 3,35$) $M_{\max} = 524 \text{ kN.m}$

**Dalles épaisses en béton armé
Types 3A et 3B**

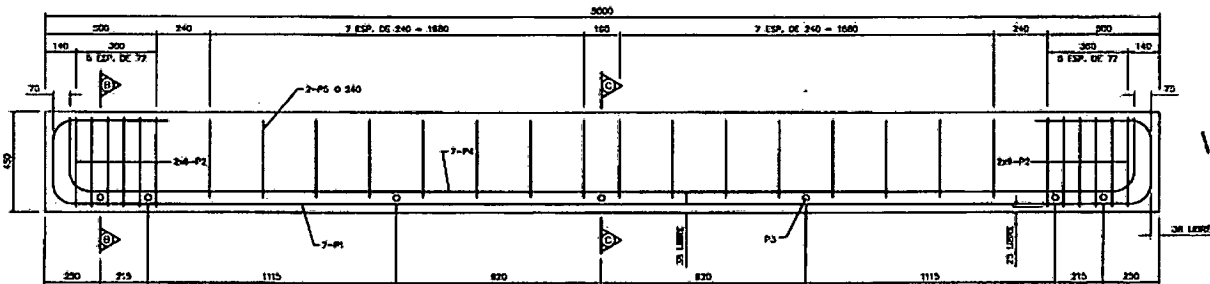
Portée libre 4000 mm	Longueur totale 5000 mm	Largeur 610 mm	Profondeur 750 mm
	Armature de flexion	Sans armature de cisaillement	Avec armature de cisaillement
Type 3A 2 échantillons	10-25M sur 1 rang $M_r = 1260 \text{ kN.m}$ $\rho = 1,17 \%$ $c/d = 0,217$	$V_r = V_c = 361 \text{ kN}$ $P_{\max} = 708 \text{ kN}$ (1/2 portée, $a/d = 2,87$) $M_{\max} = 729 \text{ kN.m}$	N/A
Type 3B 2 échantillons	10-25M sur 1 rang $M_r = 1260 \text{ kN.m}$ $\rho = 1,17 \%$ $c/d = 0,217$	N/A	2-15M @ 470 mm c/c (verticales) $V_r = 631 \text{ kN}$ $P_{\max} = 1248 \text{ kN}$ (1/2 portée, $a/d = 2,87$) $M_{\max} = 1269 \text{ kN.m}$



VUE EN ÉLEVATION

ECH. 1:10

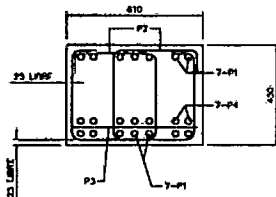
- POUTRE NON-ARMÉE EN CISAILLEMENT (TYPE 1A - 2 POUTRES) -



VUE EN ÉLEVATION

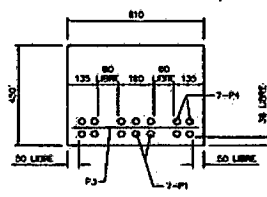
ECH. 1:10

- POUTRE RENFORCÉE EN CISAILLEMENT (TYPE 1B - 2 POUTRES) -



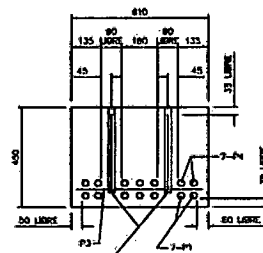
COUPE B-B

ECH. 1:10



COUPE A-A

ECH. 1:10



COUPE C-C

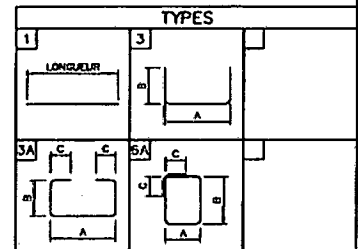
ECH. 1:10

PS Ø 240mm DANS TROUS
Ø10mm à 300mm SPACIÉS A
L'AXE DU SYSTÈME D'ARRIÈRE
ADHÉFIF ÉLECTROLYTE
Ø4x11 107-RE 000-80
VOR DEVIS SPECIAL 130

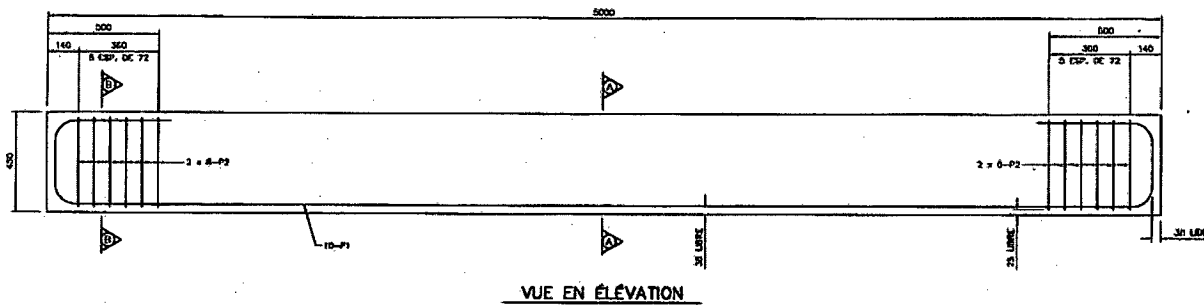
NOTES :
- POUR LES CARACTÉRISTIQUES DU BÉTON,
VOIR DEVIS SPECIAL 130
- LES ARMATURES DOIVENT ÊTRE
INSTRUMENTÉES, VOIR DEVIS SPECIAL 130

BORDEREAU D'ARMATURE									
POUTRE NON-ARMÉE EN CISAILLEMENT (TYPE 1A)									
IDENTIF.	PR.	A	B	C	LONGUEUR (m)	NO.	ARMÉE	MASSÉ (kg)	
P1	3A	4925	370	015	6695	25	7	184	
P2	6A	300	400	110	1760	10	24	34	
P3	1				635	20	7	15	
P4	3	4775	330		5415	25	7	148	
TOTAL PAR POUTRE =									382 kg
ACIER D'ARMATURE HUIGANE 400W									
NOMBRE DE POUTRES REÇUES : 2									
VOLUME DE BÉTON REÇUS : 2,74 m ³									
ACIER D'ARMATURE REÇUS : 704 kg									

BORDEREAU D'ARMATURE									
POUTRE RENFORCÉE EN CISAILLEMENT (TYPE 1B)									
IDENTIF.	PR.	A	B	C	LONGUEUR (m)	NO.	ARMÉE	MASSÉ (kg)	
P1	3A	4925	370	015	8085	25	7	184	
P2	6A	300	400	110	1760	10	24	34	
P3	1				635	20	7	15	
P4	3	4775	330		5415	25	7	148	
P5	1				340	10	32	17	
TOTAL PAR POUTRE =									389 kg
ACIER D'ARMATURE HUIGANE 400W									
NOMBRE DE POUTRES REÇUES : 2									
VOLUME DE BÉTON REÇUS : 2,74 m ³									
ACIER D'ARMATURE REÇUS : 706 kg									

