

EPREUVE E4 : ETUDE DES CONSTRUCTIONS

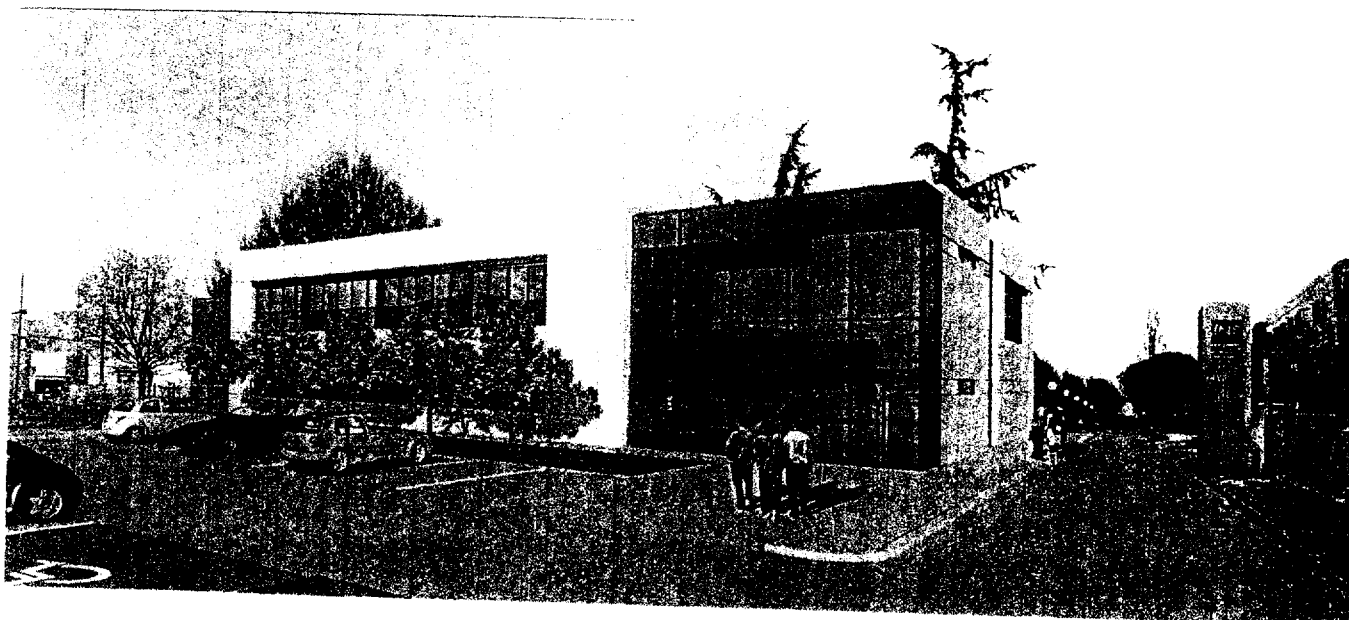
sous-épreuve : U.42

ELABORATION DE SOLUTIONS CONSTRUCTIVES

durée : 4 heures

coefficient : 4

BATIMENT UNIVERSITAIRE



SOMMAIRE - BAREME - RECOMMANDATIONS

DOCUMENTS REMIS AUX CANDIDATS :

⇒ Présentation et descriptif	
⇒ Travail demandé	pg. 2
⇒ Documents ressources :	pg. 3
• DC 01 : fondations par pieux forés (DTU 13.2)	pg. 4
• DC 02 : dalles alvéolées GF	pg. 4
• DC 03 : extrait CPT " planchers "	pg. 5
⇒ Dossier technique :	
• DT 01 : liste des massifs de fondations	pg. 5
• DT 02 : façades	pg. 6
• DT 03 : coupes architecte	pg. 7
• DT 04 : plan architecte RDC	pg. 8
• DT 05 : plan de principe plancher bas RDC	pg. 9
• DT 06 : plan de principe plancher haut RDC	pg. 10
• DT 07 : plan de principe plancher haut R+1	pg. 11
• DT 08 : coupe de principe longitudinale	pg. 12
• DT 09 : extrait plan de fondations	pg. 13
⇒ Documents réponses :	
• DR 01 : mode opératoire fondations	pg. 14
• DR 02 : capacité portante & coupe AA	pg. 15
• DR 03 : coupe transversale plancher BA	pg. 16
• DR 04 : joint de dilatation	pg. 17

