

Essais de poinçonnement de dalles en béton armé avec armature non symétrique



**Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne
Institut de structures
Laboratoire de construction en béton (IS-BETON)**

**Prof. Dr Aurelio Muttoni
Dr Miguel Fernández Ruiz
Ing. Luca Tassinari**

30 octobre 2008

Rapport d'essai IS-BETON

Lausanne le 30 octobre 2008

Institut	EPFL
Laboratoire	IS-BETON
Essais effectués	Essais de poinçonnement non symétrique
Date des essais	du 4 au 25 mai 2007 et du 16 novembre au 7 décembre 2007
Directeur	Prof. Dr Aurelio Muttoni
Collaborateurs	L. Tassinari, G. Guignet, M. Fernández Ruiz
Auteurs du rapport	L. Tassinari, A. Muttoni, M. Fernández Ruiz

Ce rapport contient 73 pages et 6 annexes

Ce rapport ne peut être reproduit totalement ou partiellement, ni utilisé ou mentionné dans le but de réclame, quel qu'il soit sans l'accord écrit du laboratoire. Les résultats figurant dans ce rapport ne concerne que les objets soumis aux essais.

1^{ère} édition du 30 octobre 2008

Avant-propos

Ce rapport présente la description et les résultats d'une campagne d'essai de poinçonnement conduite en 2007 dans le LABORATOIRE DE CONSTRUCTION EN BETON de l'ÉCOLE POLYTECHNIQUE FEDERAL DE LAUSANNE. La campagne d'essai est composée de deux séries de dalles carrées en béton armé testées au poinçonnement non symétrique. Les dalles ont toutes les mêmes dimensions et diffèrent par leur taux d'armature de flexion selon les deux directions, la résistance du béton et le système statique adopté pour introduire la charge.

Le premier but de cette étude est de comprendre de façon expérimentale le comportement des dalles soumises au poinçonnement en conditions non symétriques et de mieux connaître l'influence des paramètres mentionnés sur la résistance ultime.

Le deuxième but est de vérifier l'adaptabilité du critère de rupture proposé par [Muttoni \[2003a,b\]](#) en cas de poinçonnement non symétrique. Dans ce cadre, les résultats des charges-rotations ont été comparés avec ceux d'autres dalles précédemment testées dans ce même institut [[Guandalini, 2005](#); [Guidotti et al., 2007](#)] et le critère de rupture mentionné.

Table des matières

Avant-propos	5
Table des figures	9
Liste des tableaux	11
Notation	13
1 Introduction	15
1.1 Motivation des essais	15
1.2 Programme d'essai	15
2 Dalles d'essai	17
2.1 Géométrie	17
2.2 Armatures	18
2.3 Matériaux	19
2.3.1 Béton	19
2.3.2 Acier	21
3 Gestion des essais	23
3.1 Bâti de charge	23
3.2 Mesures	25
3.3 Caractéristiques principales des capteurs	29
4 Résultats	31
4.1 PT21 : $h_{nom} = 250$ mm, $\rho_{sup,x} = 1.64\%$, $\rho_{sup,y} = 0.84\%$	32
4.2 PT22 : $h_{nom} = 250$ mm, $\rho_{sup,x} = 0.82\%$, $\rho_{sup,y} = 0.82\%$	33
4.3 PT23 : $h_{nom} = 250$ mm, $\rho_{sup,x} = 0.85\%$, $\rho_{sup,y} = 0.36\%$	34
4.4 PT31 : $h_{nom} = 250$ mm, $\rho_{sup,x} = 1.48\%$, $\rho_{sup,y} = 1.48\%$	35
4.5 PT32 : $h_{nom} = 250$ mm, $\rho_{sup,x} = 1.46\%$, $\rho_{sup,y} = 0.75\%$	36
4.6 PT33 : $h_{nom} = 250$ mm, $\rho_{sup,x} = 0.76\%$, $\rho_{sup,y} = 0.32\%$	37
4.7 PT34 : $h_{nom} = 250$ mm, $\rho_{sup,x} = 0.74\%$, $\rho_{sup,y} = 0.74\%$	38
5 Comparaisons	39

A Relevé des fissures en surface	41
B Relevé des fissures sur la section des dalles coupées	45
C Essais sur le béton durci	49
D Essais de traction des barres d'armature	53
E Confection des spécimens	57
F Plans d'armature, de coffrage et listes de fer	59
Bibliographie	73

Table des figures

2.1	Géométrie des dalles et hauteurs nominales et effectives	17
2.2	Schéma de la disposition de l'armature de flexion	18
3.1	Bâti de charge, dimensions en [mm]	24
3.2	Vue en plan du bâti, système d'appui et d'introduction de la charge. Dimen- sions en [mm]	24
3.3	Disposition des inclinomètres	25
3.4	Disposition des capteurs de déplacement et leur distance (r) au centre de la dalle	26
3.5	Emplacement des dispositifs de mesure de déformations, distances du centre de la dalle (r) et bases de mesure (ℓ_0).	27
3.6	Capteurs de changement d'épaisseur	28
3.7	Système de mesure de la dilatation	29
5.1	Comparaisons	39
A.1	Relevé des fissures de la série I	42
A.2	Relevé des fissures de la série II	43
B.1	Coupes des dalles de la série I	46
B.2	Coupes des dalles de la série II	47
C.1	Évolution de la résistance à la compression dans le temps de la série I	50
C.2	Évolution de la résistance à la compression dans le temps de la série II	51
D.1	Tests des barres d'armature. Série I	54
D.2	Tests des barres d'armature. Série II	55
E.1	Illustration de la préparation des dalles et du contrôle de qualité du béton effectué dans l'usine de préfabrication	57

Liste des tableaux

1.1	Dénomination et paramètres principaux nominaux des éprouvettes	16
2.1	Paramètres des armatures supérieures	18
2.2	Paramètres des armatures inférieures	19
2.3	Composition du béton de dalles PT21-22-23 et PT31	19
2.4	Composition du béton de dalles PT32-33-34	19
2.5	Essais sur le béton frais et résistance à la compression	20
2.6	Caractéristiques de l'acier d'armature	21
3.1	Données techniques des instruments de mesure	29
4.1	Résumé des résultats	31
5.1	Comparaisons	39
C.1	Essais sur le béton durci de la série I	50
C.2	Essais sur le béton durci de la série II	51

Notation

Minuscules latines

a	dimension de la plaque d'appui
d_m	hauteur statique moyenne effective de l'armature supérieure
$d_{m,nom}$	hauteur statique moyenne nominale de l'armature supérieure
d'_m	hauteur statique moyenne effective de l'armature inférieure
$d'_{m,nom}$	hauteur statique moyenne nominale de l'armature inférieure
f_c	résistance à la compression du béton sur cylindre
$f_{cm,28}$	résistance moyenne à la compression du béton sur cylindre à 28 jours
$f_{cm,essai}$	résistance moyenne à la compression du béton sur cylindre lors de l'essai
f_s	limite d'écoulement de l'acier de l'armature supérieure
f_t	résistance à la traction de l'acier de l'armature supérieure
ℓ_0	base de mesure des jauges oméga
h	épaisseur effective de la dalle
h_{nom}	épaisseur nominale de la dalle
r	distance au centre de la dalle
$s_{sup,x}, s_{sup,y}$	écartement des barres d'armature supérieures selon l'axe est-ouest (fort), resp. nord-sud (faible)
$s_{inf,x}, s_{inf,y}$	écartement des barres d'armature inférieures selon l'axe est-ouest (fort), resp. nord-sud (faible)
w	déformée de la dalle le long de l'axe faible
x, y	axe de référence selon la direction est-ouest (fort), resp. nord-sud (faible)

Lettres grecques

$\Delta l_i, \Delta l_{it}, \Delta l_s$	déformations à la surface du béton : inférieure radiale, resp. inférieure tangentielle, resp. supérieure radiale
Δh	changement d'épaisseur

δ	allongement de l'axe nord-sud de la surface moyenne de la dalle
$\varepsilon_{su,sup}$	allongement spécifique de rupture de l'acier de l'armature supérieure
$\phi_{sup,x}, \phi_{sup,y}$	diamètre des barres de l'armature supérieure selon l'axe est-ouest (fort), resp. nord-sud (faible)
$\phi_{inf,x}, \phi_{inf,y}$	diamètre des barres de l'armature inférieure selon l'axe est-ouest (fort), resp. nord-sud (faible)
$\rho_{sup,nx}, \rho_{sup,ny}$	taux d'armature nominal de l'armature supérieure selon l'axe est-ouest (fort), resp. nord-sud (faible)
$\rho_{sup,x}, \rho_{sup,y}$	taux d'armature de l'armature supérieure selon l'axe est-ouest (fort), resp. nord-sud (faible)
ψ	rotation moyenne de la dalle mesurée à 1380 mm du centre
$\psi_{R,min}, \psi_{R,max}$	rotation moyenne minimale (selon l'axe est-ouest), resp. maximale (selon l'axe nord-sud), de la dalle à la rupture mesurée à 1380 mm du centre

Majuscules latines

D_{max}	diamètre maximal du granulat
L	longueur du côté de la dalle
V	charge appliquée sur la colonne (poids propre inclus)
V_R	charge de rupture (poids propre inclus)

1 Introduction

1.1 Motivation des essais

Le poinçonnement en condition non symétrique est un des thèmes concernant le poinçonnement qui, à ce jour, n'est pas encore totalement résolu. De plus, les conditions de non symétrie se retrouvent souvent dans les structures de génie civil, comme, par exemple, le cas de pont dalles. La non symétrie est généralement donnée par la nécessité d'avoir une disposition des armatures de flexion différente dans les deux directions, ou par des configurations de charge différentes suivant les directions.

La formulation du critère de rupture, proposé en propriétés moyennes, prend la forme suivante [Muttoni, 2003a,b] :

$$\frac{V_R}{b_0 d \sqrt{f_c}} = \frac{3/4}{1 + 15 \frac{\psi d}{d_{g0} + d_g}}$$

ou b_0 est le périmètre de contrôle ; d représente la hauteur statique moyenne de l'armature tendue alors que ψ est la rotation maximale de la dalle. d_g et d_{g0} sont, respectivement, la taille maximale et taille de référence du granulat, cette dernière étant généralement égale à 16 mm.

En principe, ce critère, qui est à la base de la norme [SIA 262](#), est calibré pour le poinçonnement symétrique. D'autre part, sa corrélation avec le comportement des dalles non symétrique n'est pas tout à fait connue. Il en dérive, donc, la nécessité de valider le critère aussi dans le cas du poinçonnement non symétrique.

1.2 Programme d'essai

La campagne d'essais se compose de deux séries de dalles carrées en béton armé de 3000 mm de côté et de 250 mm d'épaisseur. La série I est constituée de 3 dalles testées en mai du 2007 alors que la série II est constituée de 4 dalles dont les essais ont été effectués en novembre et décembre de la même année. Les dalles sont conventionnellement nommées PT(*n°dalle*). Le taux d'armature de flexion est en général différent dans les deux directions et il varie selon les échantillons, de même que le diamètre des barres utilisées et la résistance du béton. L'appui est constitué d'une plaque métallique de dimensions 260×260 mm. Le tableau 1.1 donne une vue d'ensemble des caractéristiques principales nominales des éprouvettes.

TABLE 1.1 – Dénomination et paramètres principaux nominaux des éprouvettes

Dalle	Dimensions [mm]	a [mm]	$\rho_{sup,y}$ [%]	$\rho_{sup,x}$ [%]	commentaires
PT21	3000 × 3000 × 250	260	0.84	1.64	béton à haute résistance
PT22	3000 × 3000 × 250	260	0.82	0.82	béton à haute résistance, armature symétrique
PT23	3000 × 3000 × 250	260	0.36	0.85	béton à haute résistance
PT31	3000 × 3000 × 250	260	1.48	1.48	béton à haute résistance, armature symétrique
PT32	3000 × 3000 × 250	260	0.75	1.46	–
PT33	3000 × 3000 × 250	260	0.32	0.76	–
PT34	3000 × 3000 × 250	260	0.74	0.74	armature symétrique, système de charge non symétrique

2 Dalles d'essai

2.1 Géométrie

La figure 2.1 montre la géométrie des dalles. Chaque dalle présente huit trous le long de ses bords qui servent à la mise en charge. Les trous ont été réalisés par des réservations au moyen de tubes fixés au coffrage de type ROR 63/3.5 pour la série I et de type ROR 88.9/3.2 pour la série II. Toutes les dalles ont une épaisseur nominale h_{nom} de 250 mm. Le tableau de la figure 1.1 donne les épaisseurs nominales et effectives mesurées au niveau de la plaque d'appui après le sciage.

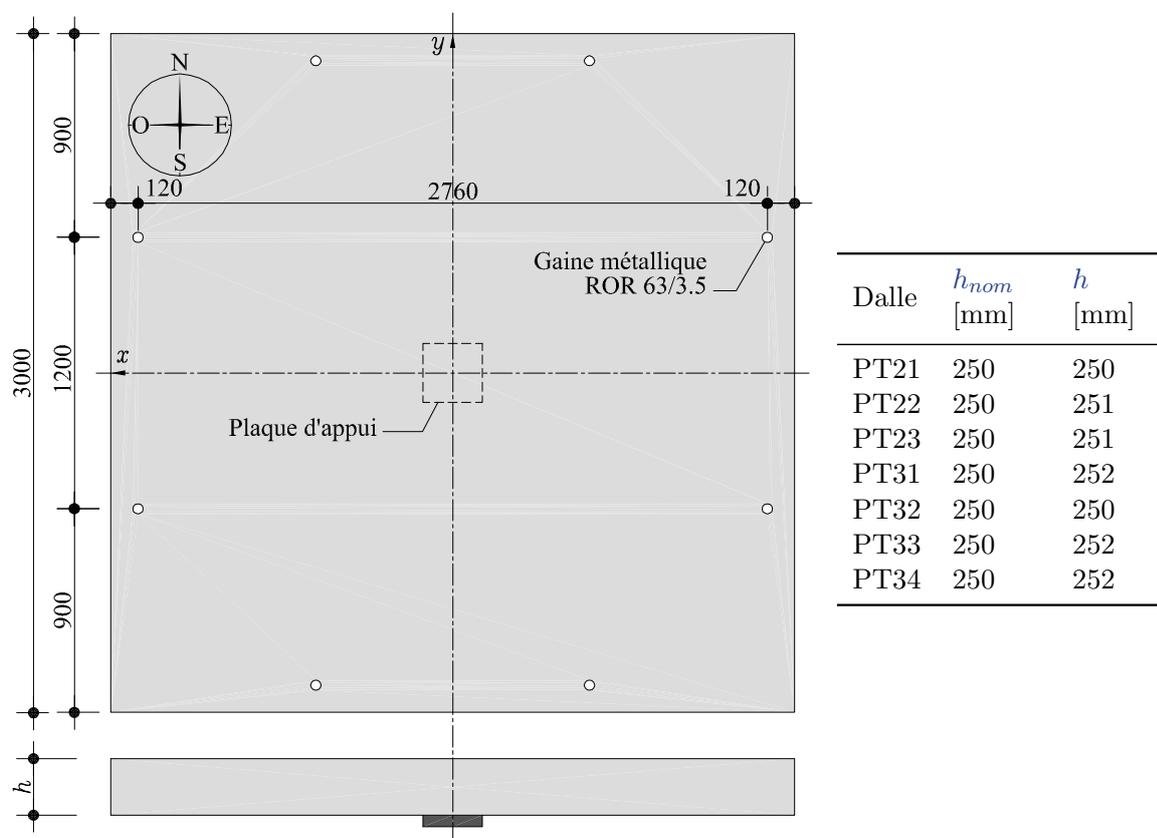


FIGURE 2.1 – Géométrie des dalles et hauteurs nominales et effectives

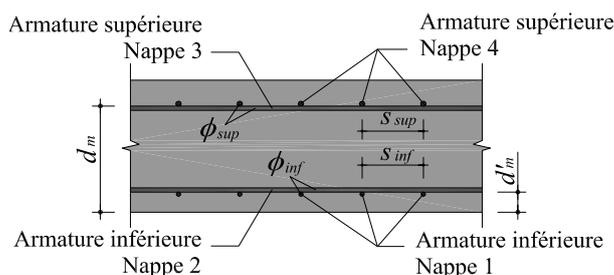


FIGURE 2.2 – Schéma de la disposition de l'armature de flexion

2.2 Armatures

Les dalles n'ont que de l'armature de flexion. Les barres d'armature de flexion sont disposées parallèlement aux bords de la dalle et en nappes orthogonales. La figure 2.2 montre un schéma de la disposition des armatures de flexion. L'orientation conventionnelle choisie pour l'axe nord-sud coïncide avec la direction des nappes internes 2 et 3 pour les dalles symétriques et des nappes externes 1 et 4 pour les dalles non symétriques, c'est-à-dire avec la direction de l'axe faible par rapport au moment de flexion résistant. Les tableaux 2.1 et 2.2 contiennent les données nominales et mesurées des armatures supérieures et inférieures. Les plans d'armatures détaillés pour chaque dalle sont présentés dans l'annexe F. L'espacement des armatures inférieures et supérieures ($s_{inf,x}$, $s_{inf,y}$, $s_{sup,x}$ et $s_{sup,y}$) ainsi que les diamètres ($\phi_{inf,x}$, $\phi_{inf,y}$, $\phi_{sup,x}$ et $\phi_{sup,y}$) et les taux d'armature ($\rho_{sup,x}$ et $\rho_{sup,y}$) varient selon les éprouvettes. La hauteur statique effective d_m , soit la distance entre la fibre la plus comprimée du béton et l'interface des deux nappes d'armature supérieures (fig. 2.2), a été mesurée sur les dalles coupées.

TABLE 2.1 – Paramètres des armatures supérieures

Dalle	$\phi_{sup,y}$ [mm]	$s_{sup,y}$ [mm]	$\phi_{sup,x}$ [mm]	$s_{sup,x}$ [mm]	$d_{m,nom}$ [mm]	$\rho_{sup,ny}$ [%]	$\rho_{sup,nx}$ [%]	d_m [mm]	$\rho_{sup,y}$ [%]	$\rho_{sup,x}$ [%]
PA21	16	125	20	100	214	0.75	1.47	192	0.84	1.64
PA22	16	125	16	125	214	0.75	0.75	196	0.82	0.82
PA23	10	115	16	125	220	0.31	0.73	189	0.36	0.85
PT31	20	100	20	100	210	1.50	1.50	212	1.48	1.48
PT32	16	125	20	100	214	0.75	1.47	215	0.75	1.46
PT33	10	115	16	125	220	0.31	0.73	212	0.32	0.76
PT34	16	125	16	125	214	0.75	0.75	216	0.74	0.74

TABLE 2.2 – Paramètres des armatures inférieures

Dalle	$\phi_{inf,y}$ [mm]	$s_{inf,y}$ [mm]	$\phi_{inf,x}$ [mm]	$s_{inf,x}$ [mm]	$d'_{m,nom}$ [mm]	d'_m [mm]
PT21	10	125	10	100	30	30
PT22	10	125	10	125	30	31
PT23	10	115	10	125	30	30
PT31	10	100	10	100	30	30
PT32	10	125	10	100	30	32
PT33	10	115	10	125	30	30
PT34	10	115	10	115	30	31

2.3 Matériaux

2.3.1 Béton

Pour la fabrication des dalles, deux recettes de béton ont été utilisées : une recette de béton à haute résistance pour la série I et la dalle PT31 de la série II (tableau 2.3) et une recette de béton normale pour les dalles PT32, PT33 et PT34 de la série II (tableau 2.4). Le type de ciment utilisé est différent pour les deux recettes : NORMO5 pour la première et NORMO4 pour la deuxième. La taille maximale du granulat est $D_{max} = 16$ mm pour les deux. Les valeurs nominales des recettes sont résumées dans les tableaux 2.3 et 2.4.