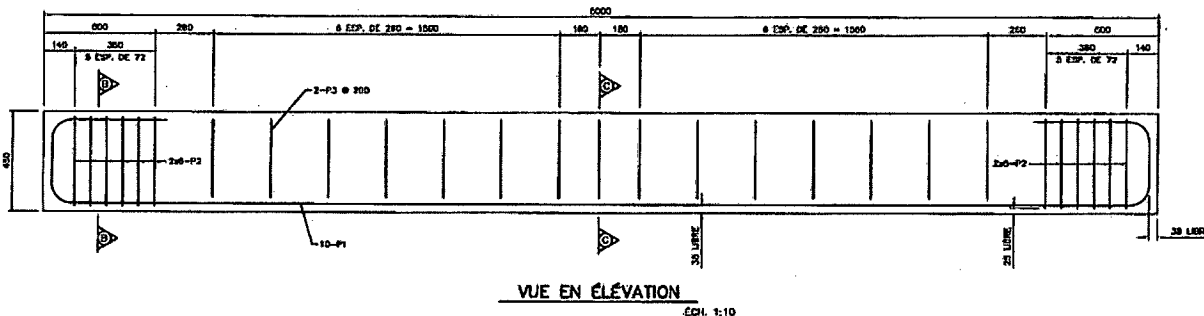


DOSSIER DIRECTION DES STRUCTURES			
PROJET			
A	B	C	D
07/11/20	DATE D'ÉMISSION DU PLAN		
TECHNIEN : G. CHAMBERLAND			
PRÉPARÉ PAR : S. COLLET Ing.			
VÉRIFIÉ PAR :			
DIRECTION DES STRUCTURES			
POUTRES RECTANGULAIRES EN BÉTON ARMÉ (TYPES 1A ET 1B)			
IDENTIFICATION TECHNIQUE			
IDENTIFICATION RÉGIONALEMENT			



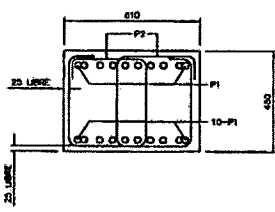
VUE EN ÉLEVATION
ECH. 1:10

- POUTRE NON-ARMÉE EN CISAILLEMENT (TYPE 2A - 2 POUTRES) -

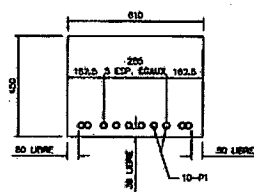


VUE EN ÉLEVATION
ECH. 1:10

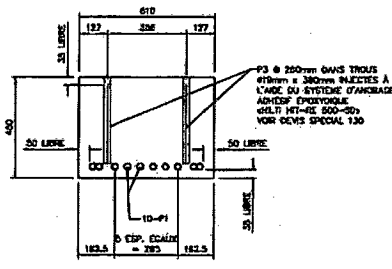
- POUTRE RENFORCÉE EN CISAILLEMENT (TYPE 2B - 2 POUTRES) -



COUPE B-B
ECH. 1:10



COUPE A-A
ECH. 1:10

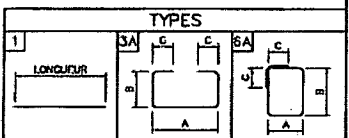


COUPE C-C
ECH. 1:10

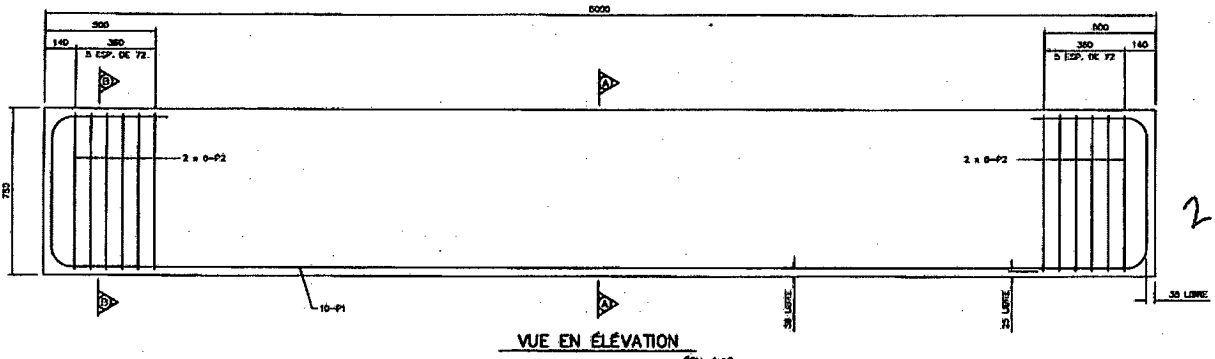
NOTES :
- POUR LES CARACTÉRISTIQUES DU BÉTON, VOIR DEVS SPECIAL 130.
- LES ARMATURES DOIVENT ÊTRE INSTRUMENTÉES, VOIR DEVS SPECIAL 130

BORDEREAU D'ARMATURE										
POUTRE NON-ARMÉE EN CISAILLEMENT (TYPE 2A)										
IDENTIF.	TYP.	A	B	C	LONGUEUR (mm)	NO	SECTION	MASSE (kg)		
P1	3A	4925	370	515	6695	25	10	253		
P2	6A	345	400	110	1710	10	24	32		
								TOTAL PAR POUTRE =	285 kg	
ACIER D'ARMATURE HAUTE 400W										
NOMBRE DE POUTRES REQUÉES : 2										
VOLUME DE BÉTON REQUÉ : 2,74 m ³										
ACIER D'ARMATURE REQUÉ : 500 kg										

BORDEREAU D'ARMATURE										
POUTRE RENFORCÉE EN CISAILLEMENT (TYPE 2B)										
IDENTIF.	TYP.	A	B	C	LONGUEUR (mm)	NO	SECTION	MASSE (kg)		
P1	3A	4925	370	515	6695	25	10	253		
P2	6A	345	400	110	1710	10	24	32		
P3	1				345	10	30	6		
								TOTAL PAR POUTRE =	303 kg	
ACIER D'ARMATURE HAUTE 400W										
NOMBRE DE POUTRES REQUÉES : 2										
VOLUME DE BÉTON REQUÉ : 2,74 m ³										
ACIER D'ARMATURE REQUÉ : 500 kg										

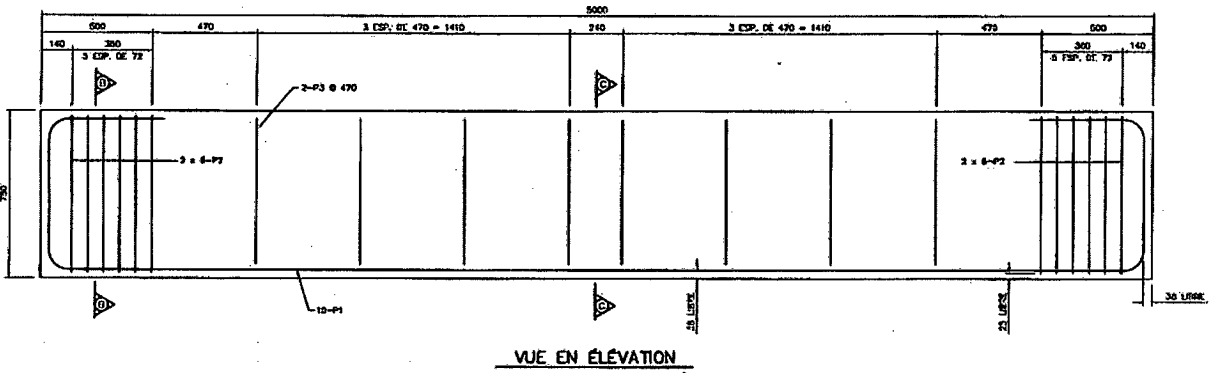


DOSSIER DIRECTION DES STRUCTURES			
30000			
A	M	J	NATURE DE MODIFICATION
01	11	01	DATE D'ÉMISSION DU PLAN
TECHNIEN : G. CHAMBERLAND			
PRÉPARÉ PAR : S. COLLET			
VÉRIFIÉ PAR :			
Transports Québec			
DIRECTION DES STRUCTURES			
POUTRES RECTANGULAIRES EN BÉTON ARMÉ (TYPES 2A ET 2B)			
IDENTIFICATION TECHNIQUE			
IDENTIFICATION GROUPEMENT			