BAREME :

- ⇒ ETUDE 1 : / 7 points
- ⇒ ETUDE 2 : / 9 points
- ⇒ ETUDE 3 : / 4 points

MATERIELS ET DOCUMENTS AUTORISES :

- ⇒ Règlement BAEL 99
- ⇒ Calculatrice réglementaire
- ⇒ Matériel de dessin

Tous les documents réponses (même vierges) doivent être rendus avec la copie à la fin de l'épreuve

BATIMENT UNIVERSITAIRE

Le thème d'étude repose sur la construction d'un bâtiment de type R+1 sans sous-sol à usage de bureaux avec au RDC une salle de promotion de 195 m².

Descriptif sommaire :

- Sol :
 - Présence de terre végétale et remblais argileux jusqu'à 60 cm de profondeur, argile gonflante,
 - puis, argile marron humide en tête jusqu'à 1,7 m à 2,5 m de profondeur,
 - au-delà, molasse marneuse à nodule calcaire, altérée en tête et devenant raide en profondeur.
- Infrastructure :
 - Fondations profondes de type pieux à la tarière ancrés dans la molasse saine (ancrage de trois diamètre minimum dans le substratum molassique sain et raide).
 - Massifs tête de pieux béton armé hauteur 500 mm dimensions suivant diamètre des pieux
 - Longrines préfabriquées en béton précontraint et béton armé suivant localisation
 - Plancher bas RDC de type dalle portée réalisé sur matériau putrescible, y compris isolation périphérique sur une largeur de 1,50m.
- Superstructure :
 - Porteurs verticaux réalisés en béton banché, aspect extérieur de finition lisse finie prêt à peindre.
 - Planchers haut RDC et haut R+1 constitués de dalles alvéolées ép. 27 cm posés avec une contreflèche de 4 cm + chape de compression de 5cm.
- Toiture :
 - Toiture terrasse non accessible sur toute l'emprise du bâtimentépaisseur des principaux constituants :
 - isolant : 12 cm
 - étanchéité : 2 cm
 - protection lourde : 4 cm

TRAVAIL DEMANDE

ETUDE 1 : Fondations

Le bureau d'étude mandaté pour réaliser les études géotechniques a procédé aux essais suivants :

- un sondage au tracto-pelle (PM1) à 2,80m de profondeur,
- deux sondages pressiométriques (PR1 & PR2), descendus à 8,00 de profondeur,
- un sondage destructif (SD1) à 6,30m de profondeur à la tarière avec réalisation d'un essai de perméabilité,
- trois essais de pénétration dynamique (PD1 à PD3),
- des essais de laboratoire

Compte tenu des résultats obtenus à ces différents essais, les fondations préconisées sont du type pieux forés à la tarière creuse ancrés dans la molasse raide.

D'après les sondages PR1 & PR2 on retiendra les paramètres suivants :

⇒ frottement latéral :

- | | | |
|----------------------|-----------------|---------------|
| - de 0,0 à 2,0m : | argile | qs1 = 0 |
| - de 2,0 à 3,5 m : | molasse altérée | qs2 = 150 kPa |
| - au-delà de 3,5 m : | molasse saine | qs3 = 230 kPa |

⇒ pression limite et facteur de portance

- $p_l = 4,5$ MPa
- $k_p = 1,6$

Les résultats partiels des calculs menés selon le DTU 13.2 pour des pieux forés à la tarière creuse donnent le terme de pointe entrant dans le calcul des capacités portantes pour chaque diamètre avec un ancrage minimal de 3 diamètres dans le substratum molassique sain et raide : voir DR 02 page 15

Q1.1 : Technologie de réalisation :

Les fondations préconisées sont du type pieux forés à la tarière creuse ancrés dans la molasse raide.