TABLE 2.3 – Composition du béton de dalles PT21-22-23 et PT31

	Quantités	Proportion
Sable 0-4	885 kg/m ³	49 %
Gravier 4-8	525 kg/m ³	29 %
Gravier 8-16	390 kg/m ³	22 %
Ciment : NORMO5	147 kg/m ³	
Eau	47 kg/m ³	E/C = 0.32
Adjuvants :		
Glénium 21	1.13 kg/m ³	—
fluidifiant		

TABLE 2.4 – Composition du béton de dalles PT32-33-34

	Quantités	Proportion
Sable 0-4	820 kg/m ³	37 %
Gravier 4-8	432 kg/m ³	30 %
Gravier 8-16	621 kg/m ³	33 %
Ciment : NORMO4	325 kg/m ³	
Eau	159 kg/m ³	E/C = 0.49
Adjuvants	—	—

Les dalles ont été bétonnées en plusieurs séries à des dates différentes dans une usine de préfabrication. Lors des bétonnages, des tests d'étalement et d'affaissement ont été effectués

afin de vérifier la consistance du béton. Des essais sur le béton durci ont aussi été effectués pour suivre l'évolution dans le temps de la résistance à la compression et pour avoir la résistance du béton lors des essais des dalles. Ces essais ont été réalisés en compression simple sur des éprouvettes cylindriques Ø160 mm et 320 mm de hauteur¹. Le tableau 2.5 résume les résultats significatifs des essais sur le béton frais, les résistances obtenues à 28 jours ($f_{cm,28}$) et lors de l'essai de chaque dalle ($f_{cm,essai}$). Les détails des test effectués sur le béton durci sont donnés à l'annexe C.

TABLE 2.5 – Essais sur le béton frais et résistance à la compression

Date de bétonnage	Dalle	Étalement [mm]	Affaissement [mm]	$f_{cm,28}$ [N/mm ²]	Age essai [j]	$f_{cm,essai}$ [N/mm ²]
30.03.2007	PT21			—	42	67.5
	PT22	500	43		35	67.0
	PT23				53	66.0
19.10.2007	PT33	300	18	40.2	28	40.2
	PT34				49	47.0
23.10.2007	PT31	380*	2	63.4	38	66.3
	PT32	350	18	41.3	31	40.0

*non homogène

1. Les essais ont été conduits en partie par le laboratoire de l'institut de structures (IS) et en partie par le laboratoire de matériaux de construction (LMC) de l'EPFL.

2.3.2 Acier

L'acier d'armature utilisé pour la confection des spécimens a fait l'objet d'essais de traction avec mesure de l'allongement. Les essais ont été conduits dans la halle de laboratoire de l'institut de structure (IS) de l'EPFL. Les éprouvettes ont été prélevées dans l'usine de préfabrication au moment de la confection des cages d'armature. Deux séries d'essais ont été effectuées, une pour chaque série de dalles. De plus, trois barres ont été testées pour chaque diamètre. Le tableau 2.6 résume les résultats significatifs de chaque diamètre pour les deux séries de dalles alors que les détails des essais sont donnés à l'annexe D.

TABLE 2.6 – Caractéristiques de l'acier d'armature

Série	\emptyset [mm]	f_s [N/mm ²]	f_t [N/mm ²]	$\varepsilon_{su,sup}$ [%]
I	10	568	647	7.80
	16	552	645	8.70
	20	597	681	8.00
II	10	533	592	4.61
	16	558	652	8.87
	20	540	642	8.54

3 Gestion des essais

3.1 Bâti de charge

Les figures 3.1 et 3.2 montrent les dimensions principales du bâti de charge. Le même bâti a été utilisé pour tous les essais de poinçonnement. Les dalles sont appuyées sur une plaque carrée 260×260 mm, comme le montre la figure 3.2. Une couche de plâtre d'environ 1 mm d'épaisseur a été coulée entre la dalle et la plaque afin de régulariser la surface d'appui. La colonne repose sur une grande poutre métallique s'appuyant sur un bloc en béton ($500 \times 500 \times 500$ mm) posé sur le sol de réaction. Entre la poutre et la plaque d'appui, des plaques de répartition et 3 capteurs de force ont été disposés pour mesurer la force dans la colonne (fig. 3.1).

La dalle est mise en charge au moyen de quatre vérins de type BIERI de 1000 kN de capacité chacun qui s'appuient sur la face inférieure du sol de réaction. La force de chaque vérin est transmise par une barre Dywidag à une poutre de répartition métallique qui l'introduit par deux barres Dywidag en deux points le long du bord de la dalle.

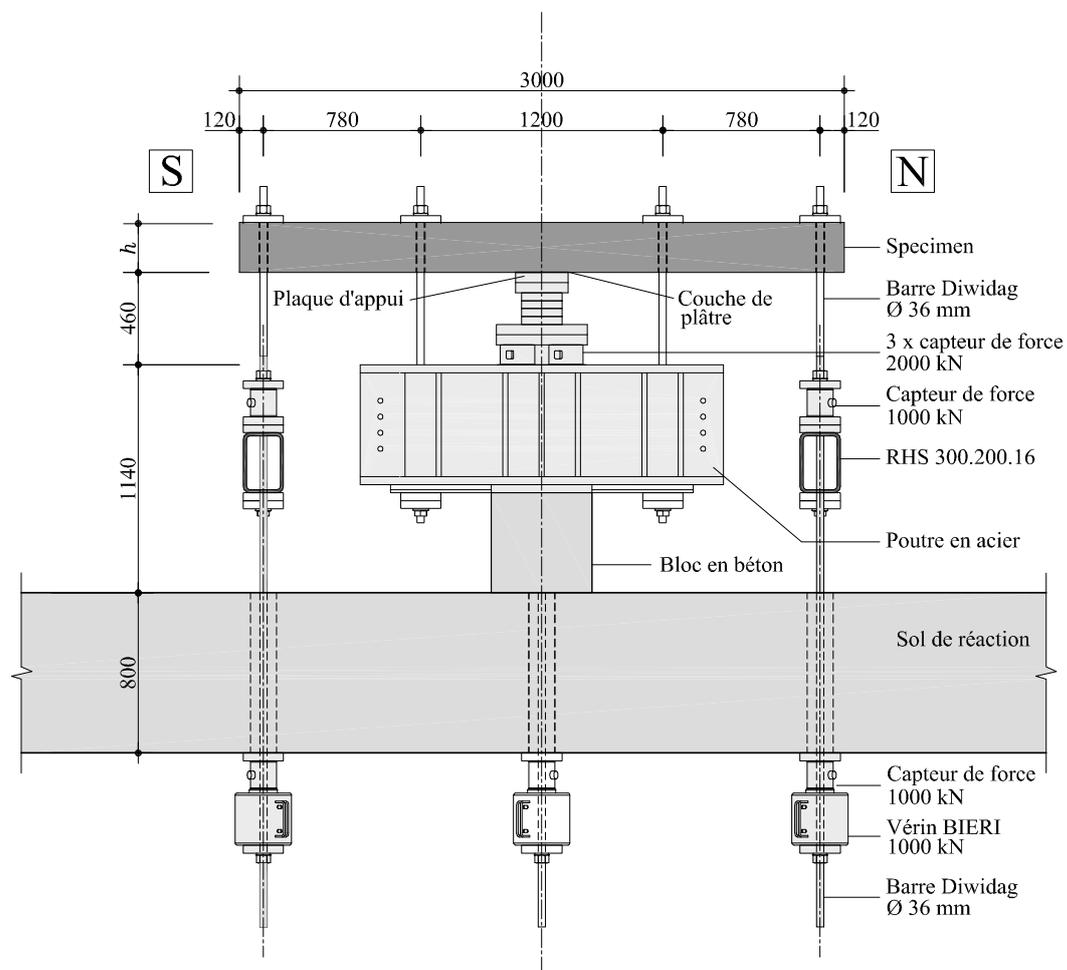


FIGURE 3.1 – Bâti de charge, dimensions en [mm]

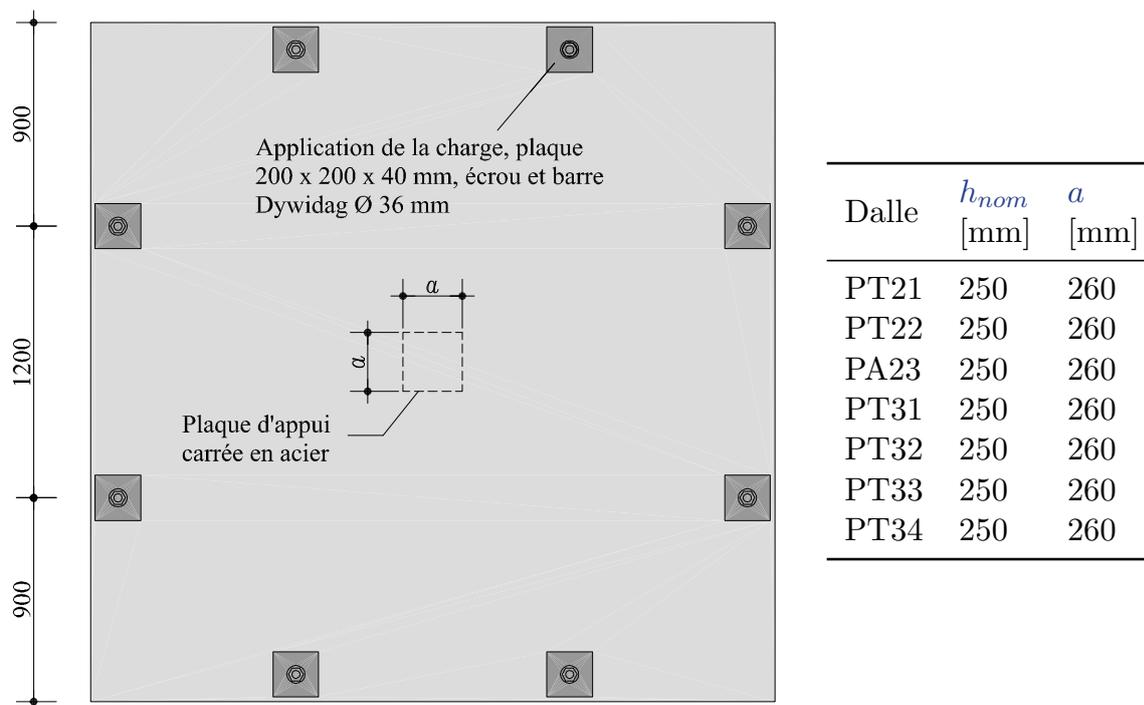


FIGURE 3.2 – Vue en plan du bâti, système d'appui et d'introduction de la charge. Dimensions en [mm]

3.2 Mesures

Diverses mesures ont été effectuées pendant les essais :

1. Mesure de la force introduite :

Huit capteurs de force de 1000 kN ont été utilisés pour le contrôle de la force appliquée au périmètre de la dalle; 4 placés entre les vérins et la surface inférieure du sol de réaction et 4 placés entre les profilés de répartition RHS et les écrous des tiges reliées aux vérins. De plus, 3 capteurs de 2000 kN placés au droit de la colonne ont permis de mesurer la réaction d'appui centrale (fig. 3.1). La différence observée pendant les essais entre les diverses séries de mesures est entre 0.5% et 1.5% au maximum. Dans les résultats du chapitre 4, seules les mesures de la réaction centrale sont présentées.

2. Mesure de la rotation :

La rotation ψ de la dalle a été mesurée au moyen de cinq inclinomètres posés sur à la face supérieure des dalles, à 1380 mm du centre. La figure 3.3 donne un schéma de leur emplacement.

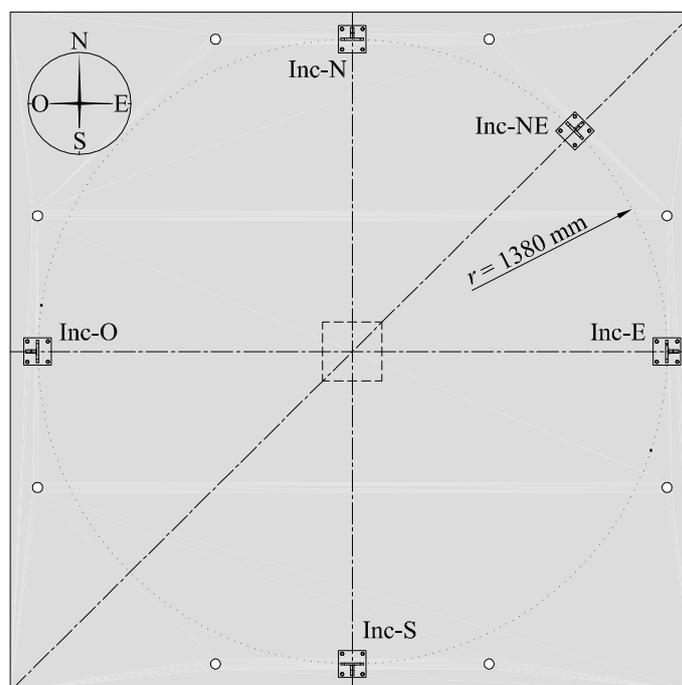


FIGURE 3.3 – Disposition des inclinomètres

3. Mesure des flèches :

Afin de mesurer la flèche des dalles en fonction de la charge appliquée, des mesures de déplacement aux faces inférieures et supérieures ont été effectuées à l'aide de capteurs inductifs. Pour cela, 13 capteurs inductifs ont été placés sur la face supérieure des dalles dans la direction nord - sud et 14 ont été disposés sur la face inférieure selon la même direction. De plus, deux capteurs ont suivi les déformations à l'est et à l'ouest des dalles (fig. 3.4).

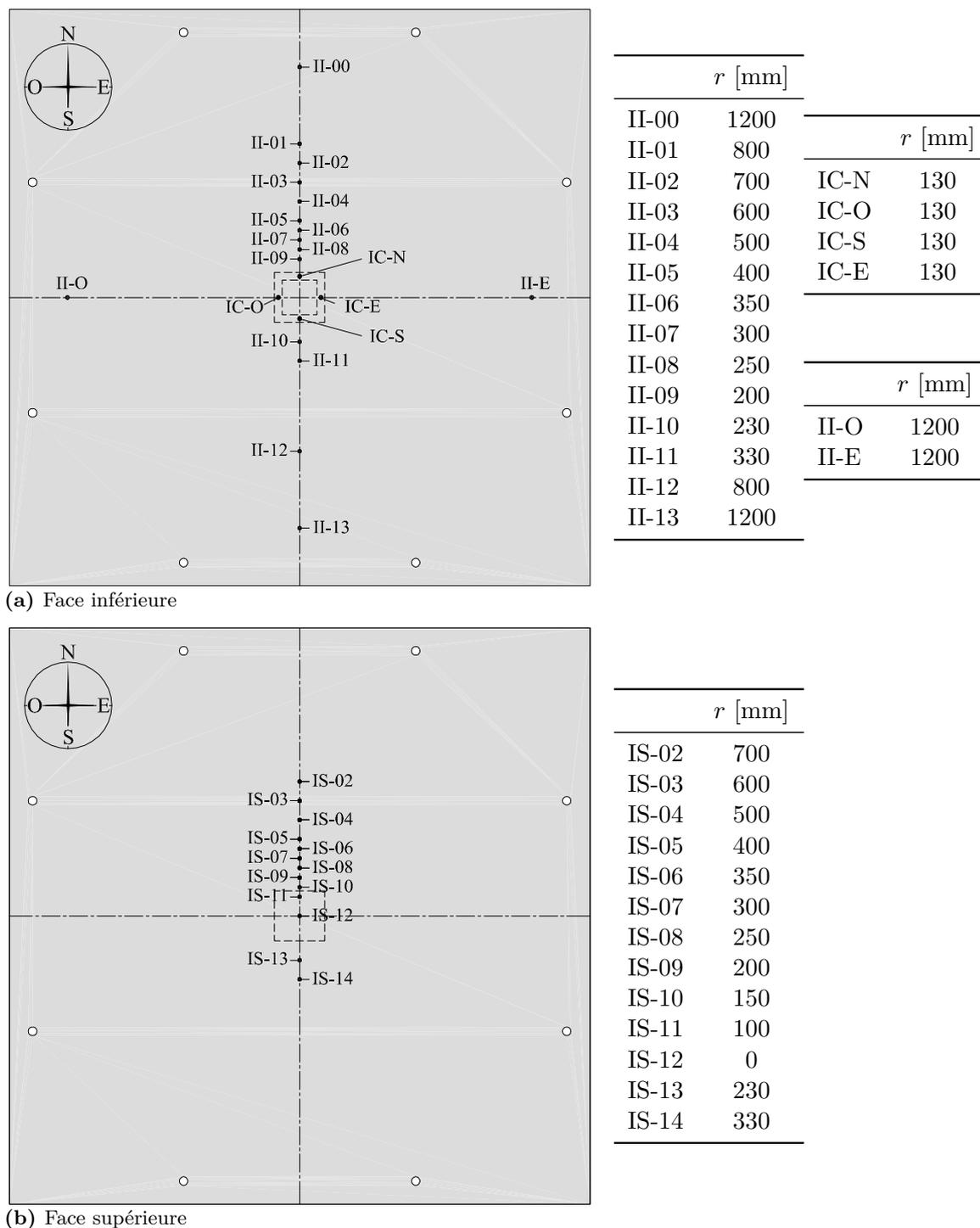


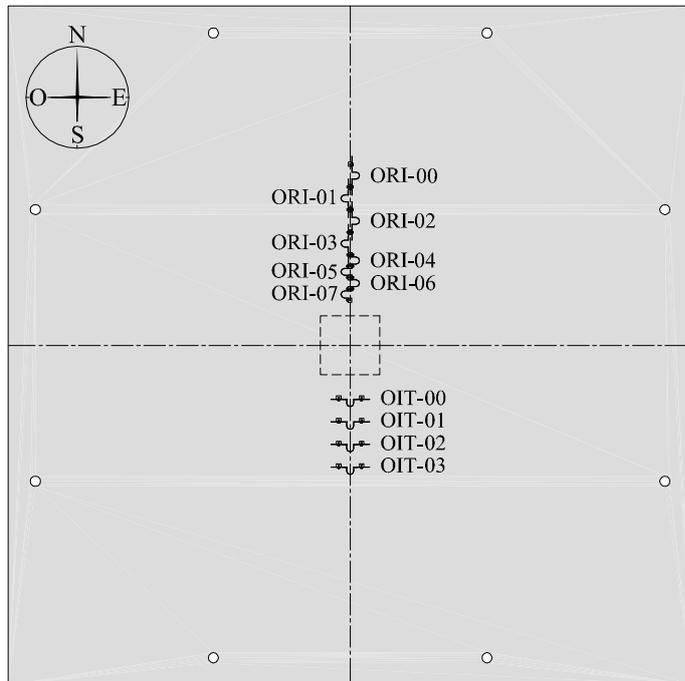
FIGURE 3.4 – Disposition des capteurs de déplacement et leur distance (r) au centre de la dalle

4. Mesures sur la plaque d'appui :

Quatre capteurs inductifs étaient disposés pour suivre les mouvements de la plaque métallique d'appui dans les directions nord, sud, est et ouest (fig. 3.4). En outre, un capteur a été placé sur cette même plaque métallique afin de mesurer le déplacement horizontal relatif entre la dalle et la colonne.