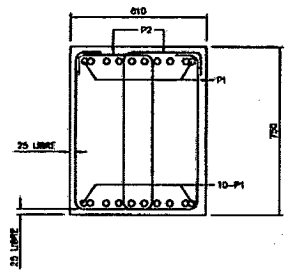
VUE EN ÉLEVATION
ECH. 1:10

- POUTRE NON-ARMÉE EN CISAILLEMENT (TYPE 3A - 2 POUTRES) -

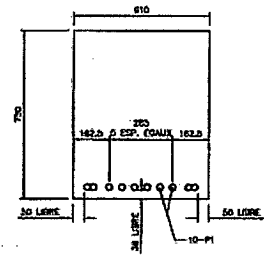


VUE EN ÉLEVATION
ECH. 1:10

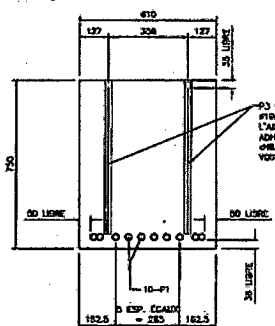
- POUTRE RENFORCÉE EN CISAILLEMENT (TYPE 3B - 2 POUTRES) -



COUPE B-B
ECH. 1:10



COUPE A-A
ECH. 1:10



COUPE C-C
ECH. 1:10

NOTES :
- POUR LES CARACTERISTIQUES DU BÉTON, VOIR DEVIS SPECIAL 130.
- LES ARMATURES DOIVENT ÊTRE INSTRUMENTÉES, VOIR DEVIS SPECIAL 130.

BORDEREAU D'ARMATURE
POUTRE NON-ARMÉE EN CISAILLEMENT (TYPE 3A)

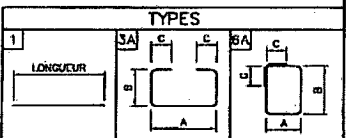
IDENTIF.	TR.	A	B	C	LONGUEUR (m)	NO	NOBRE	MASSÉ (kg)
P1	3A	4725	870	815	7795	25	10	206
P2	6A	340	700	110	2310	10	24	44
TOTAL PAR POUTRE =								330 kg

ACIER D'ARMATURE NUANCE 400W
NOMBRE DE POUTRES REQUIS : 2
VOLUME DE BÉTON REQUIS : 4,58 m³
ACIER D'ARMATURE REQUIS : 660 kg

BORDEREAU D'ARMATURE
POUTRE RENFORCÉE EN CISAILLEMENT (TYPE 3B)

IDENTIF.	TR.	A	B	C	LONGUEUR (m)	NO	NOBRE	MASSÉ (kg)
P1	3A	4725	470	815	7795	25	10	206
P2	6A	340	700	110	2310	10	24	44
P3	1				645	15	18	18
TOTAL PAR POUTRE =								348 kg

ACIER D'ARMATURE NUANCE 400W
NOMBRE DE POUTRES REQUIS : 2
VOLUME DE BÉTON REQUIS : 4,99 m³
ACIER D'ARMATURE REQUIS : 672 kg



DOSSIER DIRECTION DES STRUCTURES

1			
A	B	J	NATURE DE MODIFICATION
07	11	20	DATE D'ÉMISSION DU PLAN
TECHNICIEN : G. CHAMBERLAND			
PRÉPARÉ PAR : E. COULET			
VÉRIFIÉ PAR :			
Transports Québec			
DIRECTION DES STRUCTURES			
POUTRES RECTANGULAIRES EN BÉTON ARMÉ (TYPES 3A ET 3B)			
IDENTIFICATION TECHNIQUE			
IDENTIFICATION ADOUPEMENT			

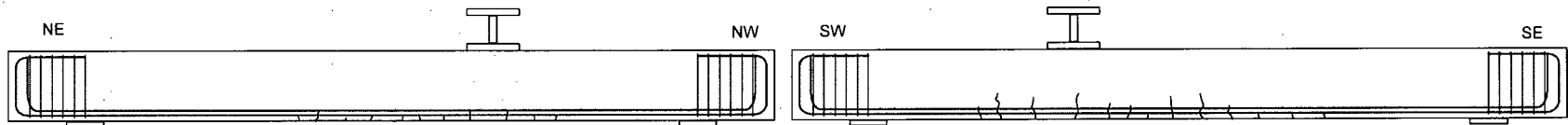
Annexe B

Schémas de fissuration des dalles

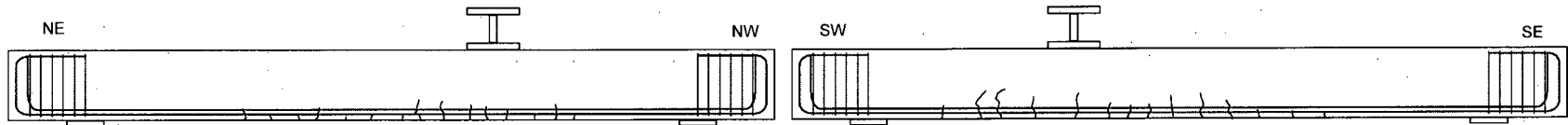
Dalle 1Aa

(charge max 474 kN @ 7,5 mm)

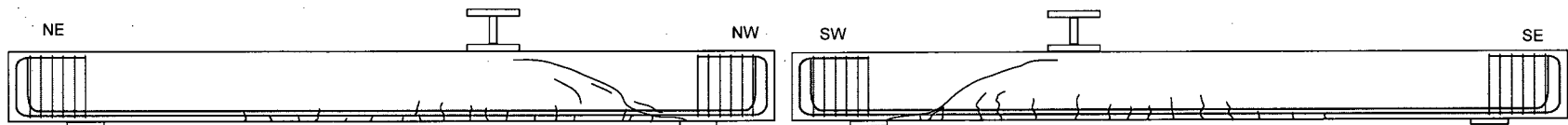
4,4 mm/293 kN



6,4 mm/400 kN



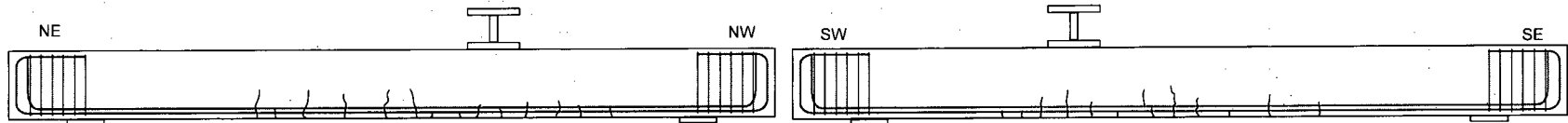
Fin



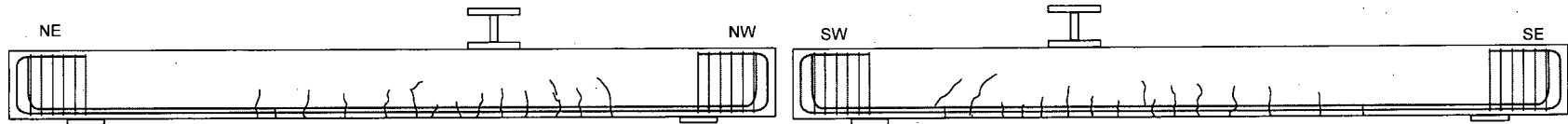
Dalle 1Ab

(charge max 7,6 kN @ 475 mm)