- Décrire, de l'implantation du pieu à la phase précédant la réalisation du massif BA, ce type de fondation en complétant le mode opératoire fourni dans le DR 01 page 14

Q1.2 : Calcul de la capacité portante : Q

- A partir de l'extrait commenté du DTU 13.2 donné dans le DC01 page 4 , calculer le terme correspondant au frottement latéral ($\frac{Q_s}{2}$) pour chaque diamètre de pieux à réaliser.
- Sur DR 02 page 15, en déduire la capacité portante Q de chaque type de pieux et compléter le tableau.

Q1.3 : Coupe sur fondations :

A partir de l'extrait du plan de fondations DT 09 page 13 et tableau DT1 page 5

- Dresser sur le DR 02 page 15 la coupe AA du niveau -3.150 au niveau 0.000

ETUDE 2 : Planchers béton :

Q 2.1 : Etude plancher bas RDC :

Ce plancher est une structure de type dalle portée réalisée sur matériau putrescible.

- Dans le cas du projet étudié, quel est le facteur prépondérant dans le choix de la solution adoptée ?
- Justifier l'utilisation du matériau putrescible. Illustrer votre réponse par deux croquis légendés montrant la différence avec un dallage classique.

Q 2.2 : Etude plancher haut RDC : (voir DT06 page 10)

Ce plancher est constitué de dalles alvéolées + dalle de compression de 5cm.

Les caractéristiques techniques des dalles mises en place sont précisées dans le DC 02 page 4, les préconisations de mise en œuvre concernant les appuis sont décrites dans le DC03 page 5.

Q 2.21 : pour les zones indiquées :

- Justifier l'épaisseur des dalles prévue dans la zone [1]-[5] / [F]-[H] et la zone [5]-[9] / [A]-[F].

Q 2.22 : dans la zone de plancher compris entre les files [1]-[5] et [F]-[H]

- En appliquant les recommandations de mise en œuvre décrites dans le DC03, calculez les profondeurs d'appuis minimum à respecter. Le BET chargé de l'étude préconise 5 cm. Comparez et commentez vos résultats avec cette valeur.

- Représenter ces dispositions par un croquis significatif sur voiles file ① précisant ces profondeurs d'appuis et les positions des aciers dalle et aciers des porteurs.

Sur l'appui opposé, commentez brièvement le cas particulier de la poutre file ⑤ " P(20 × 30h) " ; proposez une solution de réalisation.

Q 2.23 : dans la zone de plancher compris entre les files [5]-[8] et [D]-[G]

Les dalles alvéolées sont prolongées par une dalle pleine en béton armé de 22cm en porte à faux. Le BET a conçu ces éléments de façon à ce que la poutre de façade ne supporte pas la dalle.

- Analyse de la poutre de façade PF① : (voir DT02 et DT04)

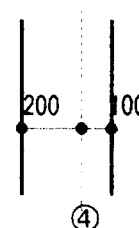
- Proposer un schéma mécanique de la poutre correspondant aux hypothèses ci-dessus
- Représenter les armatures de principe à mettre en place dans cette poutre (aucun calcul n'est demandé)
- Dresser deux croquis précisant les appuis de la poutre PF①.