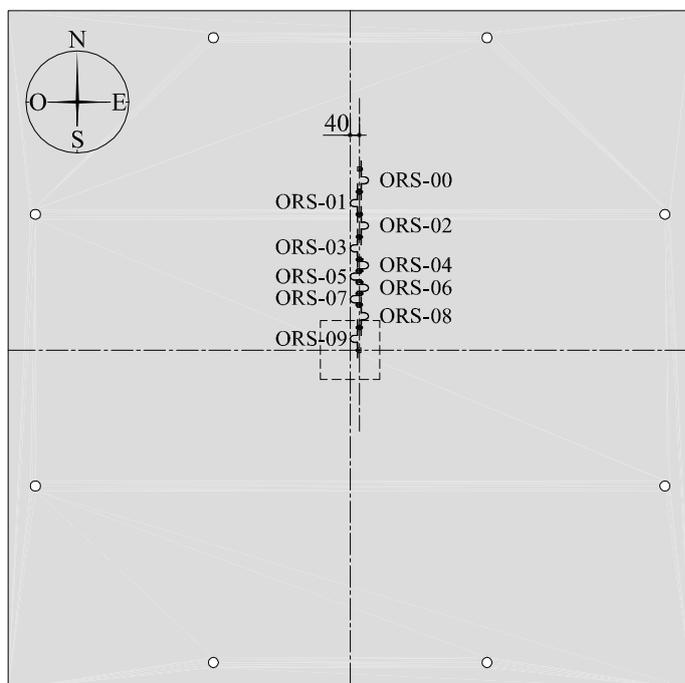
5. Mesures de déformations :

Des jauges oméga ont été placées sur les faces supérieures et inférieures des dalles. Ces mesures ont permis de connaître la déformation du béton en surface, sur une base ℓ_0 de 100 et 50 mm. L'emplacement des jauges oméga ainsi que leur distance du centre de la dalle et leur base de mesure sont donnés à la figure 3.5.



(a) Face inférieure

	r [mm]	ℓ_0 [mm]
ORI-00	750	100
ORI-01	650	100
ORI-02	550	100
ORI-03	450	100
ORI-04	375	50
ORI-05	325	50
ORI-06	275	50
ORI-07	225	50
OIT-00	230	100
OIT-01	330	100
OIT-02	430	100
OIT-03	530	100



(b) Face supérieure

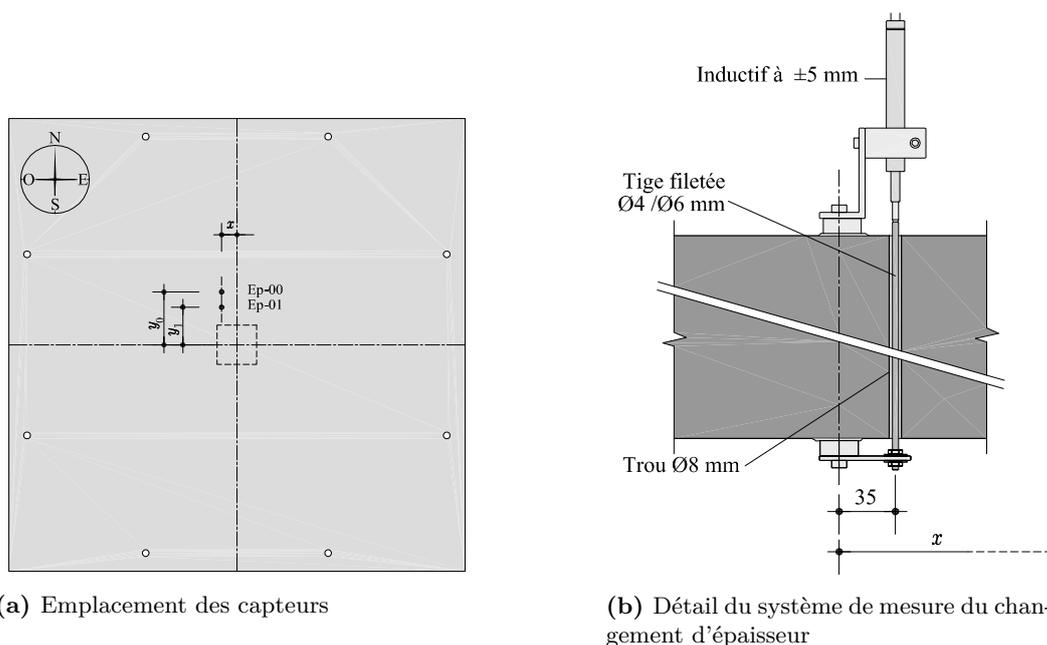
	r [mm]	ℓ_0 [mm]
ORS-00	750	100
ORS-01	650	100
ORS-02	550	100
ORS-03	450	100
ORS-04	375	50
ORS-05	325	50
ORS-06	275	50
ORS-07	225	50
ORS-08	150	100
ORS-09	50	100

FIGURE 3.5 – Emplacement des dispositifs de mesure de déformations, distances du centre de la dalle (r) et bases de mesure (ℓ_0).

6. Mesures de changement d'épaisseur.

Le changement d'épaisseur de la dalle a été mesuré à l'aide du système montré dans la figure 3.6. Le système est constitué d'une tige traversant la dalle dans un trou $\text{Ø}8$ mm. Cette tige est fixée à une extrémité à la surface inférieure et son mouvement est suivi à l'autre extrémité par un capteur inductif fixé sur la face supérieure de la dalle. Cette mesure permet de connaître l'ouverture de la fissure d'effort tranchant à l'intérieur de la dalle. Six mesures ont été effectuées pour chaque dalle avec ce système.

L'emplacement des systèmes de mesure de changement d'épaisseur est montré à la figure 3.5(a), avec les positions de chaque trou (figure 3.5(c)). Les trous ont été percés après durcissement du béton.



	PT21	PT22	PT23	PT31	PT32	PT33	PT34
y_0	275	—*	275	252	235	215	295
y_1	215	—*	215	192	175	275	225
x	100	100	100	97	100	100	105

* La mesure n'a pas été effectuée

(c) Coordonnées des capteurs d'épaisseur en [mm]

FIGURE 3.6 – Capteurs de changement d'épaisseur

7. Mesure de la dilatation.

La dilatation δ , soit l'allongement de l'axe nord-sud de la surface moyenne de la dalle, a été mesurée par le biais du système montré à la figure 3.7. Ce système est constitué de deux barres verticales fixées aux extrémités de la dalle au niveau de l'axe nord-sud. Sur ces dernières, deux capteurs et un sous système de câbles d'acier, poulie et contrepoids sont disposés. Le système permet de mesurer l'écartement des extrémités supérieures et inférieures des deux barres. La dilatation est ainsi donnée par la somme des deux écartements en considérant comme positif celui de l'extrémité supérieure.

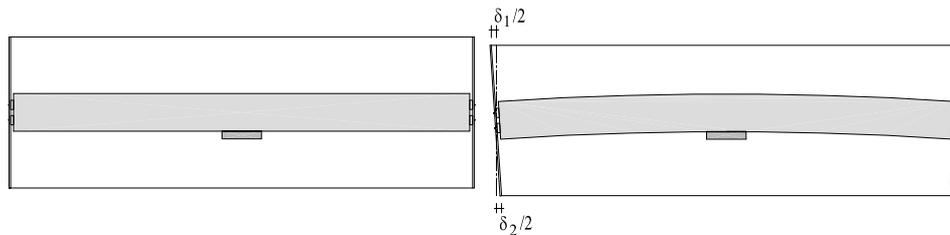


FIGURE 3.7 – Système de mesure de la dilatation

3.3 Caractéristiques principales des capteurs

Le tableau 3.1 résume les plages de mesure et les données techniques des types de capteurs utilisés lors de l'essai.

TABLE 3.1 – Données techniques des instruments de mesure

Mesure :	Instrument	Type	Plage de mesure
Force	Capteur de force	Losinger	0 ÷ -1000 kN
			0 ÷ -2000 kN
Rotation	Inclinomètre	Wyler	± 175 mrad ±17.5 mrad
Déplacement	Inductif	HBM W5	±5 mm
		HBM W10	±10 mm
		HBM W20	±20 mm
		HBM W50	±50 mm
Déplacement	Inductif	HBM W100	±100 mm
		HBM W5	±5 mm
Dilatation	Inductif	HBM W10	±10 mm
Déformation	Jauge oméga	TML PI-2-100	±2 mm

4 Résultats

Dans ce chapitre les résultats principaux sont donnés, pour chaque dalle, dans le même format :

- (a) charge - rotation mesuré avec les inclinomètres : $V-\psi$ (moyenne nord-sud et est-ouest)
- (b) charge - changement d'épaisseur de la dalle : $V-\Delta h$
- (c) charge - déformation radiale de la face inférieure : $V-\Delta \ell_i$
- (d) charge - déformation radiale de la face supérieure : $V-\Delta \ell_s$
- (e) charge - déformation tangentielle de la face inférieure : $V-\Delta \ell_{it}$
- (f) charge - dilatation de l'axe moyen nord-sud : $V-\delta$
- (g) déformée supérieure à divers niveaux de charge
- (h) déformée inférieure à divers niveaux de charge

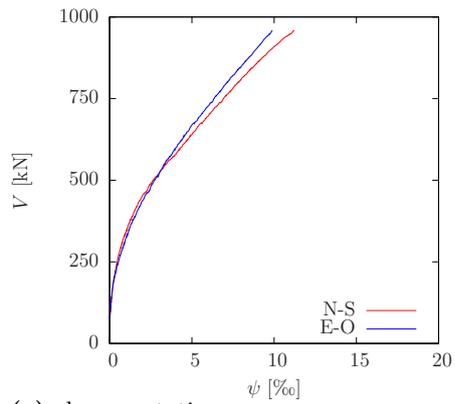
Les courbes indiquées par un astérisque (*) sont tronquées, le signal étant devenu inutilisable à un certain moment de l'essai.

Le tableau. 4.1 donne une vue d'ensemble des caractéristiques des dalles et des résultats principaux. La valeur de la charge de rupture V inclut le poids propre de la dalle et du bâti de charge (73 kN). Les rotations à la rupture $\psi_{R,max}$ et $\psi_{R,min}$ sont les moyennes des inclinomètres placés le long des l'axes nord-sud et est-ouest.

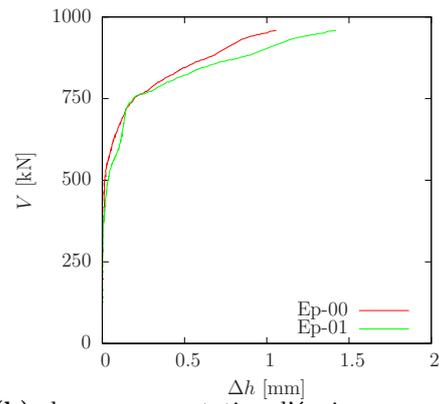
TABLE 4.1 – Résumé des résultats

Dalle	a [mm]	d_m [mm]	$\rho_{sup,y}$ [%]	f_s [N/mm ²]	$\rho_{sup,x}$ [%]	f_s [N/mm ²]	$f_{cm,essai}$ [N/mm ²]	V_R [kN]	$\psi_{R,max}$ [‰]	$\psi_{R,min}$ [‰]
PT21	260	192	0.84	552	1.64	597	67.5	959	11.2	9.89
PT22	260	196	0.82	552	0.82	552	67.0	989	16.7	14.4
PT23	260	189	0.36	568	0.85	552	66.0	591	44.0	8.51
PT31	260	212	1.48	540	1.48	540	66.3	1433	11.6	9.53
PT32	260	215	0.75	558	1.46	540	40.0	1157	12.0	9.97
PT33	260	212	0.32	533	0.76	558	40.2	602	30.2	8.67
PT34	260	216	0.74	558	0.74	558	47.0	879	31.3	6.82

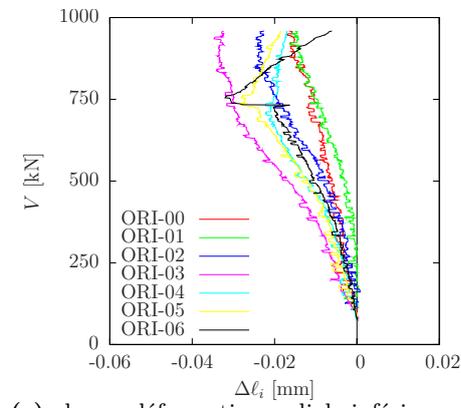
4.1 PT21 : $h_{nom} = 250$ mm, $\rho_{sup,x} = 1.64\%$, $\rho_{sup,y} = 0.84\%$



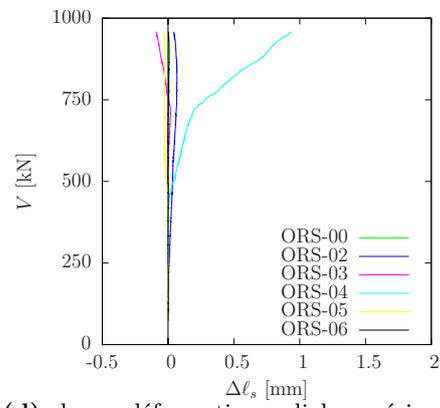
(a) charge-rotation moyenne



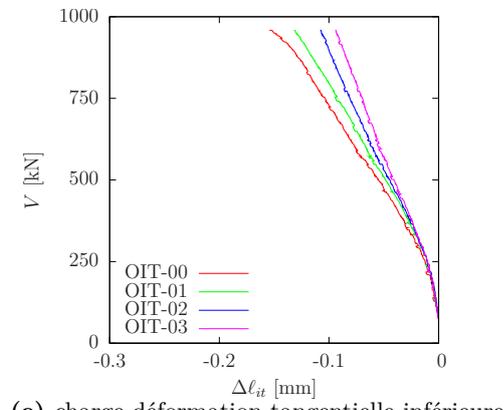
(b) charge-augmentation d'épaisseur



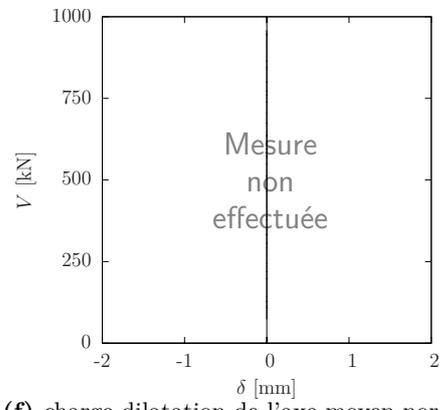
(c) charge-déformation radiale inférieure



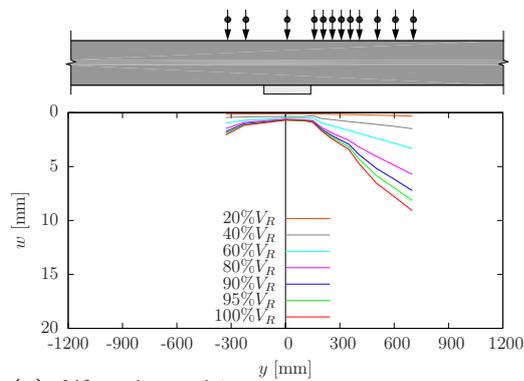
(d) charge-déformation radiale supérieure



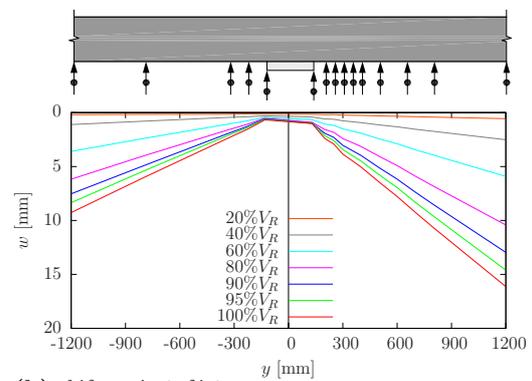
(e) charge-déformation tangentielle inférieure



(f) charge-dilatation de l'axe moyen nord-sud

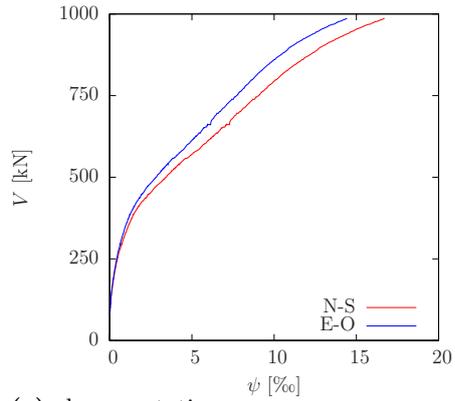


(g) déformée supérieure

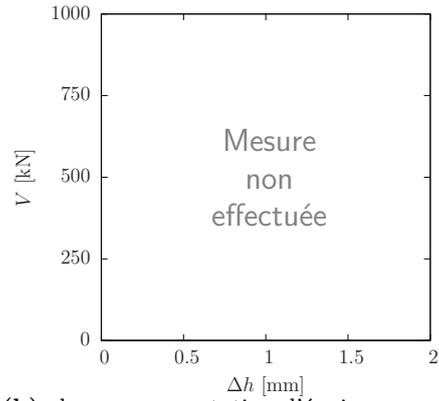


(h) déformée inférieure

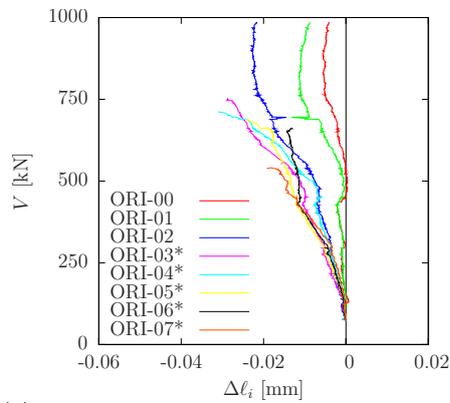
4.2 PT22 : $h_{nom} = 250$ mm, $\rho_{sup,x} = 0.82\%$, $\rho_{sup,y} = 0.82\%$



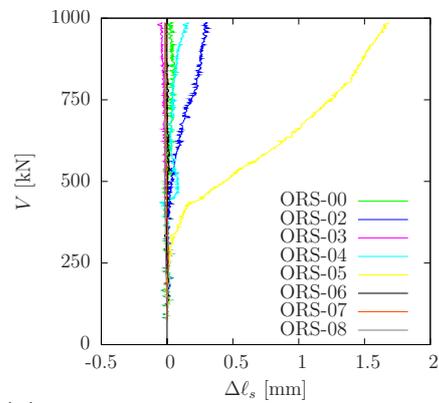
(a) charge-rotation moyenne



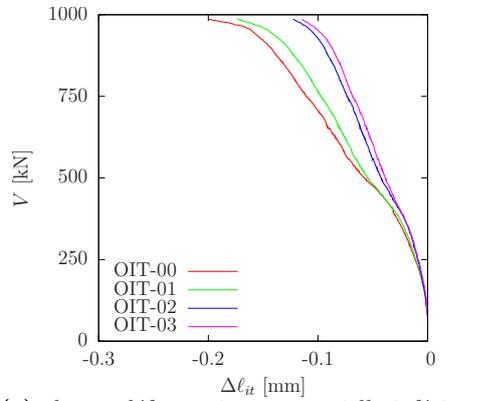
(b) charge-augmentation d'épaisseur



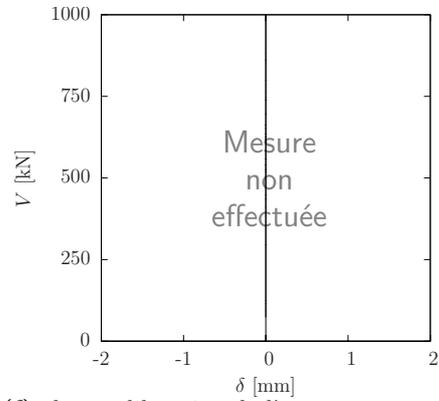
(c) charge-déformation radiale inférieure