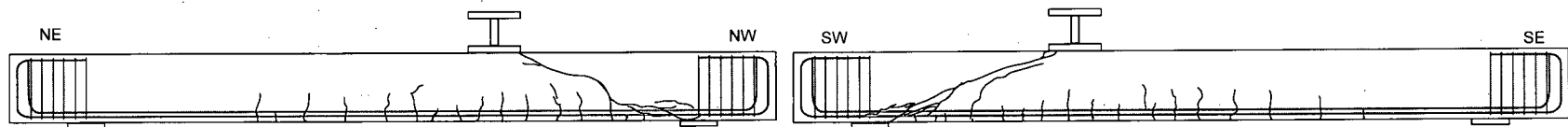
4,4 mm/280 kN



7,1 mm/455 kN

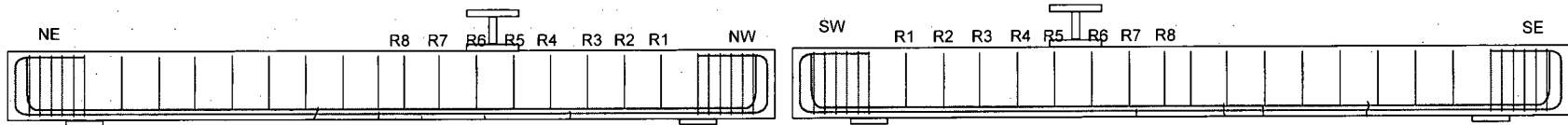


Fin

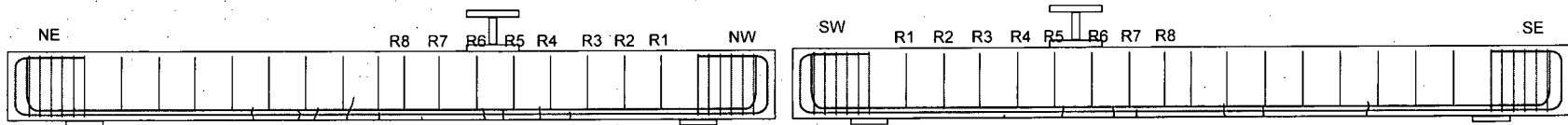


Dalle 1Ba (charge max 694 kN @ 13,6 mm)