- En déduire les interfaces [poutre PF①/plancher②] et [plancher②/voile③/dalle alvéolée④] en complétant le DR 03 page 16

ETUDE 3 : Joint de dilatation :

Q 3.1 : Au niveau du plancher bas RDC :

- L'étude proposée ne concerne que les massifs M3 et M4 et les longrines s'y rapportant (voir DT09 page 13)
- Les longrines LGP2 et LGP3 sont axées sur la file [A]
- La longrine LGP28 est désaxée par rapport à la file [4] tel que précisé ci-contre :
- Les longrines reposent de 15 cm sur les massifs BA



à partir du DT 09 page 13

- Représenter sur le DR 04 page 17 la coupe FF
- Calculer le volume de béton nécessaire au clavetage des longrines LGP 2, 3, 27 & 28.

Q 3.2 : Au niveau du plancher haut R+1 :

A partir du DT 08 page 12.

- Préciser, sur le DR 04 page 17 la réalisation du joint de dilatation au niveau des costières. Vous préciserez toutes les dispositions de principe à prendre concernant l'étanchéité de cette partie d'ouvrage.

- relevé d'étanchéité
- traitement du joint de dilatation

On considérera un niveau supérieur d'acrotère intérieure à + 7.930

DC 01 : Fondations par pieux forés

La capacité portante des pieux est évaluée conformément au DTU 13.2, chapitre 11.

1. La charge limite Q_L du pieu s'écrit : $Q_L = Q_S + Q_P$

⇒ Q_S est la charge mobilisable en frottement latéral : $Q_S = P \cdot \sum_{i=1}^{i=n} h_i \cdot q_{s_i}$

avec :

- P : périmètre du pieu
- h_i : épaisseur de la couche i
- q_{s_i} : frottement latéral unitaire de la couche i

⇒ Q_P est la résistance de pointe :

$$Q_P = A \times (q_0 + k(p_{le} - p_0))$$

avec :

- A : aire de la section du pieu
- p_0 et q_0 : pressions horizontale et verticale au niveau considéré
- p_{le} : pression limite équivalente des molasses
- k_p : facteur de portance

2. La charge admissible d'un pieu (capacité portante en tête de pieu) est définie par : $Q = \frac{Q_S}{2} + \frac{Q_P}{3}$

DC 02 : Caractéristiques générales dalles alvéolées GF

LA DALLE ALVEOLEE					SANS TABLE de compression (5 cm)		AVEC TABLE de compression (5 cm)	
Nom	épaisseur	Module standard	Pds dalle seule	litrage joints	Pds du plancher fini	Affaiblis' acoustique indicatif	Pds du plancher fini	Affaiblis' acoustique indicatif
	cm	m	daN/ml	L/m ²	daN/m ²	dBa	daN/m ²	dBa
GF120	12	1.20	247	4.6	215	46	335	54
GF160	16	1.20	300	7.1	265	50	385	56
GF200	20	1.20	348	9.6	310	52	430	57
GF240	24	1.20	415	11.6	375	55	495	60
GF265	26.5	1.20	441	13.7	400	56	520	61
GF280	28	1.20	453	14.2	415	56	535	61
GF320	32	1.20	506	17.1	460	58	580	62
GF360	36	1.20	559	19.5	510	58	630	62
GF400	40	1.20	612	22.1	560	60	680	63
GF400SP	40	1.20	702	23.1	640	63	760	66