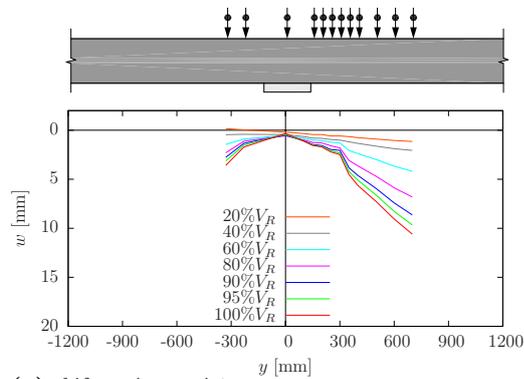
(d) charge-déformation radiale supérieure



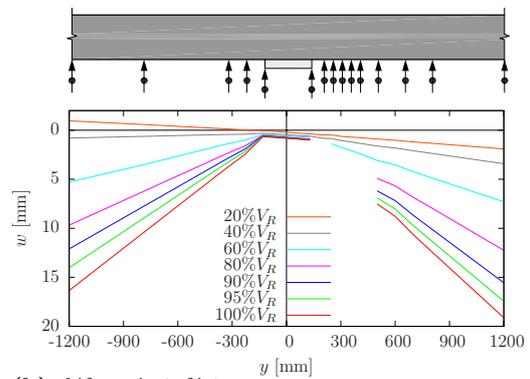
(e) charge-déformation tangentielle inférieure



(f) charge-dilatation de l'axe moyen nord-sud

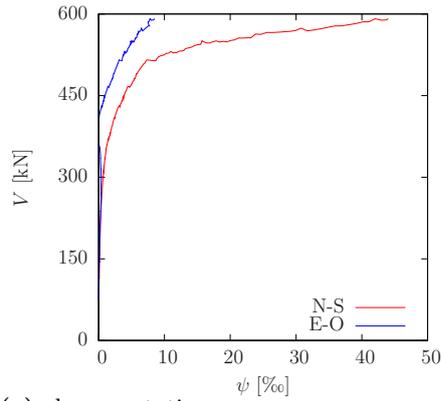


(g) déformée supérieure

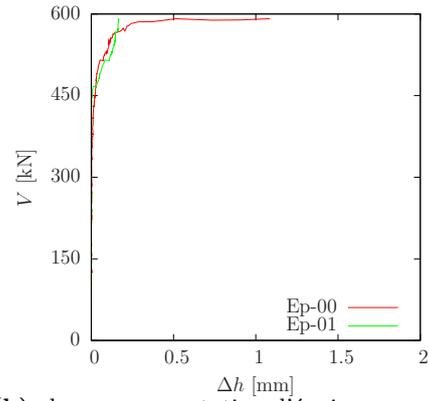


(h) déformée inférieure

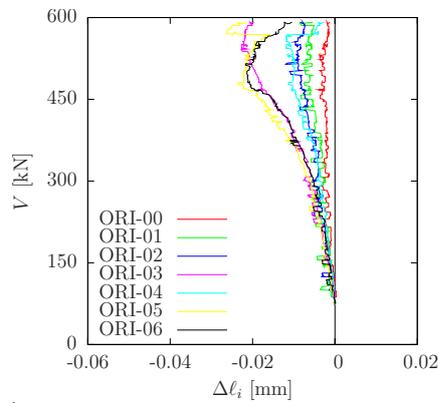
4.3 PT23 : $h_{nom} = 250$ mm, $\rho_{sup,x} = 0.85\%$, $\rho_{sup,y} = 0.36\%$



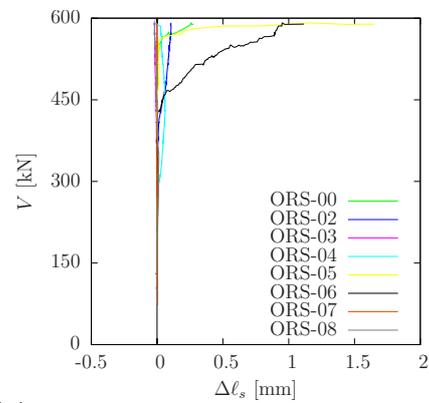
(a) charge-rotation moyenne



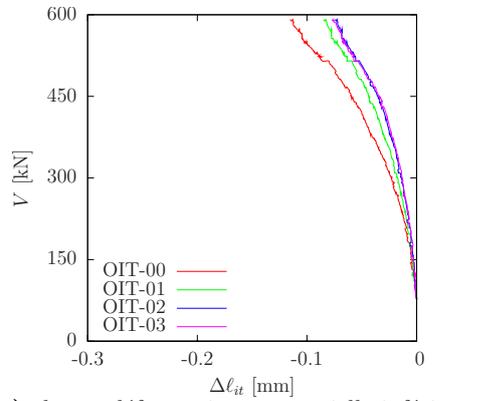
(b) charge-augmentation d'épaisseur



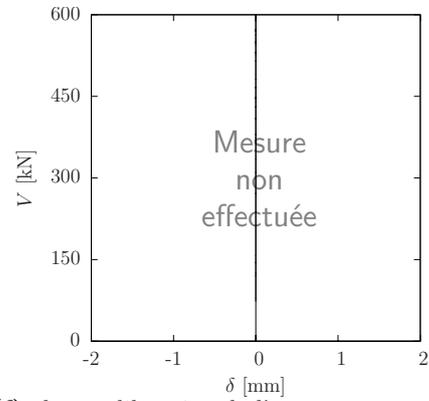
(c) charge-déformation radiale inférieure



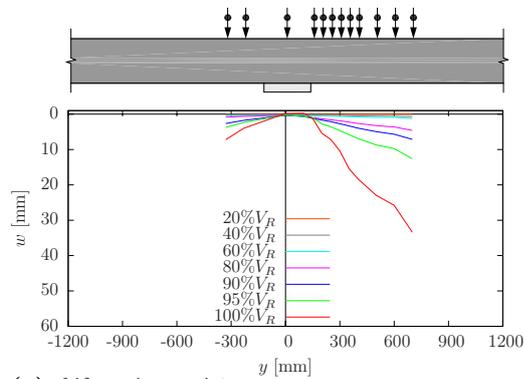
(d) charge-déformation radiale supérieure



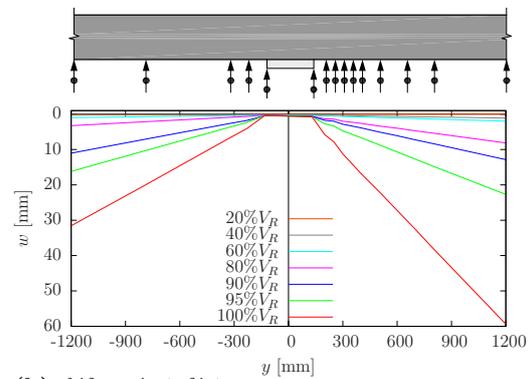
(e) charge-déformation tangentielle inférieure



(f) charge-dilatation de l'axe moyen nord-sud

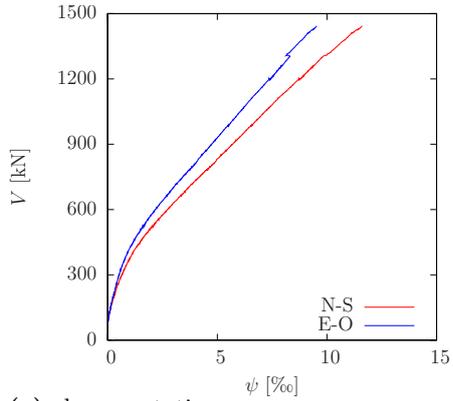


(g) déformée supérieure

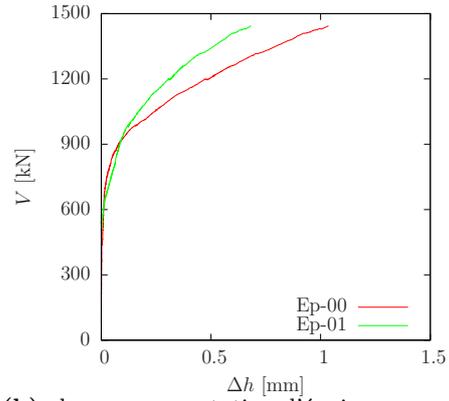


(h) déformée inférieure

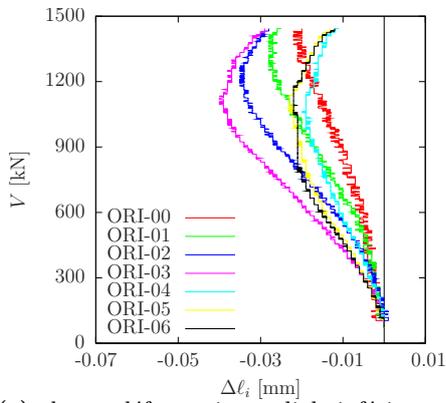
4.4 PT31 : $h_{nom} = 250$ mm, $\rho_{sup,x} = 1.48\%$, $\rho_{sup,y} = 1.48\%$



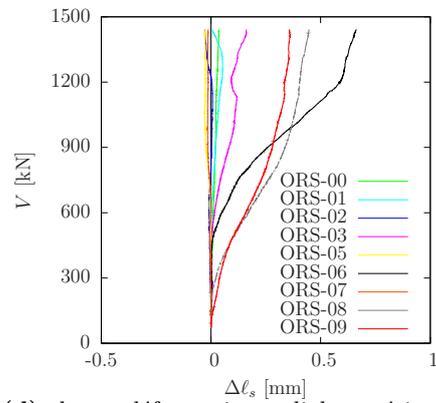
(a) charge-rotation moyenne



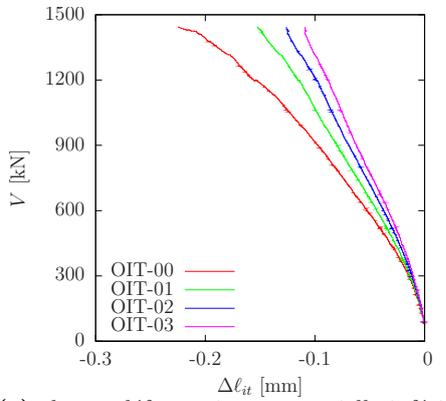
(b) charge-augmentation d'épaisseur



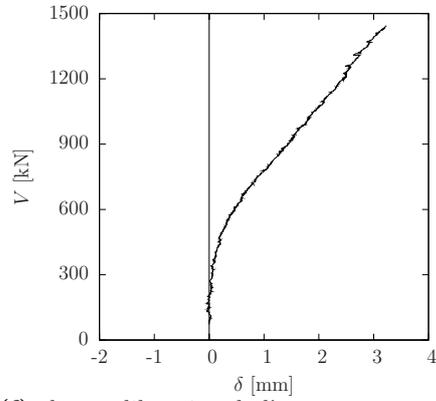
(c) charge-déformation radiale inférieure



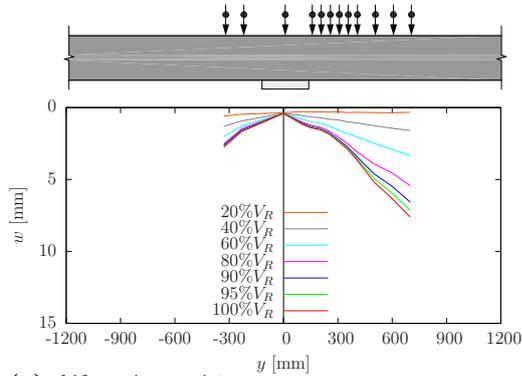
(d) charge-déformation radiale supérieure



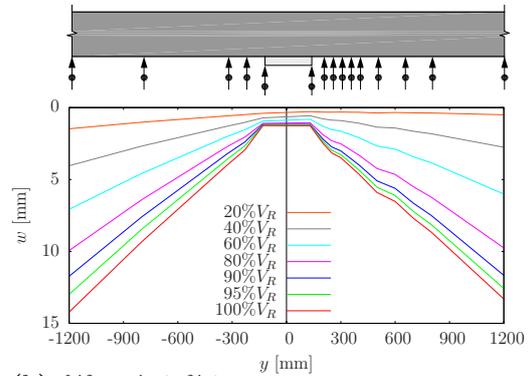
(e) charge-déformation tangentielle inférieure



(f) charge-dilatation de l'axe moyen nord-sud

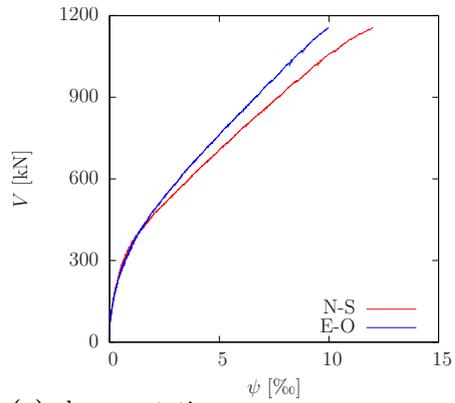


(g) déformée supérieure

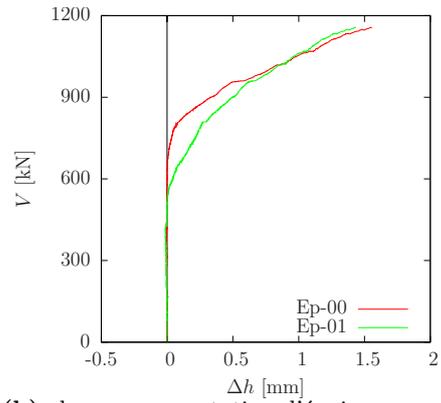


(h) déformée inférieure

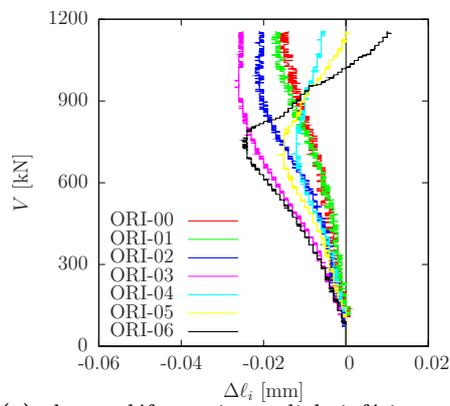
4.5 PT32 : $h_{nom} = 250$ mm, $\rho_{sup,x} = 1.46\%$, $\rho_{sup,y} = 0.75\%$



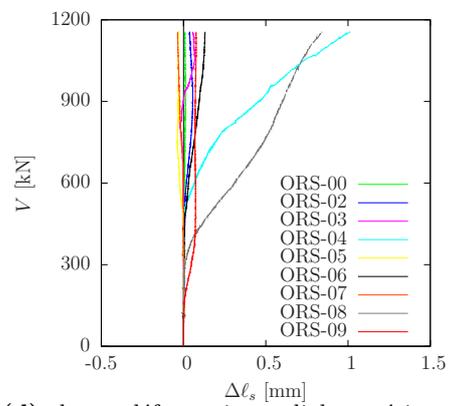
(a) charge-rotation moyenne



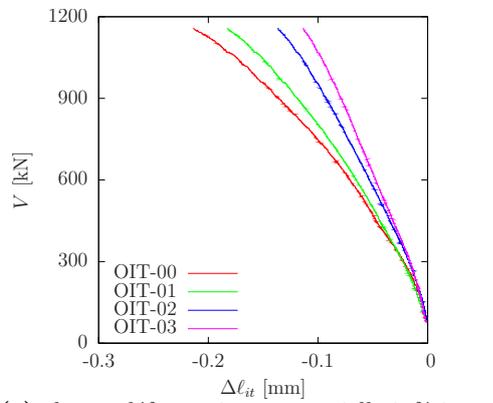
(b) charge-augmentation d'épaisseur



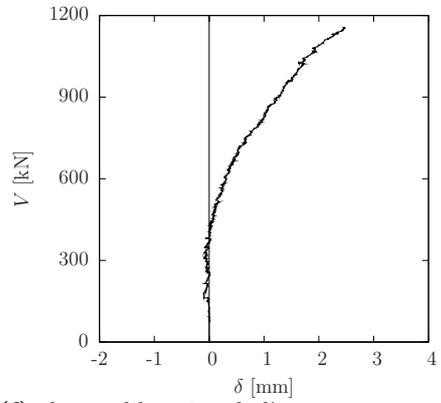
(c) charge-déformation radiale inférieure



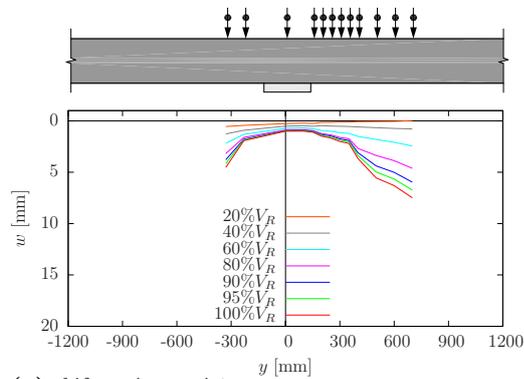
(d) charge-déformation radiale supérieure



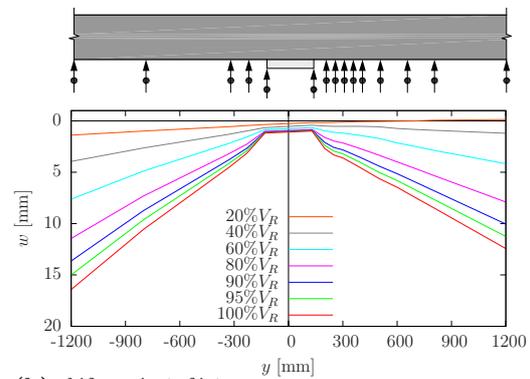
(e) charge-déformation tangentielle inférieure



(f) charge-dilatation de l'axe moyen nord-sud

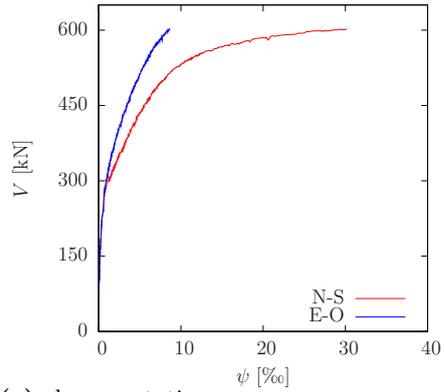


(g) déformée supérieure

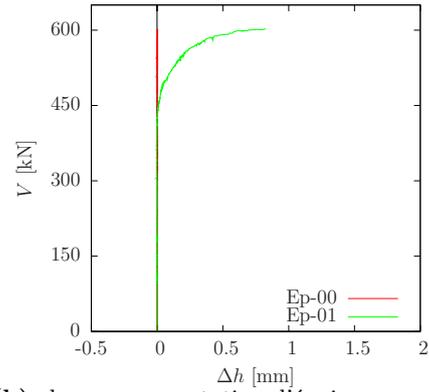


(h) déformée inférieure

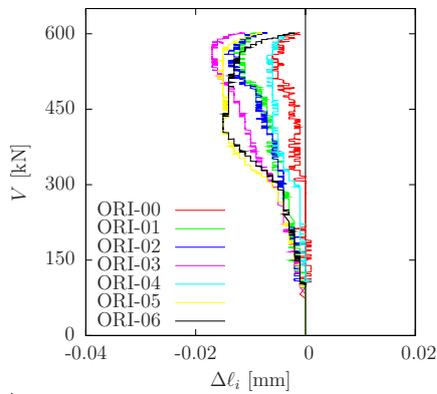
4.6 PT33 : $h_{nom} = 250$ mm, $\rho_{sup,x} = 0.76\%$, $\rho_{sup,y} = 0.32\%$