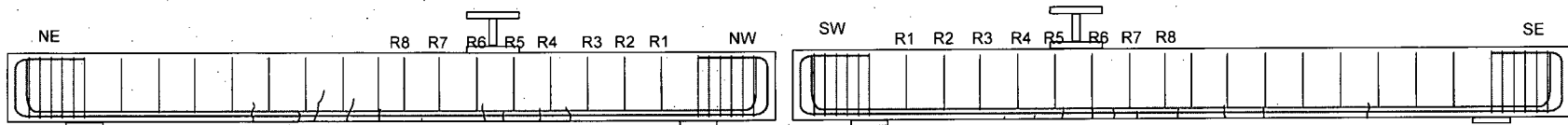
3,4 mm/227 kN



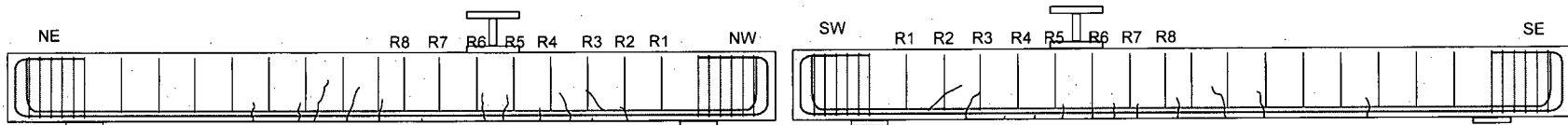
4,3 mm/282 kN



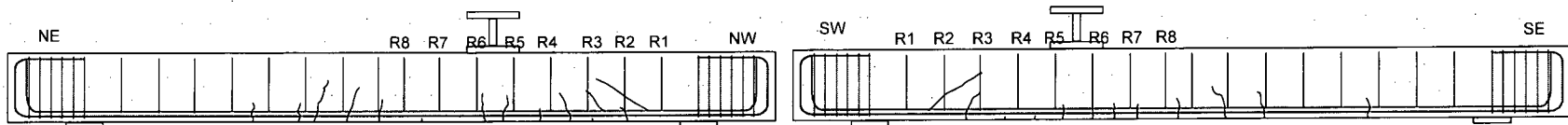
5,2 mm/338 kN



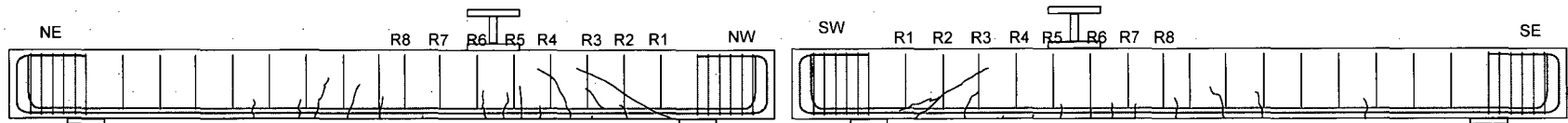
7,1 mm/448 kN



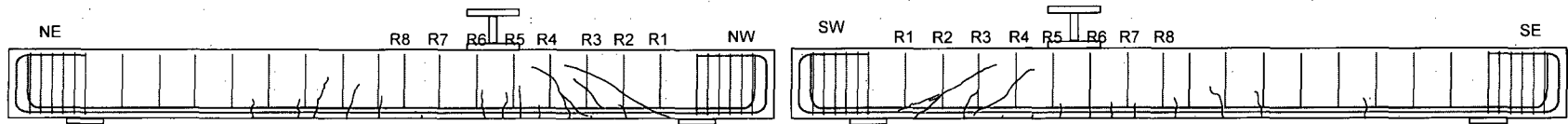
8,2 mm/488 kN



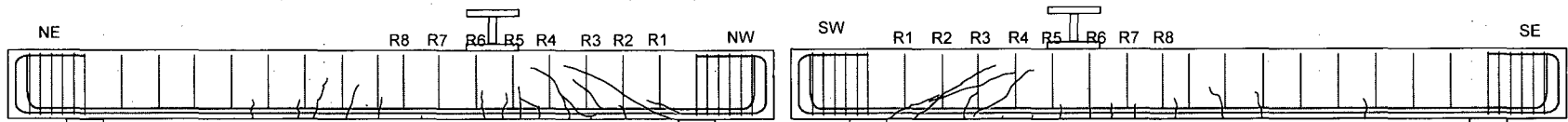
10,4 mm/605 kN



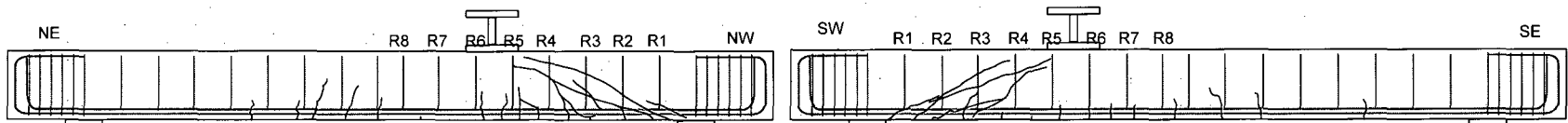
11,0 mm/630 kN



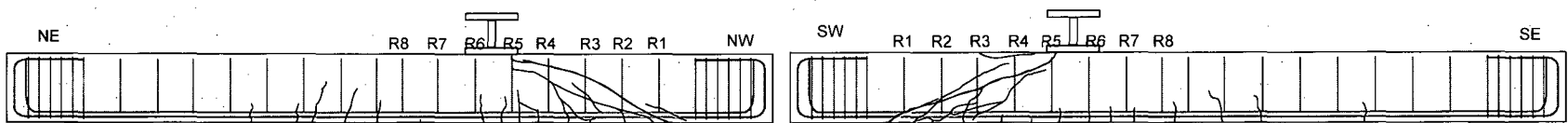
12,1 mm/650 kN



14,2 mm/633 kN



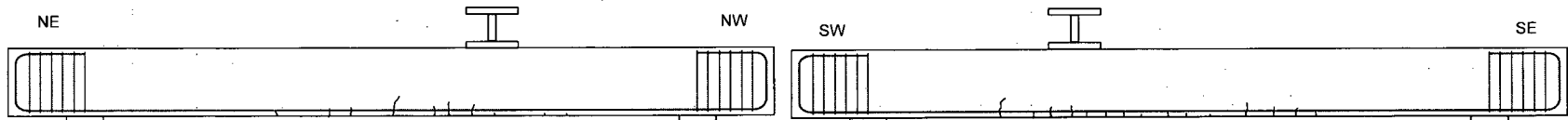
Finale



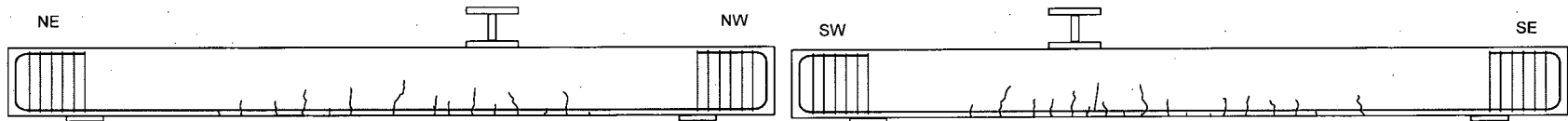
Dalle 2Aa

(charge max 405 kN @ 6,7 mm)

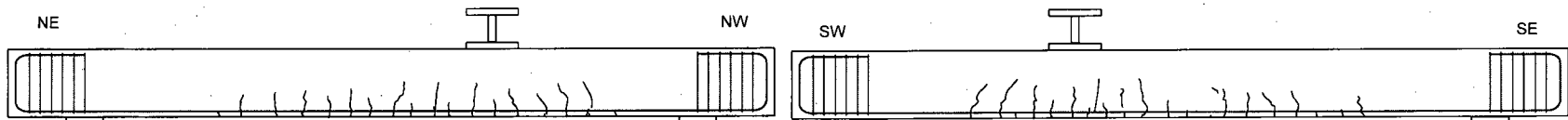
2,5 mm/165 kN



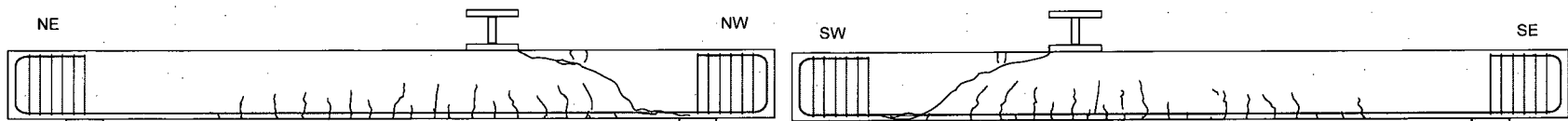
4,3 mm/272 kN



6,3 mm/390 kN



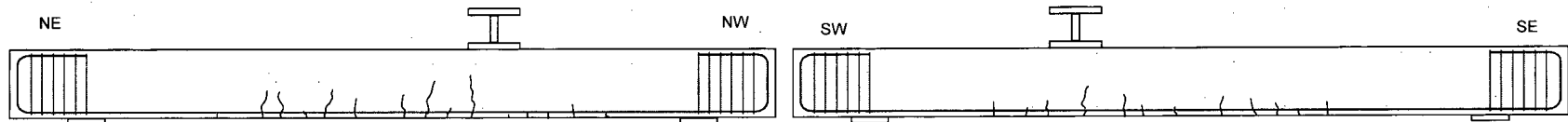
Finale



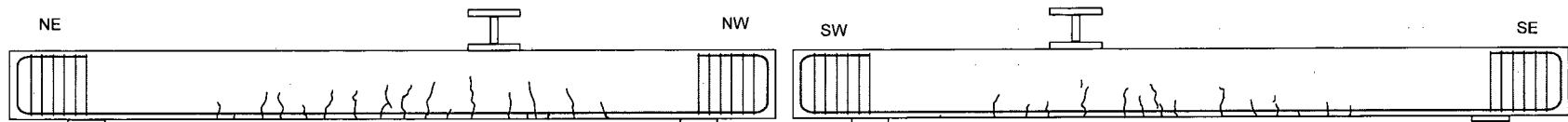
Dalle 2Ab

(charge max 444 kN @ 7,6 mm)