DC 02 (suite) : Portées limites des dalles alvéolées GF

Tableau n° 1: Charges permanentes: 0 daN/m² avec table de compression

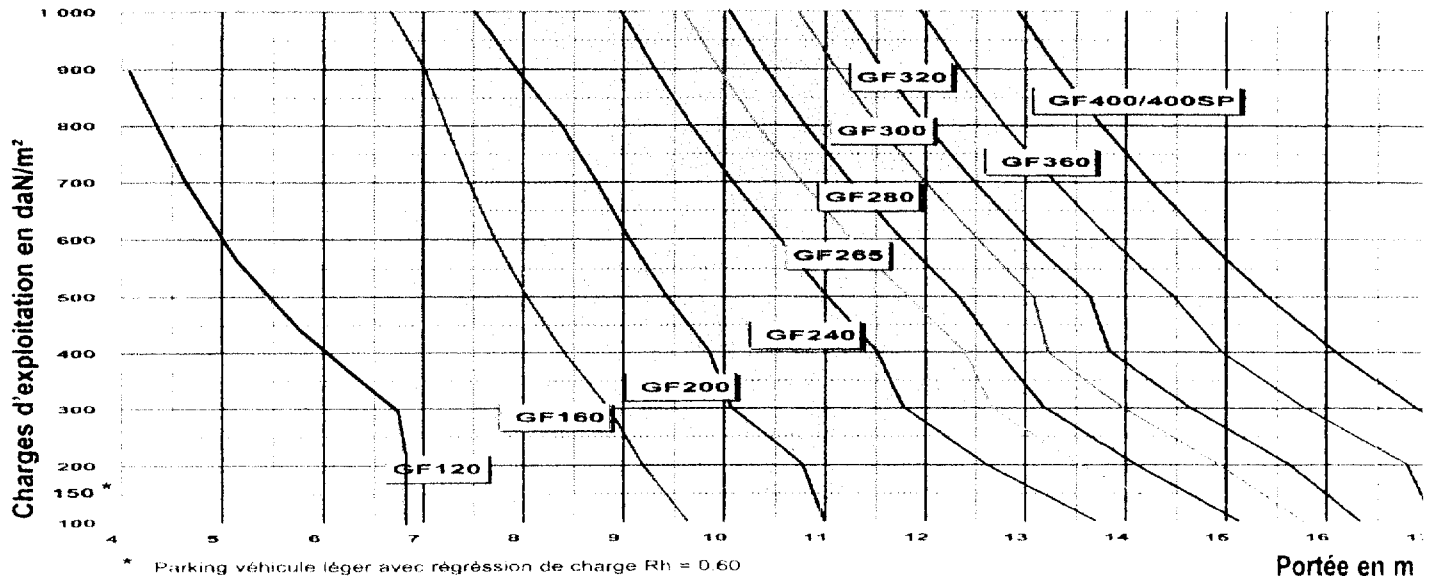


Tableau n° 2: Charges permanentes: 100 daN/m² avec table de compression