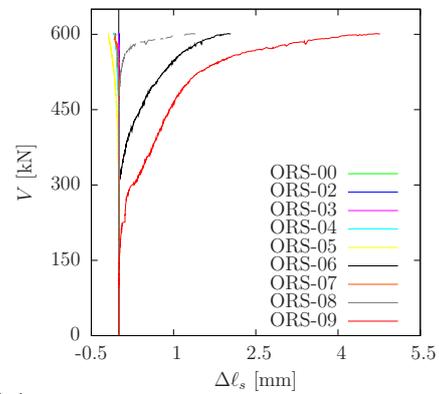
(a) charge-rotation moyenne



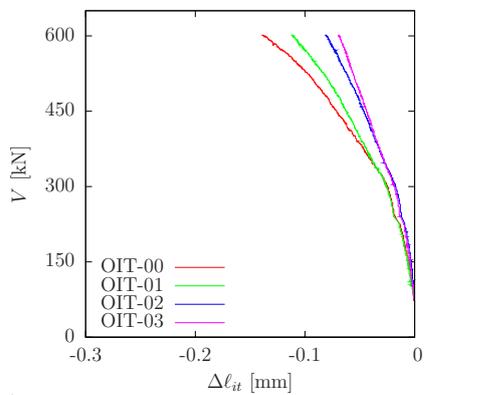
(b) charge-augmentation d'épaisseur



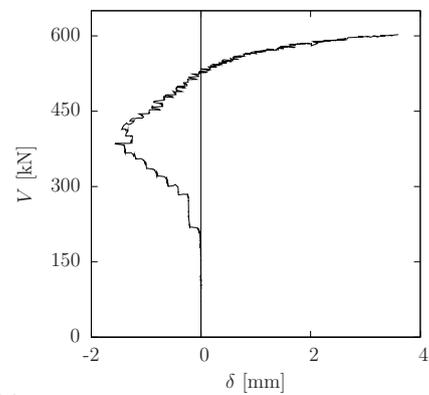
(c) charge-déformation radiale inférieure



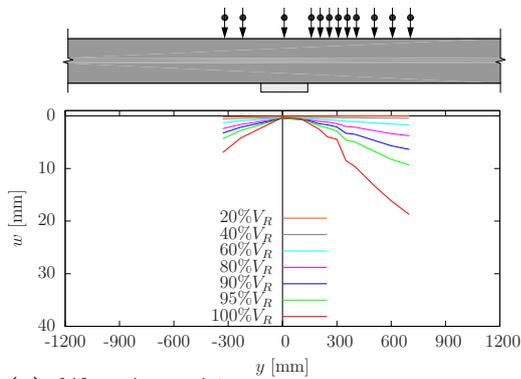
(d) charge-déformation radiale supérieure



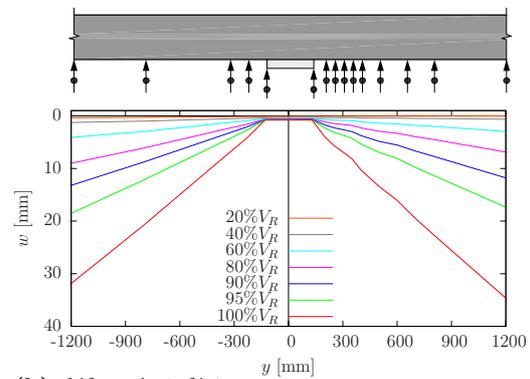
(e) charge-déformation tangentielle inférieure



(f) charge-dilatation de l'axe moyen nord-sud

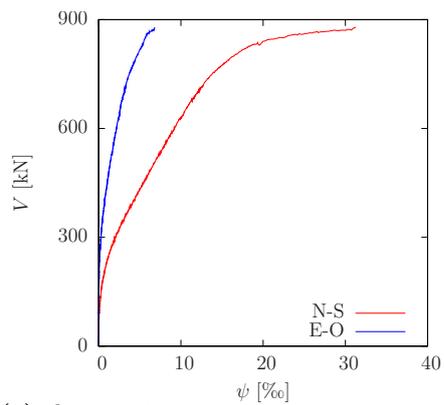


(g) déformée supérieure

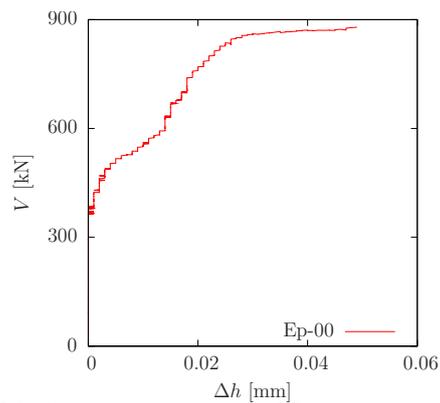


(h) déformée inférieure

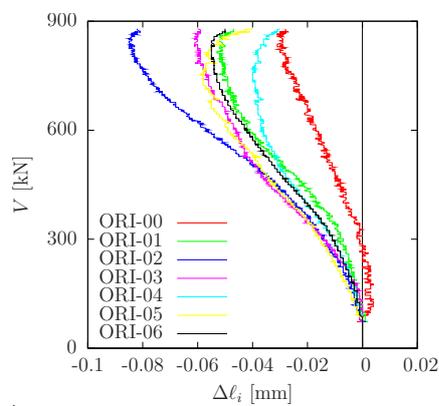
4.7 PT34 : $h_{nom} = 250$ mm, $\rho_{sup,x} = 0.74\%$, $\rho_{sup,y} = 0.74\%$



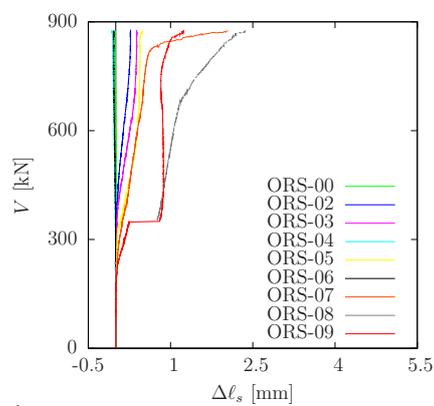
(a) charge-rotation moyenne



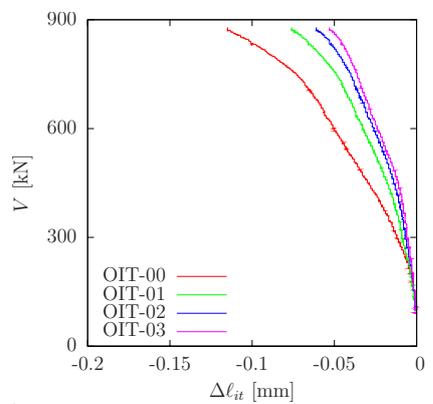
(b) charge-augmentation d'épaisseur



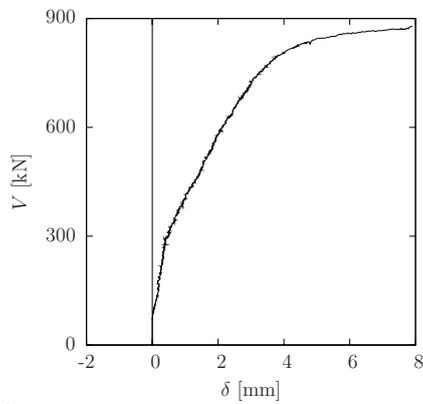
(c) charge-déformation radiale inférieure



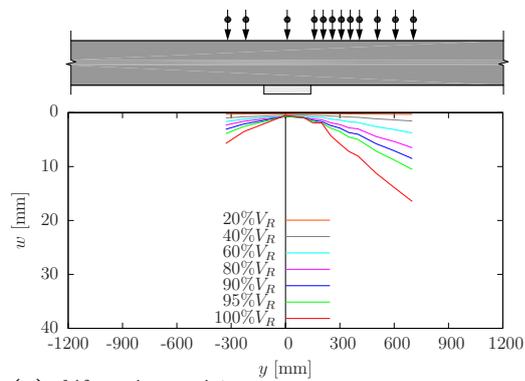
(d) charge-déformation radiale supérieure



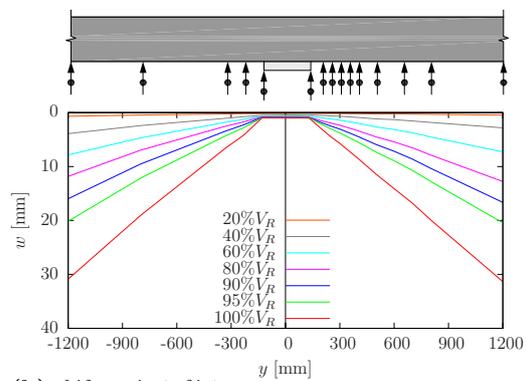
(e) charge-déformation tangentielle inférieure



(f) charge-dilatation de l'axe moyen nord-sud



(g) déformée supérieure



(h) déformée inférieure

5 Comparaisons

Dans cette section une comparaison des résultats obtenus pour les dalles testées et pour d'autres dalles armées symétriquement est montrée. Le tableau 5.1 résume les caractéristiques et les résultats principaux pour le deux séries de dalles (dalles testées et autres dalles). La figure 5.1 montre les courbes charge-rotation maximale des dalles mentionnées plus haut ainsi que le critère de rupture sous forme normalisée.

TABLE 5.1 – Comparaisons

Dalle	a [mm]	d_m [mm]	$\rho_{sup,y}$ [%]	f_s [N/mm ²]	$\rho_{sup,x}$ [%]	f_s [N/mm ²]	$f_{cm,essai}$ [N/mm ²]	V_R [kN]	$\psi_{R,max}$ [‰]	$\psi_{R,min}$ [‰]
PT21	260	192	0.84	552	1.64	597	67.5	959	11.2	9.89
PT22	260	196	0.82	552	0.82	552	67.0	989	16.7	14.4
PT23	260	189	0.36	568	0.85	552	66.0	591	44.0	8.51
PT31	260	212	1.48	540	1.48	540	66.3	1433	11.6	9.53
PT32	260	215	0.75	558	1.46	540	40.0	1157	12.0	9.97
PT33	260	212	0.32	533	0.76	558	40.2	602	30.2	8.67
PT34	260	216	0.74	558	0.74	558	47.0	879	31.3	6.82
PG1*	260	210	1.50	573	1.50	573	27.7	1023	8.90	—
PG5*	260	210	0.33	555	0.33	555	29.3	550	24.7	—
PG10*	260	210	0.33	577	0.33	577	28.5	540	22.3	—
PG11**	260	208	0.74	652	0.74	652	31.5	763	10.3	—

* [voir Guandalini, 2005, tableau D-2.1]

** [voir Guidotti et al., 2007, tableau 2.1]

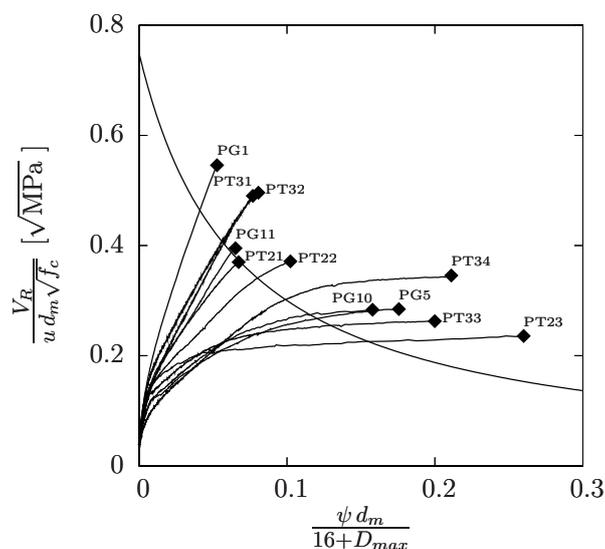
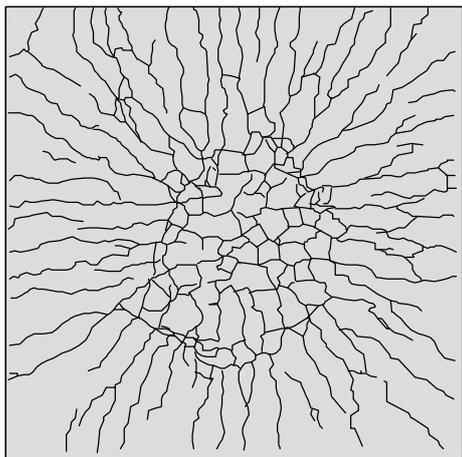


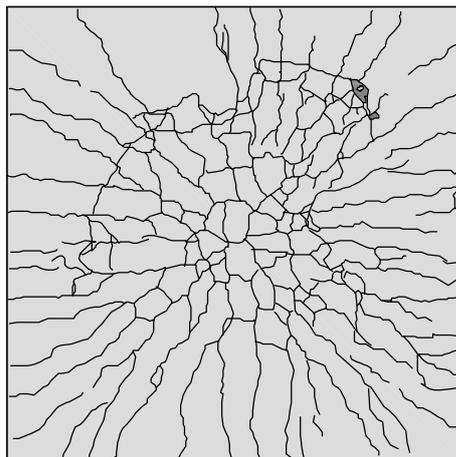
FIGURE 5.1 – Comparaisons

Annexe A

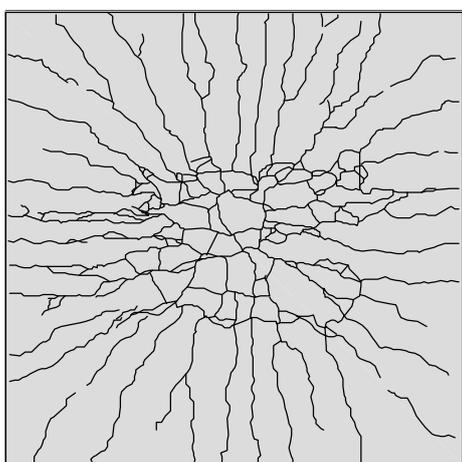
Relevé des fissures en surface



(a) Dalle PT21

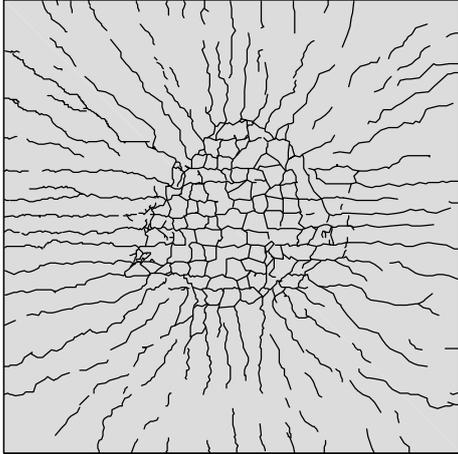


(b) Dalle PT22

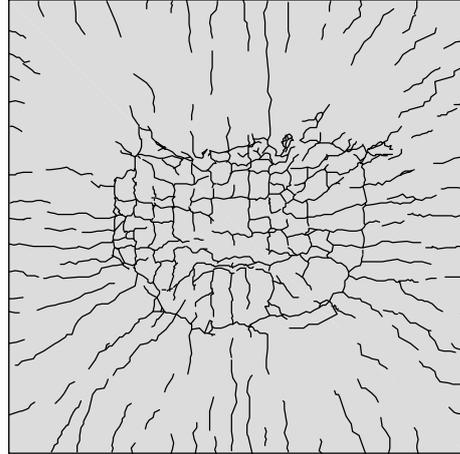


(c) Dalle PT23

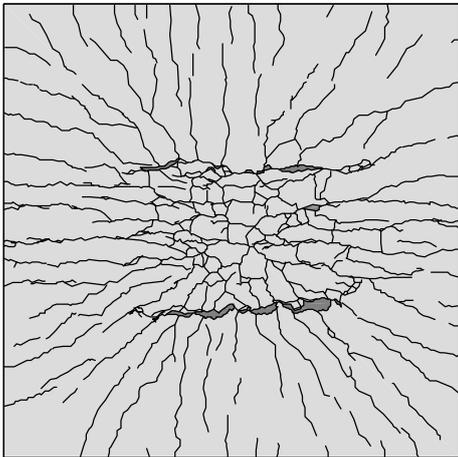
FIGURE A.1 – Relevé des fissures de la série I



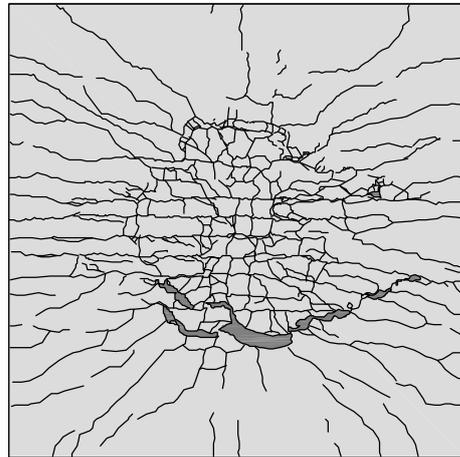
(a) Dalle PT31



(b) Dalle PT32



(c) Dalle PT33



(d) Dalle PT34

FIGURE A.2 – Relevé des fissures de la série II

Annexe B

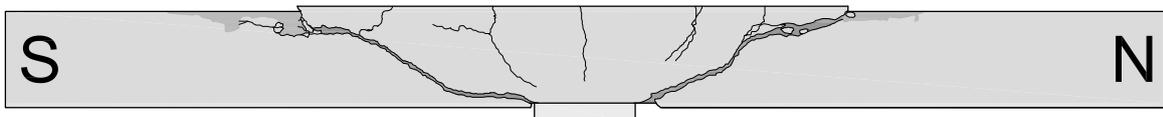
Relevé des fissures sur la section des dalles coupées