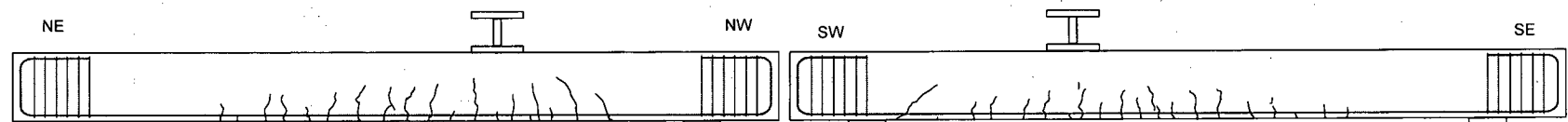
3,5 mm/222 kN



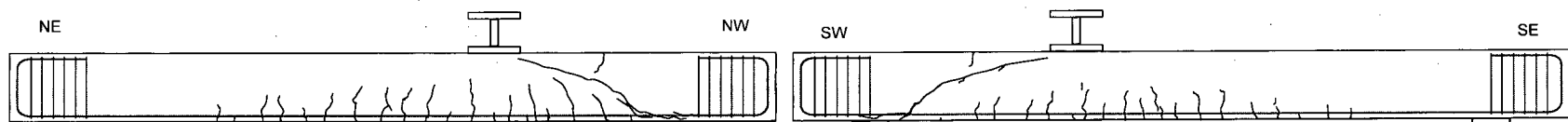
5,3 mm/335 kN



7,2 mm/436 kN



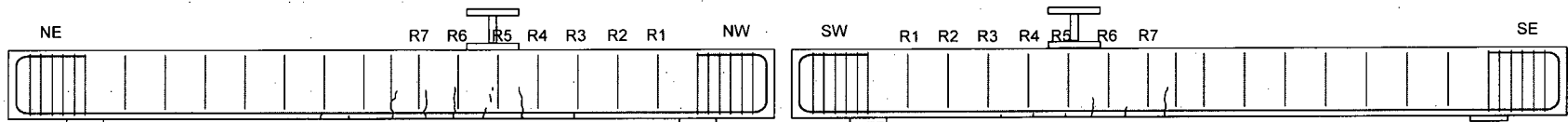
Finale



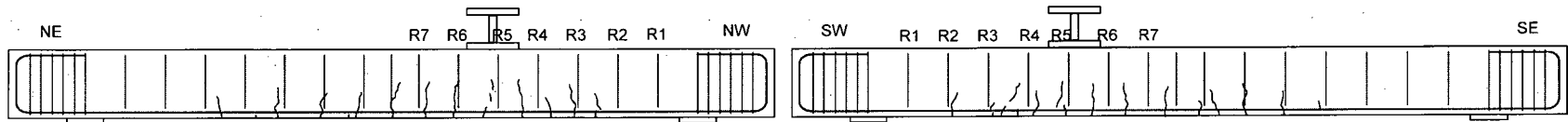
Dalle 2Ba

(charge max 420 kN @ 6,7 mm)

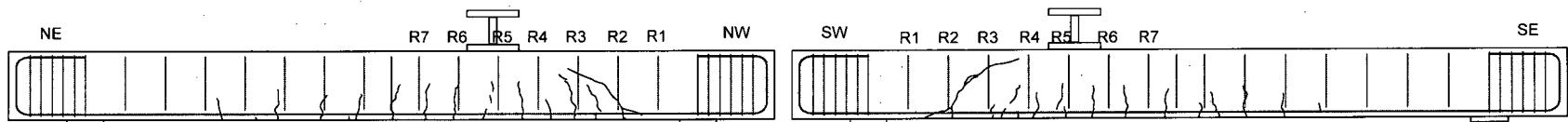
2,4 mm/186 kN



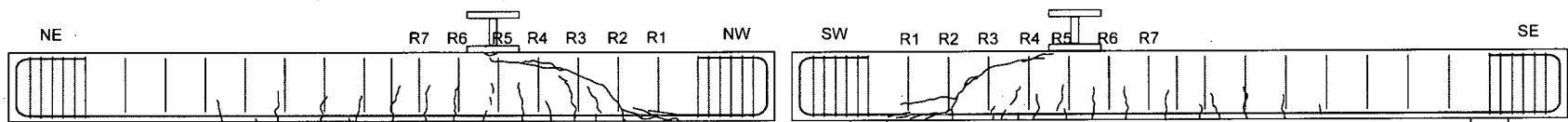
5,1 mm/345 kN



6,7 mm/420 kN



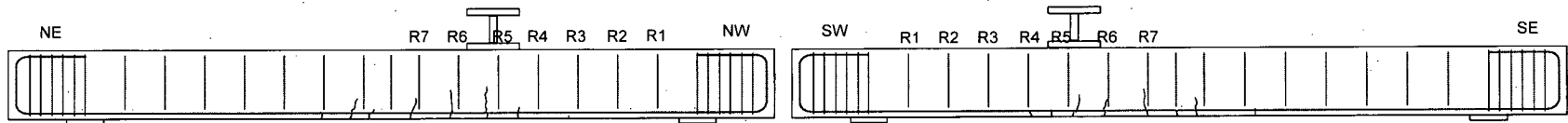
9,7 mm/284 kN



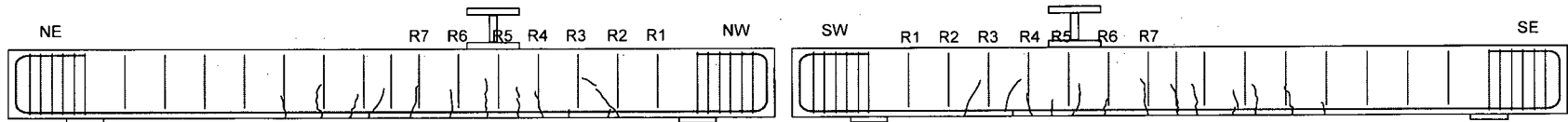
Dalle 2Bb

(charge max 461 kN @ 9,7 mm)

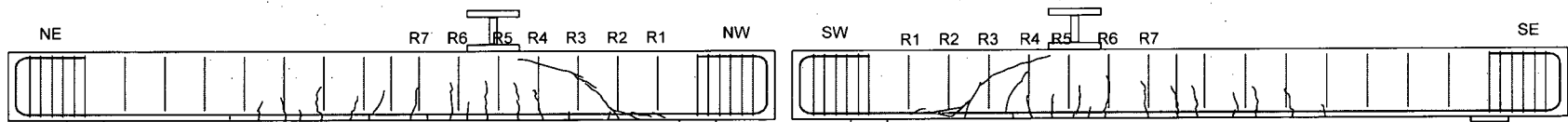
3,2 mm



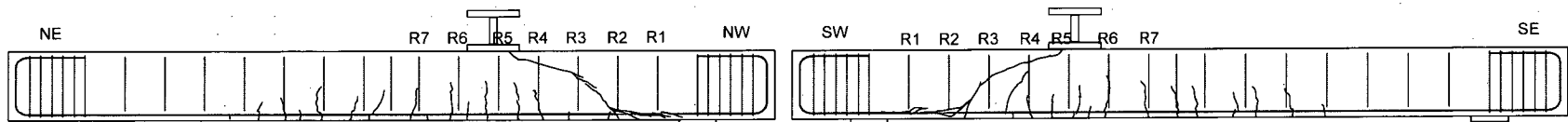
5,9 mm



8,8 mm/441 kN



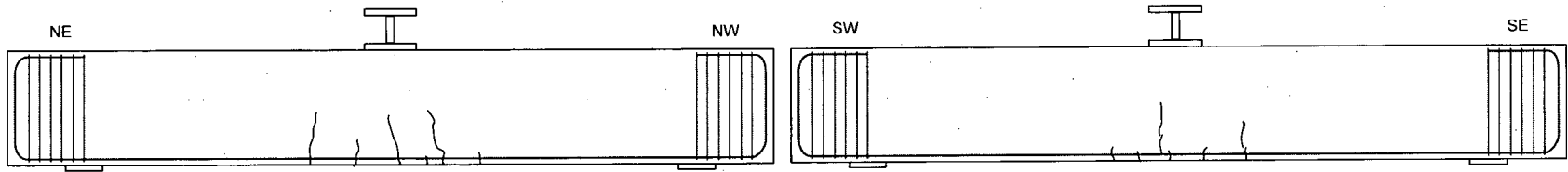
10,9 mm/285 kN



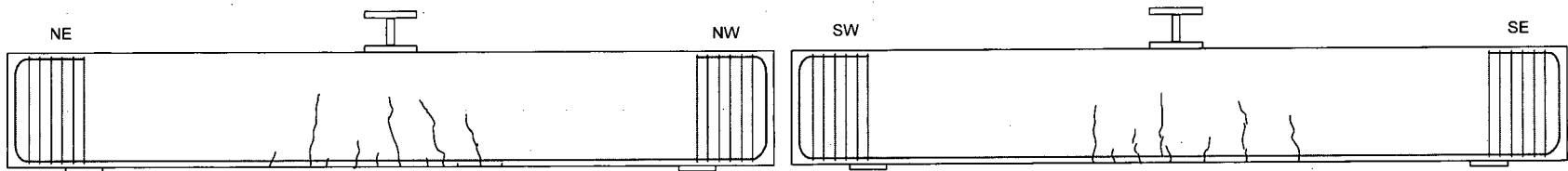
3Aa

(charge max 670 kN @ 5,0 mm)