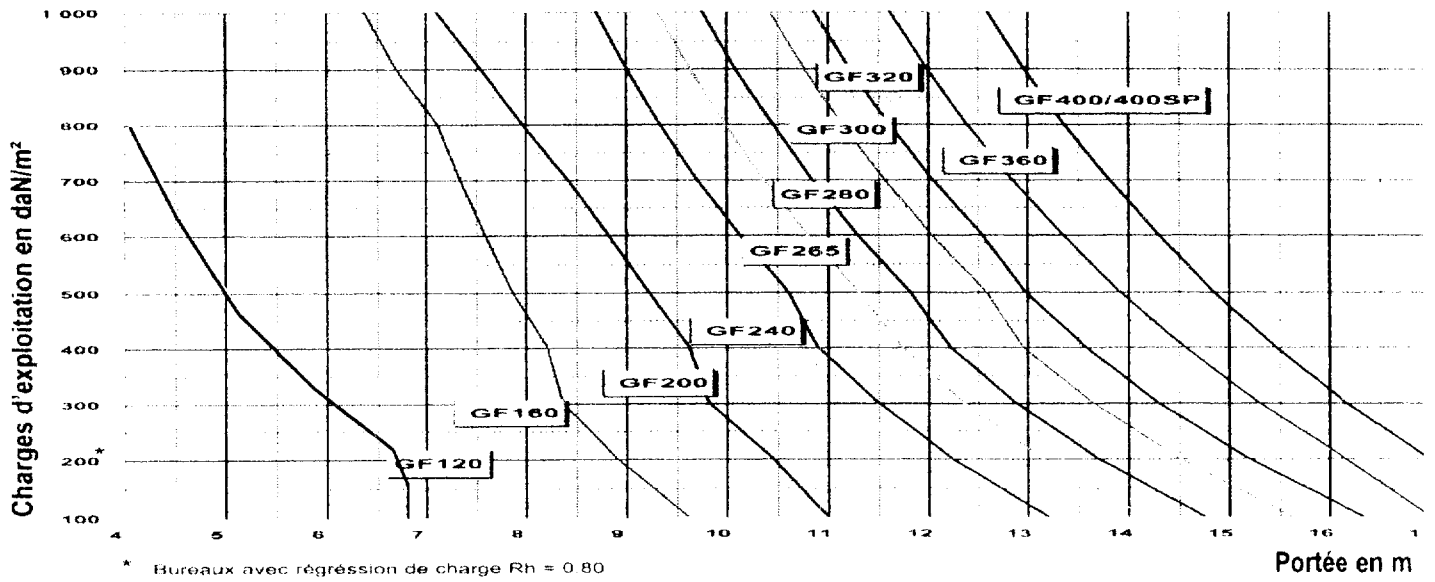
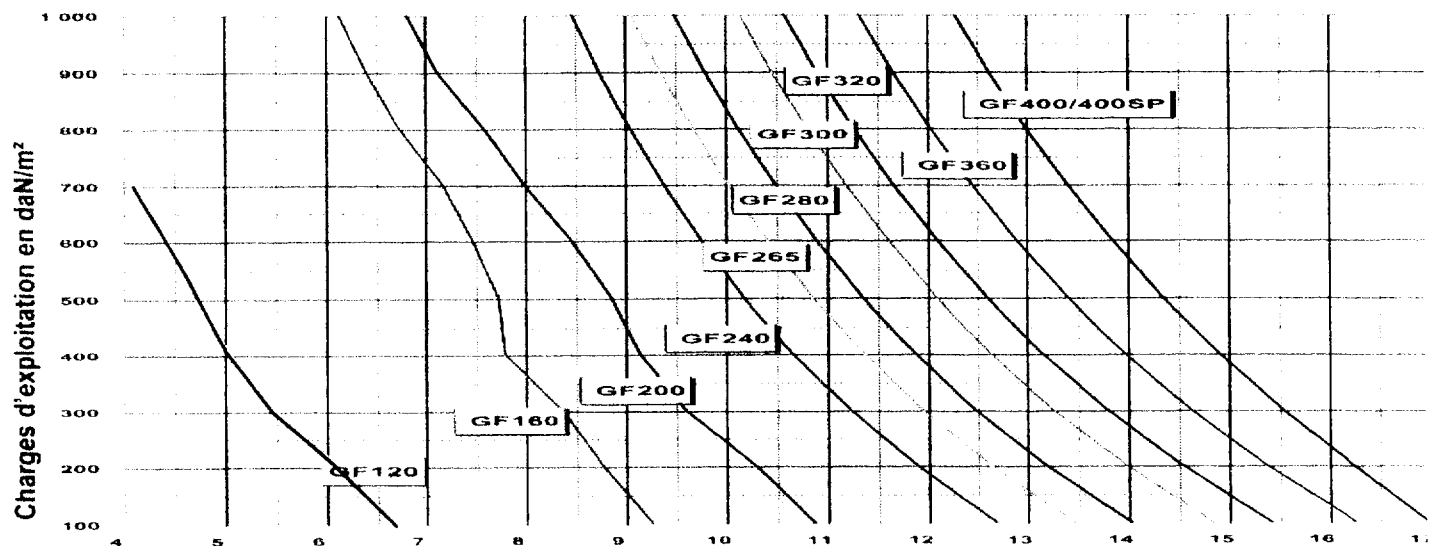


Tableau n° 3: Charges permanentes: 200 daN/m² avec table de compression



DC 03 : Extrait CPT "PLANCHERS"