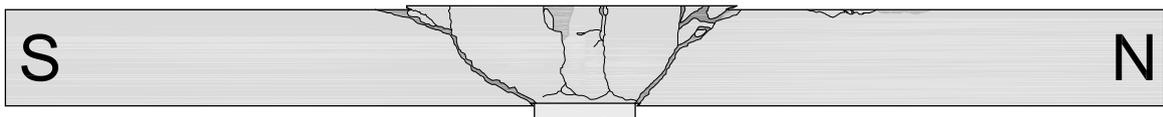
(a) Dalle PT21 — axe faible



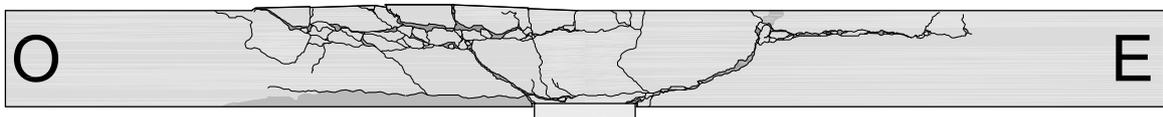
(b) Dalle PT21 — axe fort



(c) Dalle PT22 — axe faible

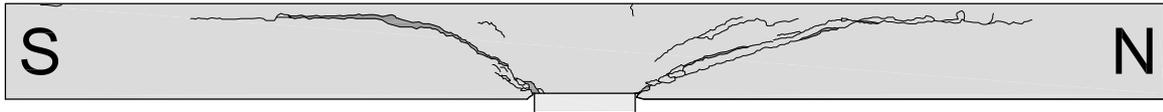


(d) Dalle PT23 — axe faible



(e) Dalle PT23 — axe fort

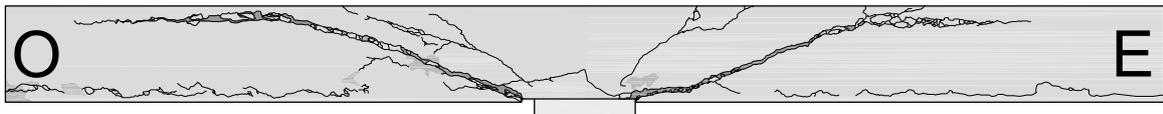
FIGURE B.1 – Coupes des dalles de la série I



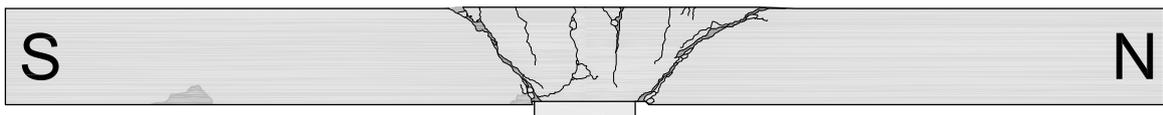
(a) Dalle PT31 — axe faible



(b) Dalle PT32 — axe faible



(c) Dalle PT32 — axe fort



(d) Dalle PT33 — axe faible



(e) Dalle PT33 — axe fort



(f) Dalle PT34 — axe faible



(g) Dalle PT34 — axe fort

FIGURE B.2 – Coupes des dalles de la série II

Annexe C

Essais sur le béton durci

TABLE C.1 – Essais sur le béton durci de la série I

Dalle	Échantillon	Date de bétonnage	Date de l'essai	Age lors de l'essai [jours]	f_c [N/mm ²]	Commentaire
		30.03.2007	05.04.2007	6	31.5	Essais préliminaires
		30.03.2007	12.04.2007	13	47.0	
PT21	21-1	30.03.2007	11.05.2007	42	67.5	Essai dalle 21
	21-2	30.03.2007	14.05.2007	45	68.1	
	21-3	30.03.2007	15.05.2007	46	66.8	
PT22	22-1	30.03.2007	03.05.2007	34	67.4	Essai dalle 22
	22-2	30.03.2007	04.05.2007	35	68.3	
	22-3	30.03.2007	07.05.2007	38	65.4	
PT23	23-1	30.03.2007	21.05.2007	52	65.9	Essai dalle 23
	23-2	30.03.2007	22.05.2007	53	68.4	
	23-3	30.03.2007	23.05.2007	54	63.8	

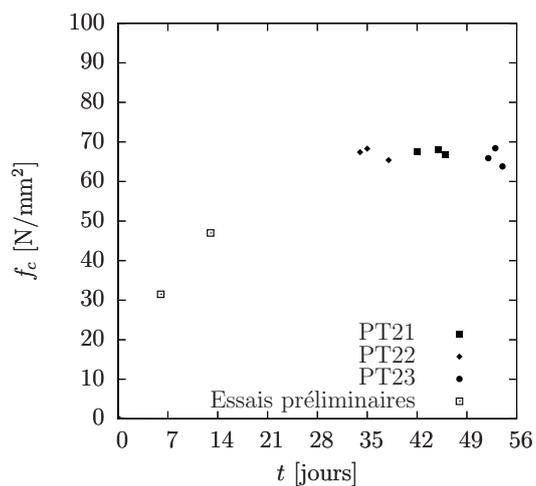


FIGURE C.1 – Évolution de la résistance à la compression dans le temps de la série I

TABLE C.2 – Essais sur le béton durci de la série II

Dalle	Échantillon	Date de bétonnage	Date de l'essai	Age lors de l'essai [jours]	f_c [N/mm ²]	Commentaire
PT31	31-1	23.10.2007	06.11.2007	14	62.5	
	31-2	23.10.2007	06.11.2007	14	64.7	
	31-3	23.10.2007	20.11.2007	28	61.0	
	31-4	23.10.2007	20.11.2007	28	65.8	
	31-5	23.10.2007	30.11.2007	38	65.1	
	31-6	23.10.2007	30.11.2007	38	67.4	Essai dalle 31
PT32	32-1	23.10.2007	06.11.2007	14	39.1	
	32-2	23.10.2007	06.11.2007	14	38.0	
	32-3	23.10.2007	20.11.2007	28	39.8	
	32-4	23.10.2007	20.11.2007	28	42.7	
	32-5	23.10.2007	23.11.2007	31	38.7	
	32-6	23.10.2007	23.11.2007	31	41.4	Essai dalle 32
PT33 et 34	3334-1	19.10.2007	02.11.2007	14	38.9	
	3334-2	19.10.2007	16.11.2007	14	35.0	
	3334-3	19.10.2007	06.11.2007	18	42.1	
	3334-4	19.10.2007	07.12.2007	18	40.7	
	3334-5	19.10.2007	02.11.2007	28	40.5	
	3334-6	19.10.2007	16.11.2007	28	39.8	Essai dalle 33
	3334-7	19.10.2007	06.11.2007	49	47.9	
	3334-8	19.10.2007	07.12.2007	49	46.1	Essai dalle 34

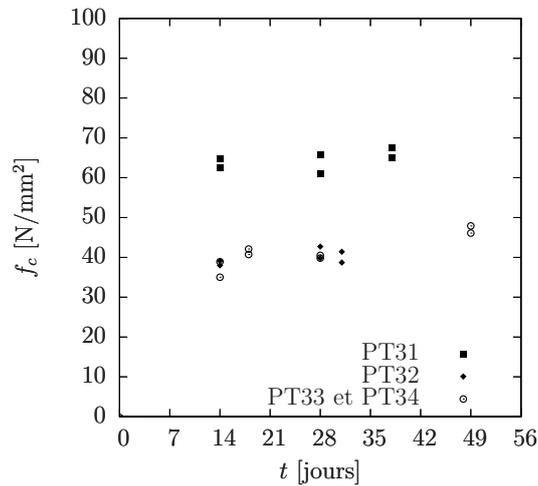


FIGURE C.2 – Évolution de la résistance à la compression dans le temps de la série II

Annexe D

Essais de traction des barres d'armature

Les essais de traction des barres d'armature ont été effectués avec un machine AMSLER de 1000 kN. La mesure de l'allongement a été réalisée avec un vidéo-extensiomètre et la mesure de la force introduite avec un capteur de force intégré dans la machine. La contrainte a été déduite par la suite. Deux séries de barre ont été testées, une pour chaque série de dalles. Les deux séries étant composées de trois échantillons pour chaque diamètre.

Les figures [D.1](#) et [D.2](#) montrent les courbes contrainte-déformation des tests réalisés. Pour certaines barres l'allongement lors de la striction a été mesuré. Pour les barres d'armature en acier écroui à froid, la ligne nécessaire pour la détermination de la contrainte d'écoulement, conformément la norme [SIA 262](#) (chiffre 3.2.2.2), est montrée en pointillé.

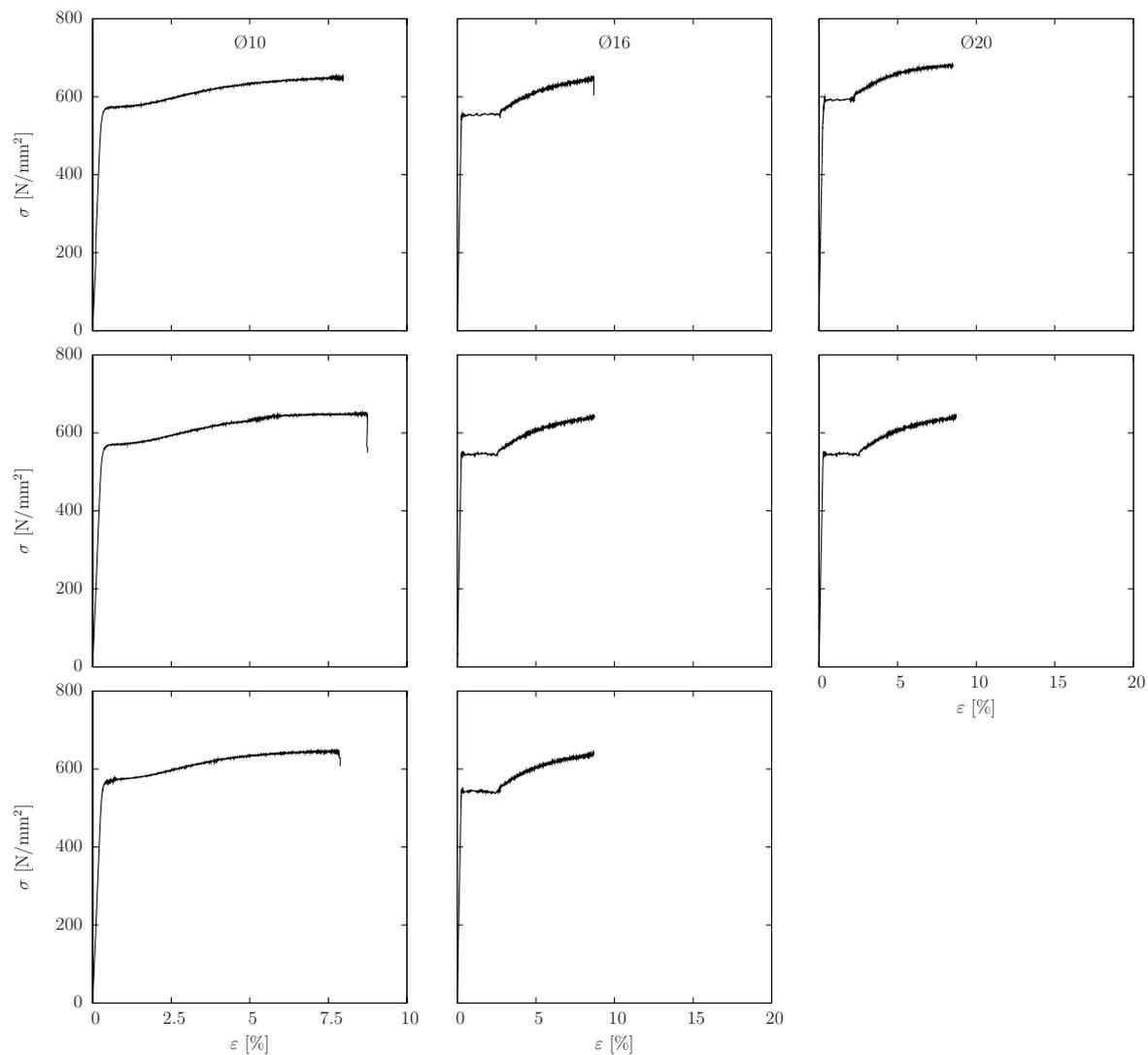


FIGURE D.1 – Tests des barres d'armature. Série I

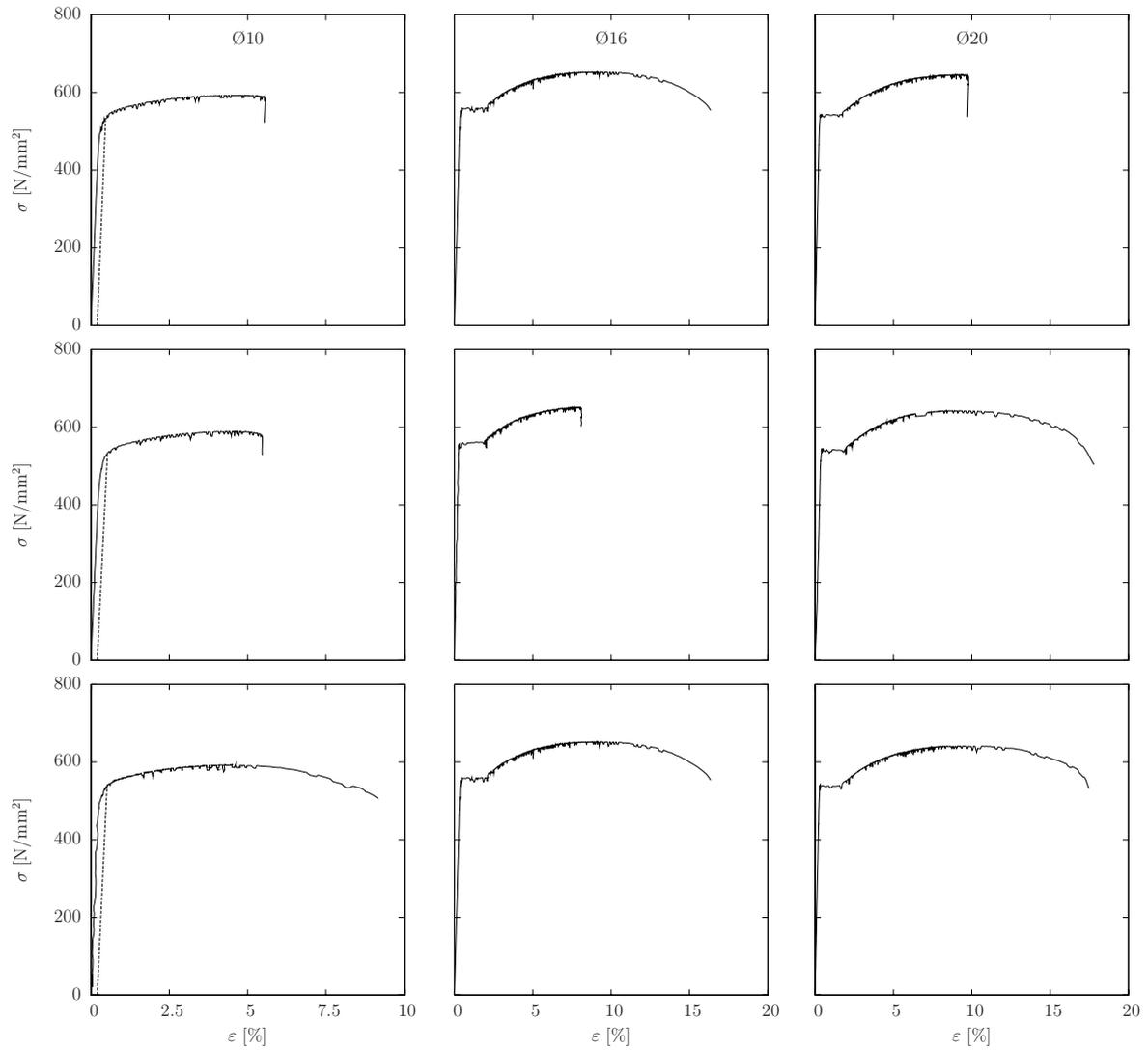


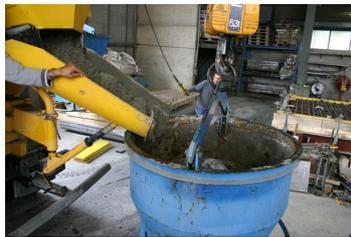
FIGURE D.2 – Tests des barres d'armature. Série II

Annexe E

Confection des spécimens



(a) Disposition du ferrailage sur les tables vibrantes



(b) Préparation du bétonnage



(c) Exécution du test d'étalement



(d) Exécution du test d'affaissement



(e) Bétonnage des dalles



(f) Confection des cylindres



(g) Mise en place des ancres



(h) Lissage de la surface

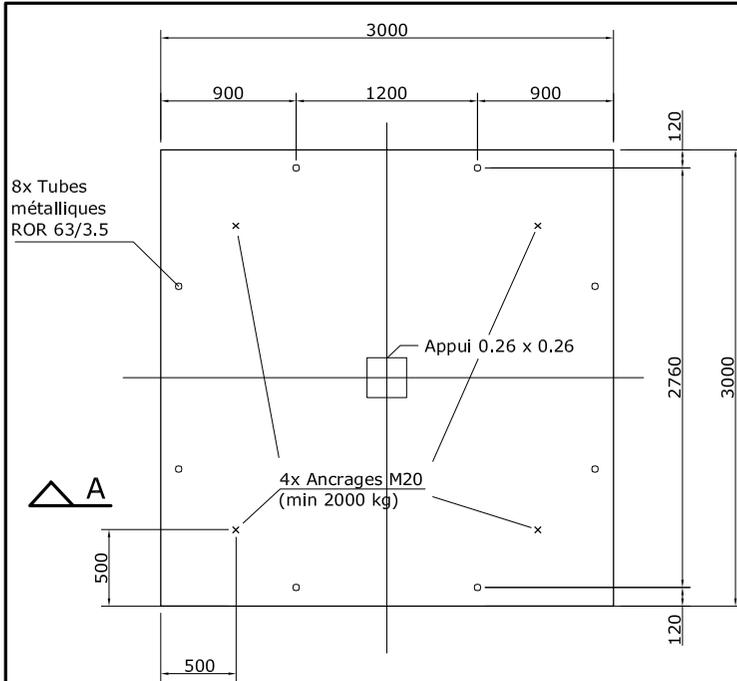


(i) Dalles finies

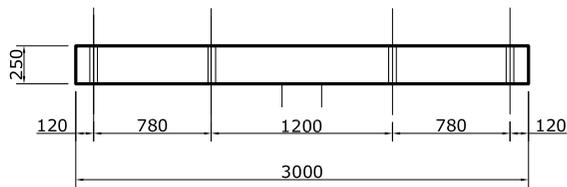
FIGURE E.1 – Illustration de la préparation des dalles et du contrôle de qualité du béton effectué dans l'usine de préfabrication

Annexe F

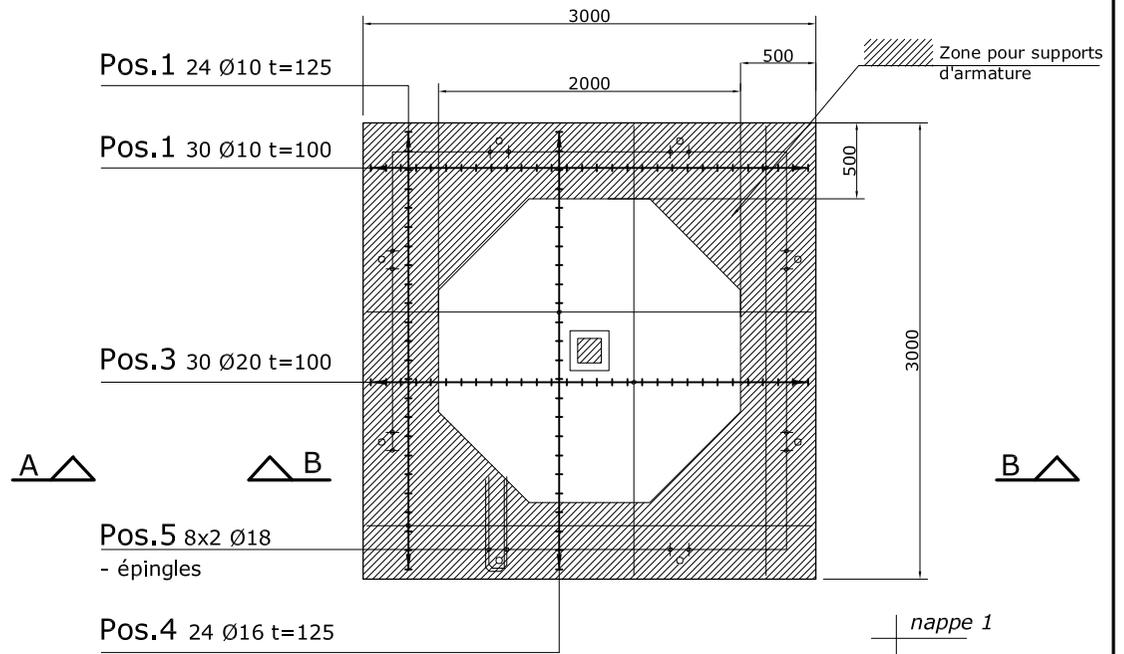
Plans d'armature, de coffrage et listes de fer