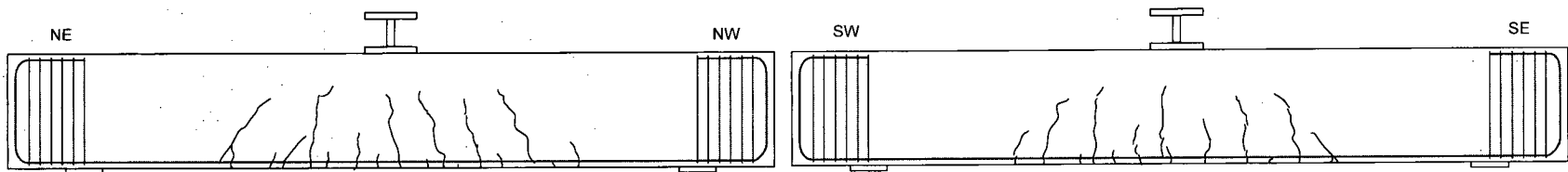
2,0 mm/343 kN



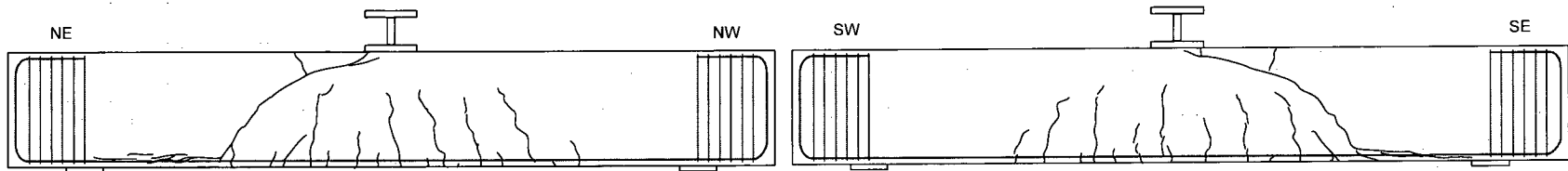
2,8 mm/450 kN



4,7 mm/656 kN



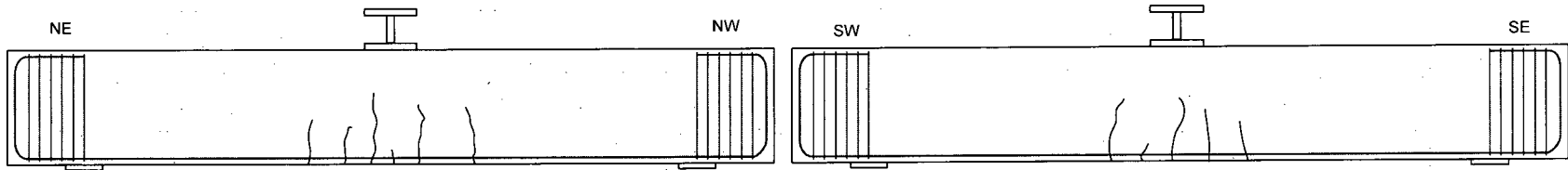
Finale



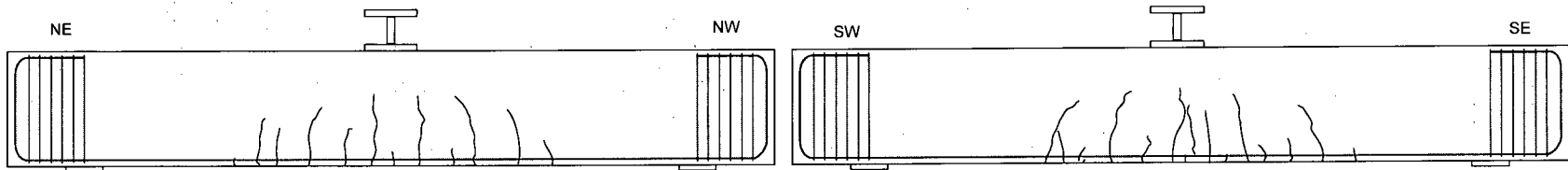
3Ab

(charge max 666 kN @ 4,6 mm)