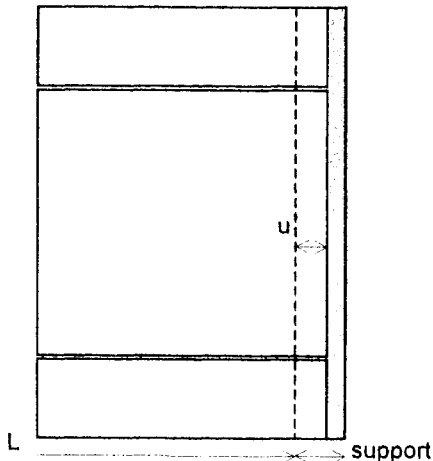
SECTION A : Conception et calcul des planchers à dalles alvéolées

110.1 : Repos minimal des planchers à la mise en œuvre

La pose des dalles alvéolées sans lisse d'appui est possible à condition de respecter les valeurs minimales de repos sur appui, prescrites ci-après. Il appartient au responsable de la pose sur chantier de vérifier que, pour chaque dalle alvéolée et sur toute sa largeur, le repos effectif sur appui est supérieur ou au moins égal à la valeur minimale prescrite sur le plan de pose. Si ce n'est pas le cas il appartient à l'entreprise :

1. de procéder à la mise en place de lisses d'appui pour celles des dalles concernées dont le repos effectif est inférieur aux valeurs minimales prescrites ci-après ;
2. d'avertir les responsables des études afin de s'assurer que ces repos effectifs restent compatibles avec les conditions de calcul et, le cas échéant, de prendre les dispositions adéquates.

Le schéma ci dessous explicite la description ;
 u : repos effectif sain qui doit être au moins égal à la valeur prescrite l_a



Les valeurs minimales prescrites des repos sur appuis l_a sont déterminées à partir de la charge P_a transmise à l'appui en phase provisoire et différent suivant la nature du support. La charge P_a est calculée au mètre linéaire d'appui à l'état limite ultime. Dans ce calcul, il est tenu compte du poids propre du plancher (dalle finie + joints + béton complémentaire éventuel) et d'une charge de chantier conventionnelle équivalente à une charge uniformément répartie Q_c .

$$P_a = [1.35 (G_1 + G_2) + 1.5 Q_c]L/2$$

avec :

- G_1 : poids propre en daN/m² de la dalle seule
- G_2 : poids propre de béton complémentaire en daN/m²
- Q_c : charge conventionnelle de chantier définie à l'article IIIA 105,14.

On prendra ici $Q_c = 100 \text{ daN/m}^2$

- L : portée des dalles en mètres

110.11 : Pose sur support métallique ou en béton armé (chaînage, voile, poutre BA ou BP)

Exigence : $l_a \geq \begin{cases} A_1 \\ A_2 \end{cases}$

avec $A_1 = \frac{P_a}{1500}$ (P_a en daN/m et A_1 en cm)

la valeur de A_2 est donnée par le tableau qui suit :

portée L (m)	profondeur d'appui A_2 (cm)
$L \leq 10.00$	$A_2 \geq 3$
$10.00 < L \leq 12.50$	$A_2 \geq 4$
$12.50 < L \leq 15.00$	$A_2 \geq 5$
$15.00 < L$	$A_2 \geq 6$

L'attention est attirée sur la fragilité des angles des supports en béton pouvant rendre nécessaire de disposer des armatures près des parements de ces supports.

110.12 : Pose sur murs en maçonnerie de petits éléments

Exigence : $l_a \geq \begin{cases} A_1 \\ A_2 \end{cases}$

avec $A_1 = \frac{3 \cdot P_a}{2000}$ (P_a en daN/m et A_1 en cm)

la valeur de A_2 est donnée par le tableau qui suit :

portée L (m)	profondeur d'appui A_2 (cm)
$L \leq 8.00$	$A_2 \geq 4$
$8.00 < L \leq 10.00$	$A_2 \geq 5$

Au-delà de 10 mètres de portées, la pose sur lisse ou sur chaînage est obligatoire.