Coffrage



Coupe A-A



Plans d'armatures dalle 1

Pos.3 30 Ø20 t=100

Pos.4 24 Ø16 t=125

Pos.1 24 Ø10 t=125

Pos.1 30 Ø10 t=100

Pos.5 8x2 Ø18
- épingles

nappe 1
nappe 2
nappe 3
nappe 4

Enrobage c = 20 mm partout

A

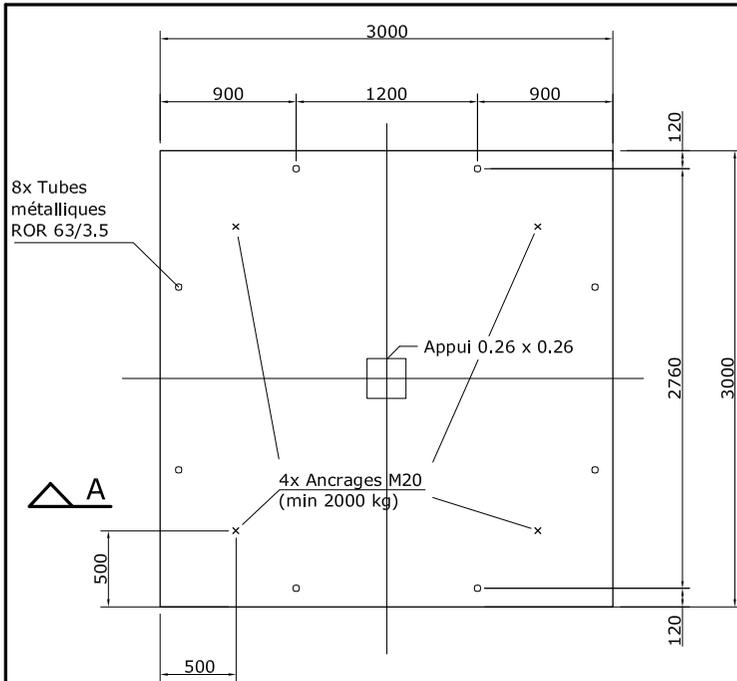
B

B

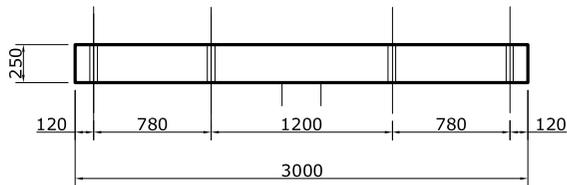
Coupe B-B

Pour essais de matériaux :
2 x Pos. 1, 2 x Pos. 3 et 2 x Pos. 4
sont à transmettre à l'EPFL.

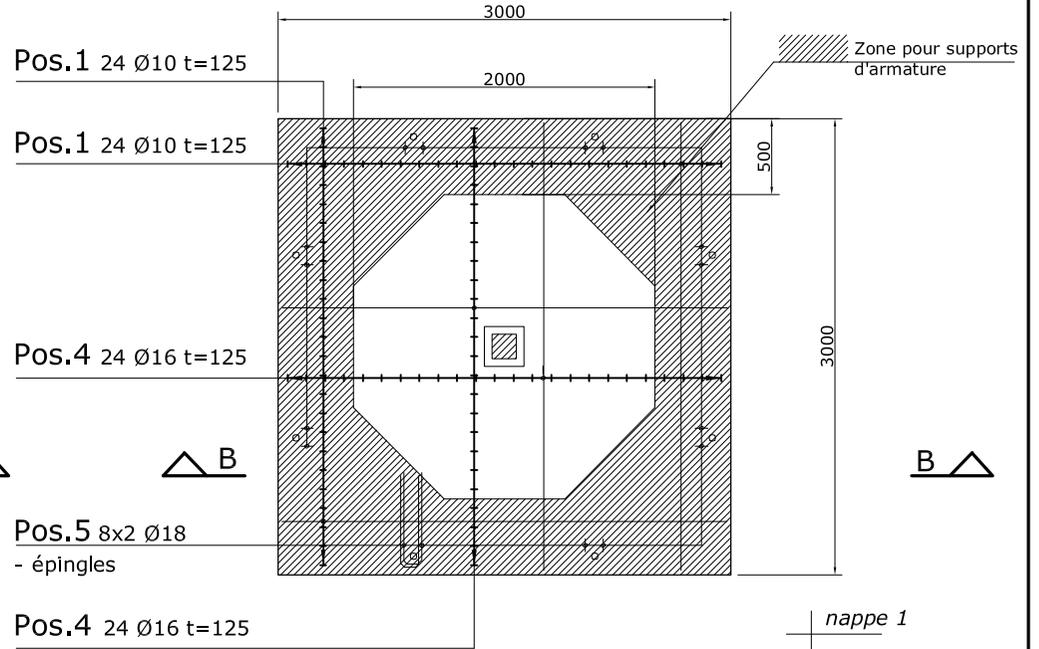
EPFL - ENAC - IS-Béton Laboratoire de construction en béton	Dalles de poinçonnement pour travail de diplôme	Echelle : 1/50	Date : 27.02.2007
	Dalle PT21 - plans d'armature et de coffrage		Dessinateur : GG
	Nr. : DPE-01		Révision 1 :
			Révision 2 :



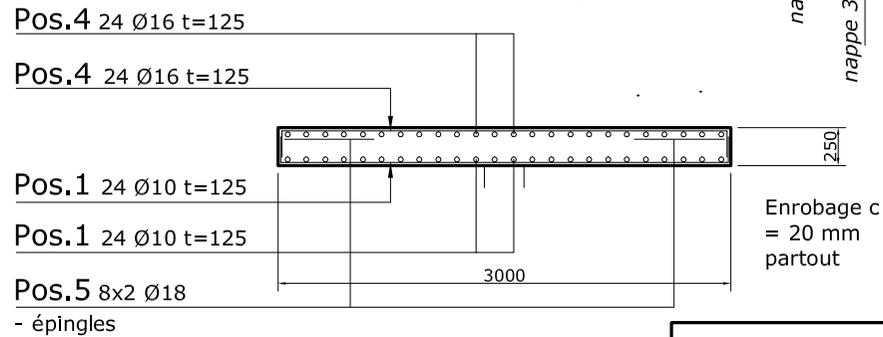
Coffrage



Coupe A-A



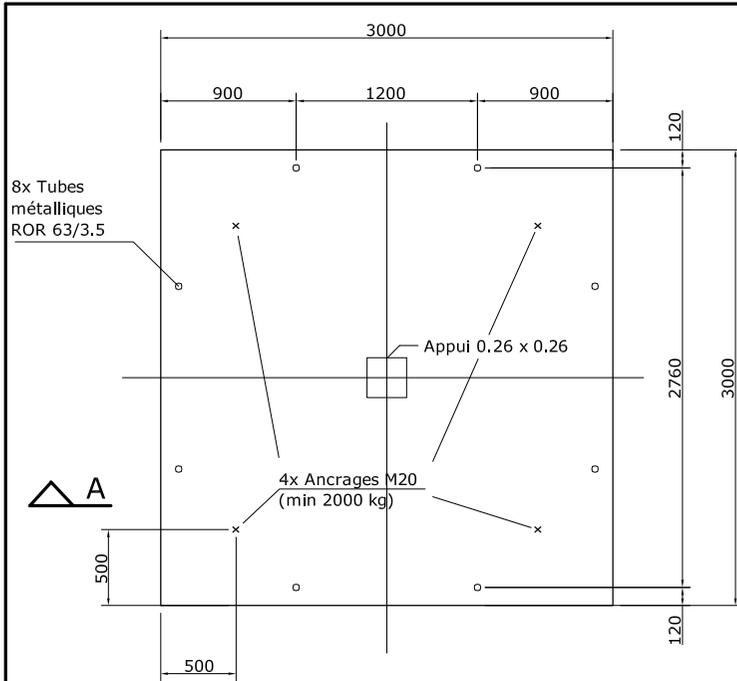
Plans d'armatures dalle 2



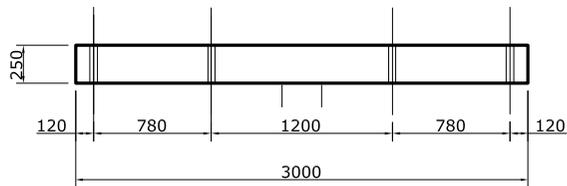
Coupe B-B

Pour essais de matériaux :
2 x Pos. 1, 2 x Pos. 3 et 2 x Pos. 4
sont à transmettre à l'EPFL.

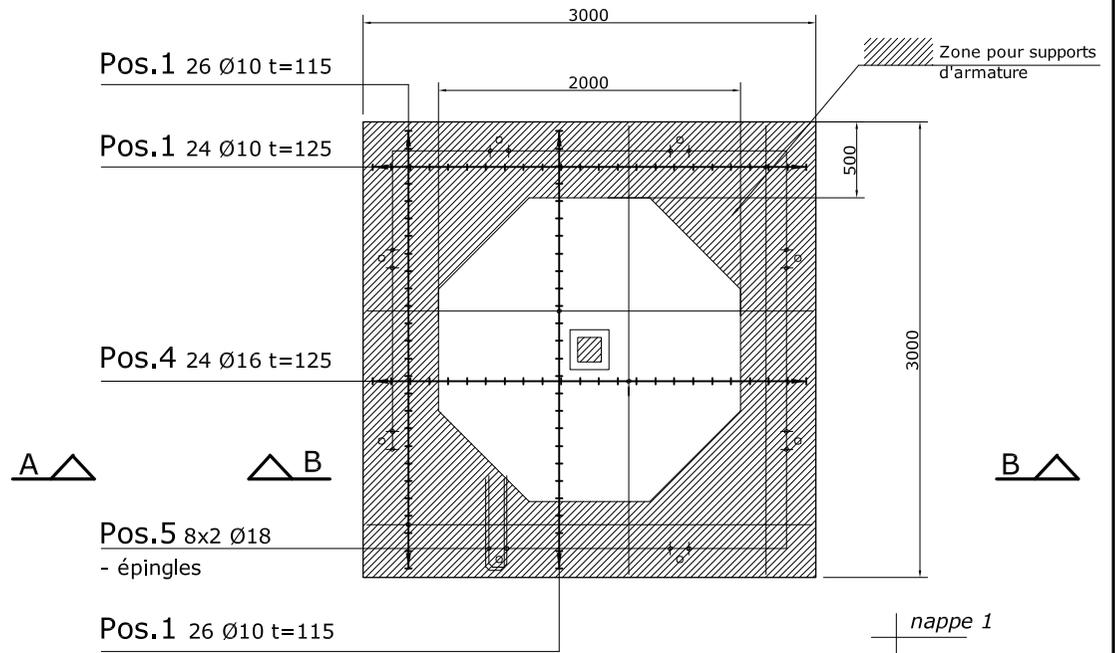
EPFL - ENAC - IS-Béton Laboratoire de construction en béton	Dalles de poinçonnement pour travail de diplôme	Echelle : 1/50 Nr. : DPE-02	Date : 27.02.2007
	Dalle PT22 - plans d'armature et de coffrage		Dessinateur : GG
			Révision 1 :
			Révision 2 :



Coffrage



Coupe A-A



Plans d'armatures dalle 3

Pos.4 24 Ø16 t=125

Pos.1 26 Ø10 t=115

Pos.1 26 Ø10 t=115

Pos.1 24 Ø10 t=125

Pos.5 8x2 Ø18 - épingles

nappe 1

nappe 2

nappe 3

nappe 4

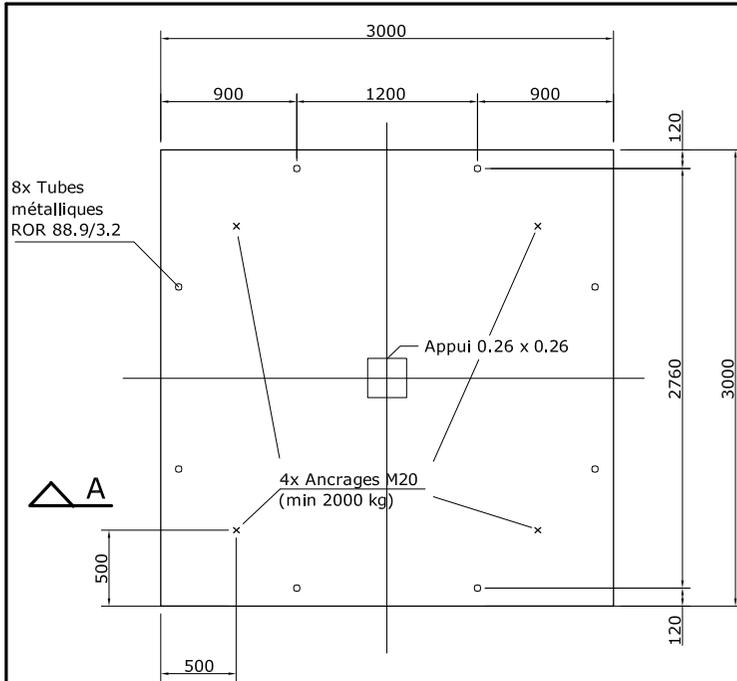
Enrobage c = 20 mm partout

Coupe B-B

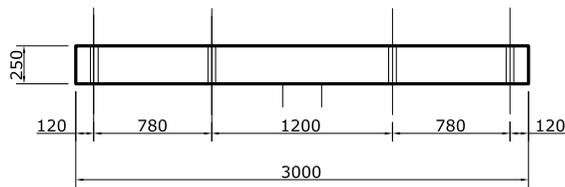
Pour essais de matériaux :
2 x Pos. 1, 2 x Pos. 3 et 2 x Pos. 4
sont à transmettre à l'EPFL.

EPFL - ENAC - IS-Béton Laboratoire de construction en béton	Dalles de poinçonnement pour travail de diplôme	Echelle : 1/50	Date : 27.02.2007
	Dalle PT23 - plans d'armature et de coffrage		Dessinateur : GG
	Nr. : DPE-03		Révision 1 :
			Révision 2 :

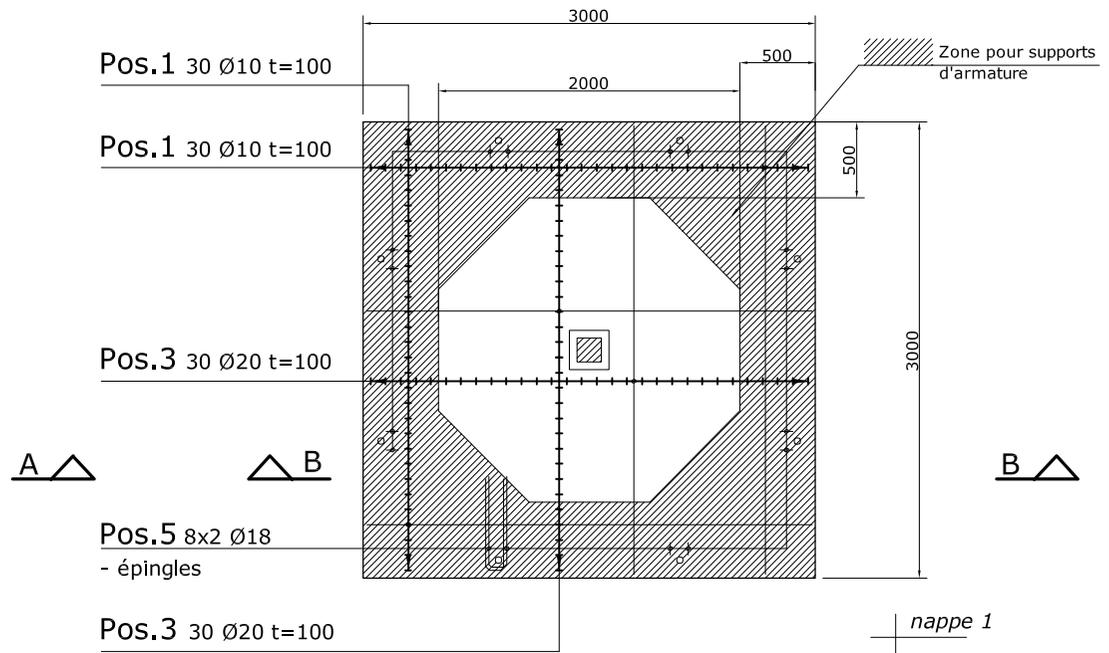
Ingénieur :		Liste d'armatures No. : —							
Construction : Essais sur 3 dalles de poinçonnement 3 x 3 x 0.25 m		Pour le plan No. : DPE-01, DPE-02, DPE-03							
Entreprise : EPFL — ENAC — IS-BETON GC B2, 1015 Lausanne		Date : 27.02.2007	ACIER B 500B TOPAR S selon SIA 262						
		Dessiné : GC							
		Vérifié :							
		Révisé :							
Récapitulation de la liste d'armatures :									
∅ mm	Longueurs fixes et de stock :		Poids par m [kg/m]	∅ mm	Barres façonnées :				
	Longueur [m] :	Poids [kg] :			Longueur [m] :	Poids [kg] :			
6			0.222	6					
8			0.395	8					
10			0.617	10	595.8	367.6			
12			0.888	12					
14			1.21	14					
16			1.58	16	324.38	512.5			
18			2.00	18	68.16	136.3			
20			2.47	20	105.92	261.6			
22			2.98	22					
26			4.17	26					
30			5.55	30					
34			7.13	34					
40			9.87	40					
Total longueurs fixes et de stock :			kg	Total barres façonnées :		1278 kg			
Nombre de positions (sans les longueurs de stock)			4	Total général :		1278 kg			
Paniers de support (longueur 2.5 m)				Cavaliers :					
Nbre.	Longueur totale [m]	Hauteur [mm]	Pied plast. avec	Pied plast. sans	Nbre.	Hauteur [mm]	Remarques	Pied plast. avec	Pied plast. sans
			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>



Coffrage



Coupe A-A



Plans d'armature dalle 31

Pos.1 30 Ø10 t=100

Pos.1 30 Ø10 t=100

Pos.3 30 Ø20 t=100

Pos.5 8x2 Ø18
- épingles

Pos.3 30 Ø20 t=100

Pos.3 30 Ø20 t=100

Pos.3 30 Ø20 t=100

Pos.1 30 Ø10 t=100

Pos.1 30 Ø10 t=100

Pos.5 8x2 Ø18
- épingles

Coupe B-B

Pour essais de matériaux :
2 x Pos. 1, 2 x Pos. 3 et 2 x Pos. 4
sont à transmettre à l'EPFL.