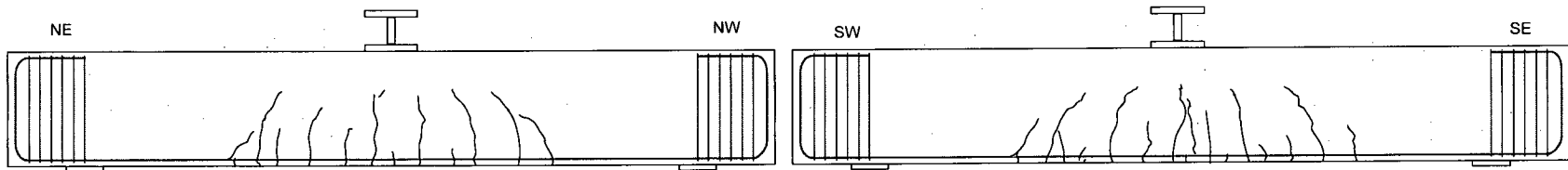
2,3 mm/419 kN



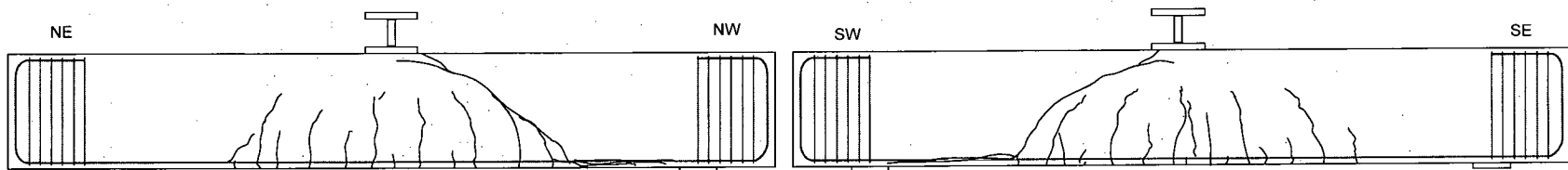
3,2 mm/527 kN



4,1 mm/627 kN



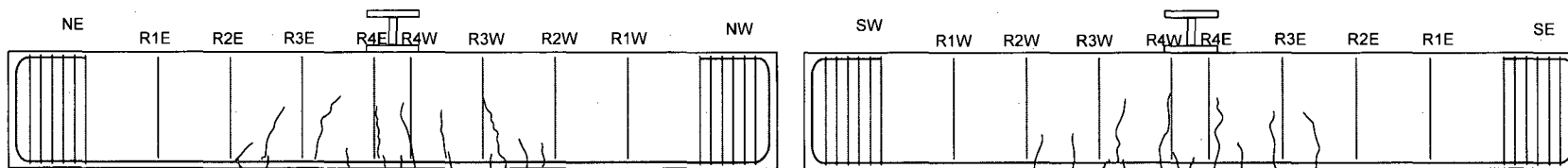
Finale



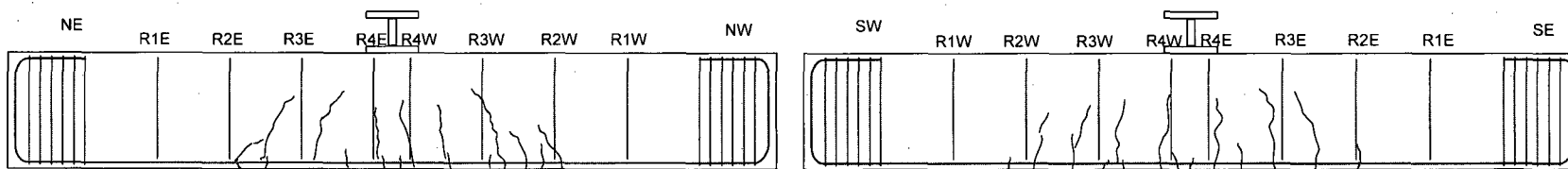
3Ba

(charge max 964 kN@12,25 mm)

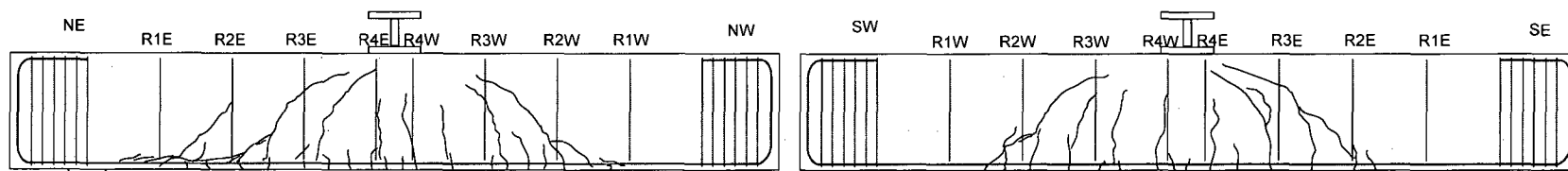
3,3 mm/500 kN



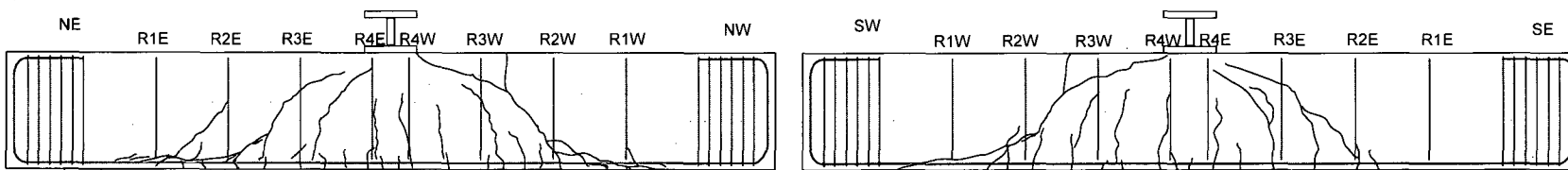
5,0 mm/703 kN



10 mm/871 kN

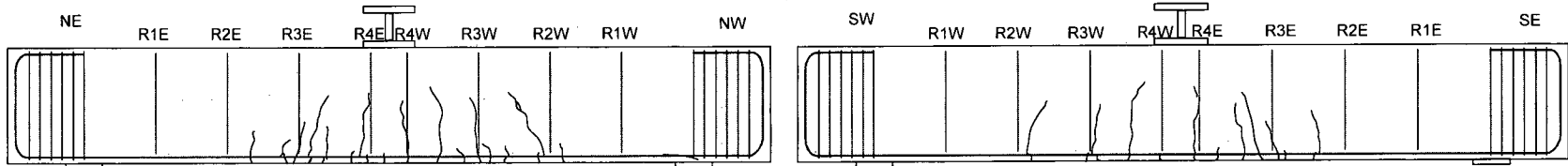


12,0 mm/948 kN

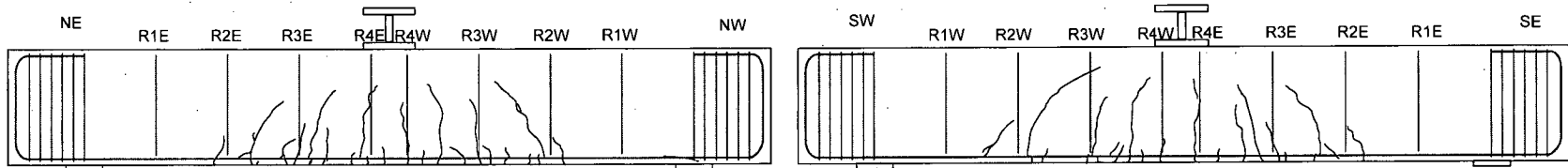


3Bb

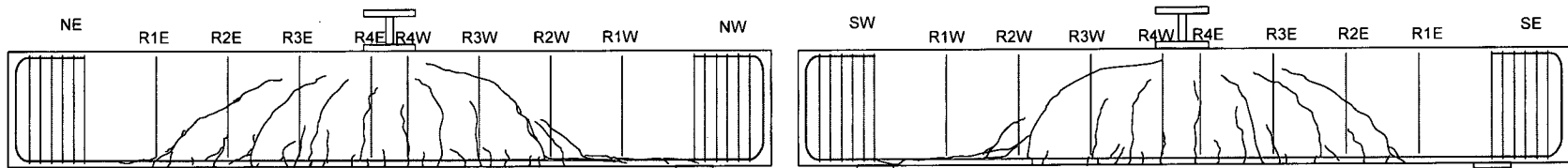
3,3 mm/519 kN



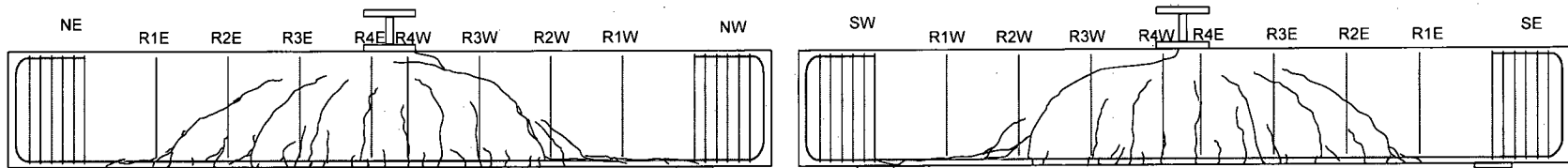
5,0 mm/710 kN



10 mm/932 kN



12,0 mm/240 kN



MINISTÈRE DES TRANSPORTS



QTR A 262 120