EPFL - ENAC - IS-Béton
Laboratoire de construction en béton

Plan N° 2007-50.55-001

Dalles de poinçonnement

Dalle PT31 - plans d'armature et de coffrage

Echelle : 1/50

Béton C50/60 ** ATTENTION **

D_{max} = 16 mm

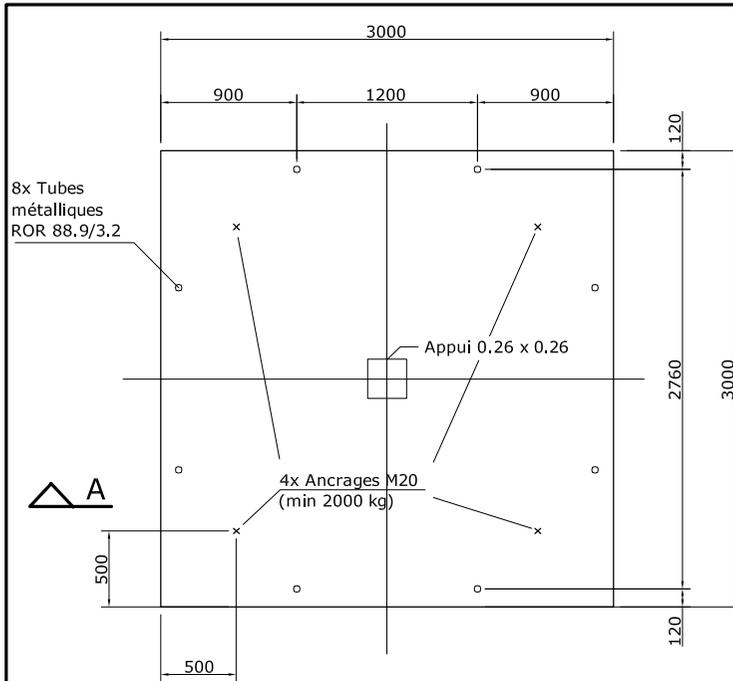
Enrobage c = 20 mm partout

Date : 29.08.2007

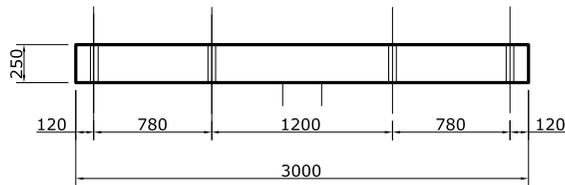
Dessinateur : GG

Révision 1 :

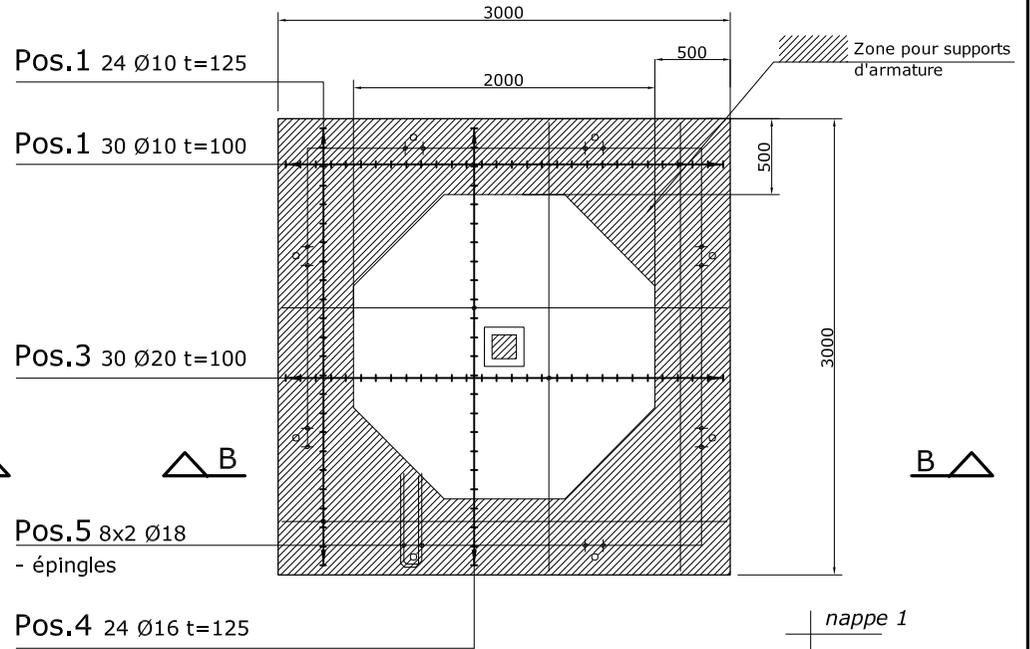
Révision 2 :



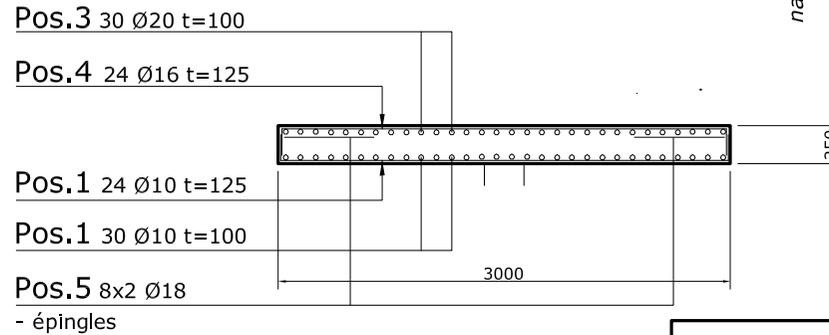
Coffrage



Coupe A-A



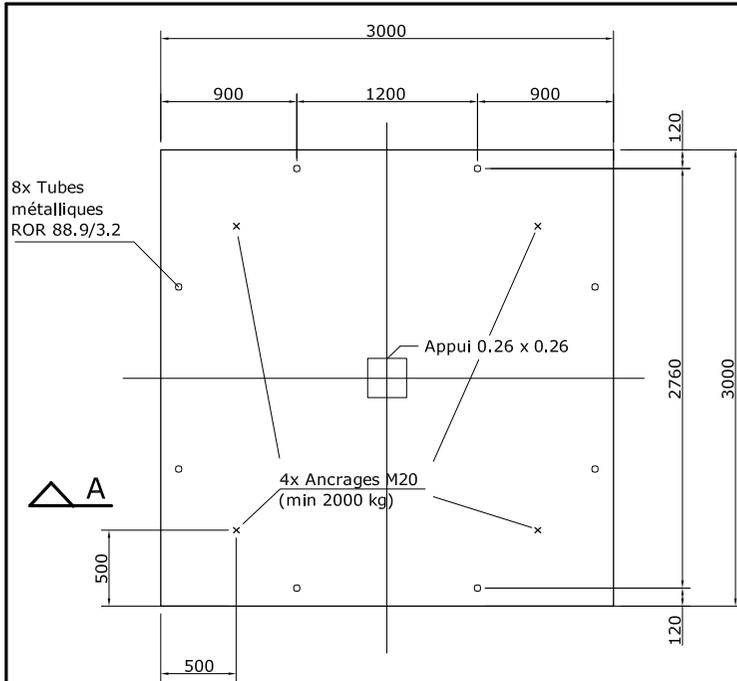
Plans d'armature dalle 32



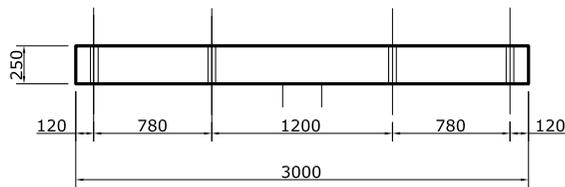
Coupe B-B

Pour essais de matériaux :
2 x Pos. 1, 2 x Pos. 3 et 2 x Pos. 4
sont à transmettre à l'EPFL.

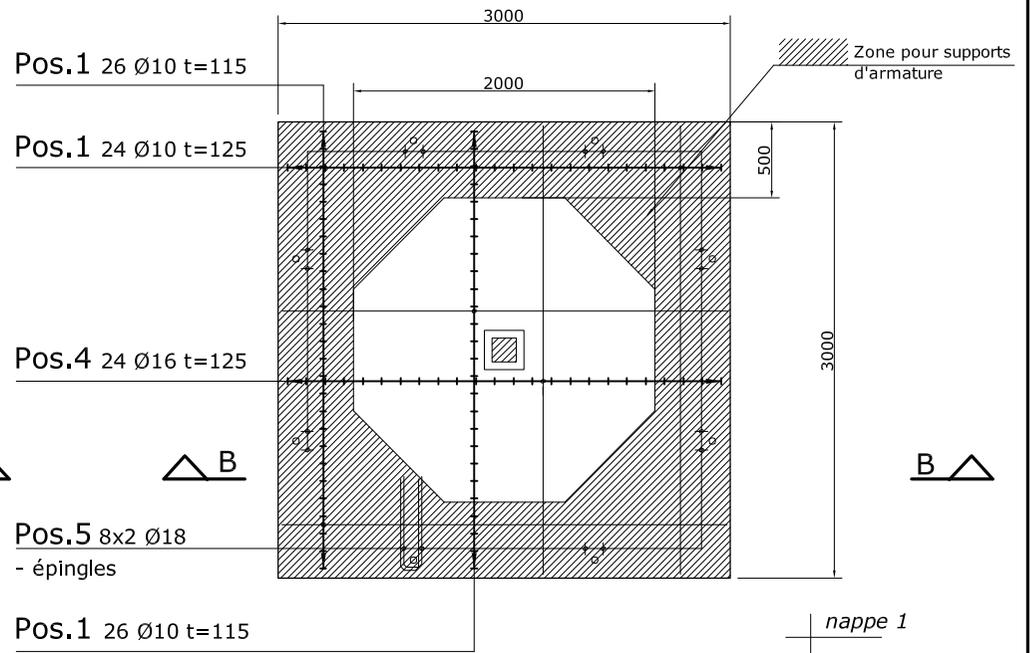
EPFL - ENAC - IS-Béton Laboratoire de construction en béton	Dalles de poinçonnement	Echelle : 1/50	Date : 29.08.2007
		Béton C25/30 ** ATTENTION **	Dessinateur : GG
Plan N° 2007-50.55-002	Dalle PT32 - plans d'armature et de coffrage	D _{max} = 16 mm	Révision 1 :
		Enrobage c = 20 mm partout	Révision 2 :



Coffrage



Coupe A-A



Pos.1 26 Ø10 t=115

Pos.1 24 Ø10 t=125

Pos.4 24 Ø16 t=125

Pos.5 8x2 Ø18
- épingles

Pos.1 26 Ø10 t=115

Plans d'armature dalle 33

Pos.4 24 Ø16 t=125

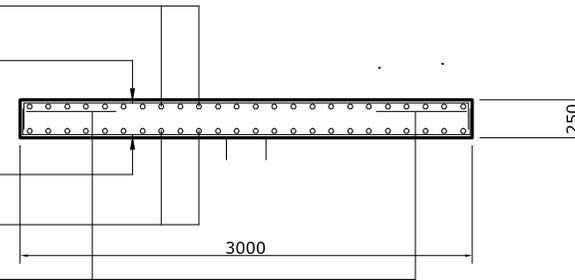
Pos.1 26 Ø10 t=115

Pos.1 26 Ø10 t=115

Pos.1 24 Ø10 t=125

Pos.5 8x2 Ø18
- épingles

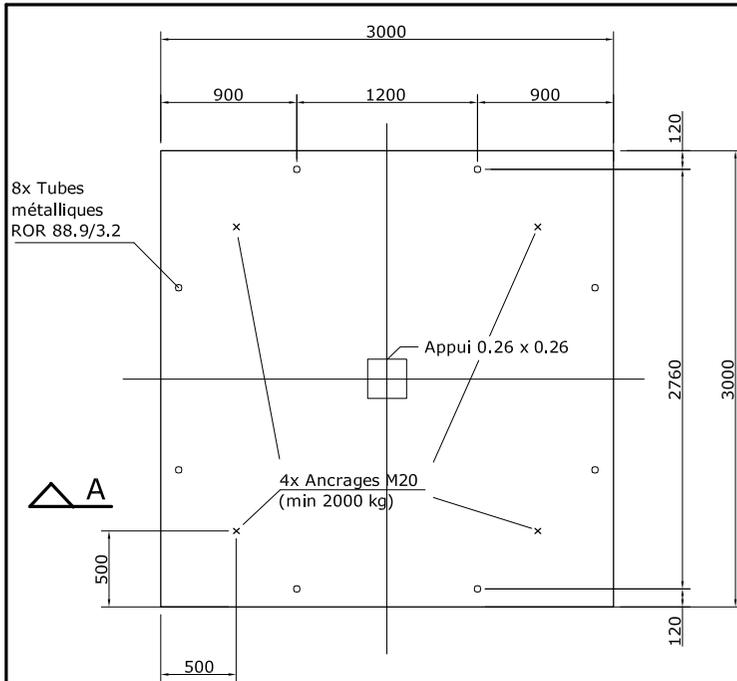
nappe 1
nappe 2
nappe 3
nappe 4



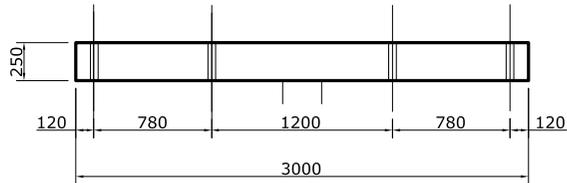
Coupe B-B

Pour essais de matériaux :
2 x Pos. 1, 2 x Pos. 3 et 2 x Pos. 4
sont à transmettre à l'EPFL.

EPFL - ENAC - IS-Béton Laboratoire de construction en béton	Dalles de poinçonnement	Echelle : 1/50	Date : 29.08.2007
	Dalle PT33 - plans d'armature et de coffrage	Béton C50/60 ** ATTENTION **	D _{max} = 16 mm
Plan N° 2007-50.55-003		Enrobage c = 20 mm partout	Révision 1 :



Coffrage



Coupe A-A

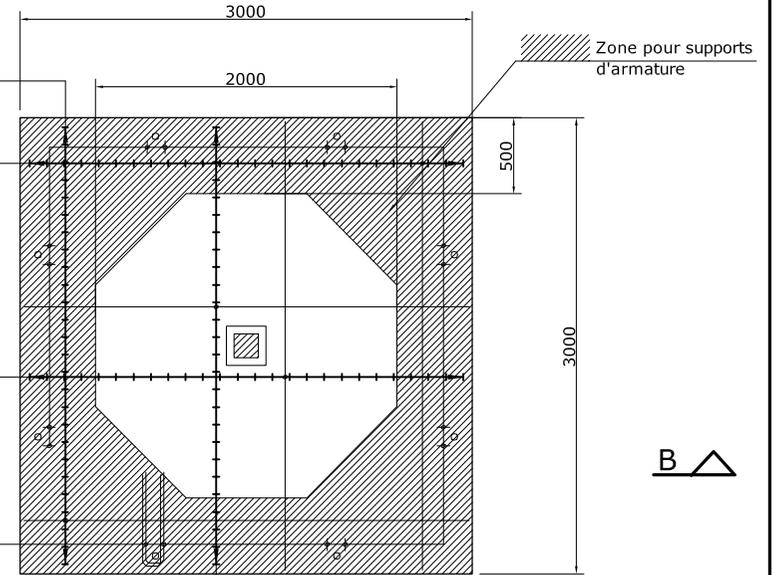
Pos.1 26 Ø10 t=115

Pos.4 24 Ø16 t=125

Pos.4 24 Ø16 t=125

Pos.5 8x2 Ø18
- épingles

Pos.1 26 Ø10 t=115



Plans d'armature dalle 34

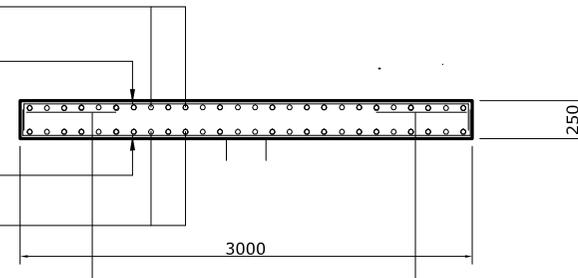
Pos.4 24 Ø16 t=125

Pos.4 24 Ø16 t=125

Pos.1 26 Ø10 t=115

Pos.1 26 Ø10 t=115

Pos.5 8x2 Ø18
- épingles



Coupe B-B

Pour essais de matériaux :
2 x Pos. 1, 2 x Pos. 3 et 2 x Pos. 4
sont à transmettre à l'EPFL.

EPFL - ENAC - IS-Béton
Laboratoire de construction en béton

Plan N° 2007-50.55-004

Dalles de poinçonnement

Dalle PT34 - plans d'armature et de coffrage

Echelle : 1/50

Béton C25/30 ** ATTENTION **

D_{max} = 16 mm

Enrobage c = 20 mm partout

Date : 29.08.2007

Dessinateur : GG

Révision 1 :

Révision 2 :

Ingénieur :		Liste d'armatures N° 2007-50.55-A001							
Construction :		Pour le plan N° 2007-50.55-001 à 004							
Entreprise :		Essais sur 4 dalles de poinçonnement 3 x 3 x 0.25 m		Date :	ACIER B 500B TOPAR S selon SIA 262				
EPFL - ENAC - IS-BETON GC B2, 1015 Lausanne				27.08.2007					
				Dessiné :					
				GG					
				Vérifié :					
				Révisé :					
Récapitulation de la liste d'armatures :									
Ø [mm]	Longueurs fixes et de stock :		Poids par m [kg/m] :	Ø [mm]	Barres façonnées :				
	Longueur [m] :	Poids [kg] :			Longueur [m] :	Poids [kg] :			
6			0,222	6					
8			0,395	8					
10			0,617	10	807.64		498.3		
12			0,888	12					
14			1,21	14					
16			1,58	16	324.38		512.5		
18			2,00	18	90.88		181.8		
20			2,47	20	304.52		752.2		
22			2,98	22					
26			4,17	26					
30			5,55	30					
34			7,13	34					
40			9,87	40					
Total longueurs fixes et de stock :			kg	Total barres façonnées :			1945 kg		
Nombre de positions : (sans les longueurs de stock)			4	Total général :			1945 kg		
Paniers de support : (longueur 2,5 m)				Cavaliers :					
Nbre.	Longueur totale [m]	Hauteur [mm]	Pled plast. avec	sans	Nbre.	Hauteur [mm]	Remarques	Pled plast. avec	sans
			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Bibliographie

Guandalini S. (2005). *Poinçonnement symétrique des dalles en béton armé.* Thèse de doctorat, n° 3380, EPFL, Lausanne.

Guidotti R., Fernández Ruiz M., Muttoni A. (2007). *Essais de poinçonnement.* Rap. tech., EPFL-ENAC-IS-BETON, Lausanne.

Muttoni A. (2003a). Schubfestigkeit und Durchstanzen von Platten ohne Querkarftbewehrung. *Beton und Stahlbetonbau*, t. 98(2), p. 74–98.

Muttoni A. (2003b). Poinçonnement. Dans *Documentation SIA, D 0182 Introduction à la norme SIA 262*, p. 57–66. Zürich.

SIA 262 (2003). *SIA 262-Construction en béton.* 90 p., SIA, Zürich.