

# BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR

## CONSTRUCTIONS METALLIQUES

SESSION 2017

### E5. DESSIN DE CONCEPTION

#### U5.1 Conception

Durée : 4h – Coefficient : 3

#### Contenu du dossier

Page de garde (intitulé du sujet) :	1/12
Questionnaire :	2/12 à 7/12
Annexes :	8/12 à 12/12
Nombre total de pages :	12 pages A4

#### Recommandations

Le dossier technique d'étude est commun aux épreuves E4 et E5

Documents autorisés :

- Livre Eurocodes BTS
- Règlements ou extraits de règlements en vigueur : EN 1990, EN 1991 et EN 1993.
- Catalogues de profilés

CODE ÉPREUVE : CME5CO	EXAMEN : BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR		SPÉCIALITÉ : Constructions Métalliques	
SESSION 2017	SUJET	ÉPREUVE : U5 .1 Conception		Calculatrice autorisée
Durée : 4h	Coefficient : 3		SUJET N°	<b>Page :1 /12</b>

# 1. ÉTUDE DE LA STABILITE DU BATIMENT

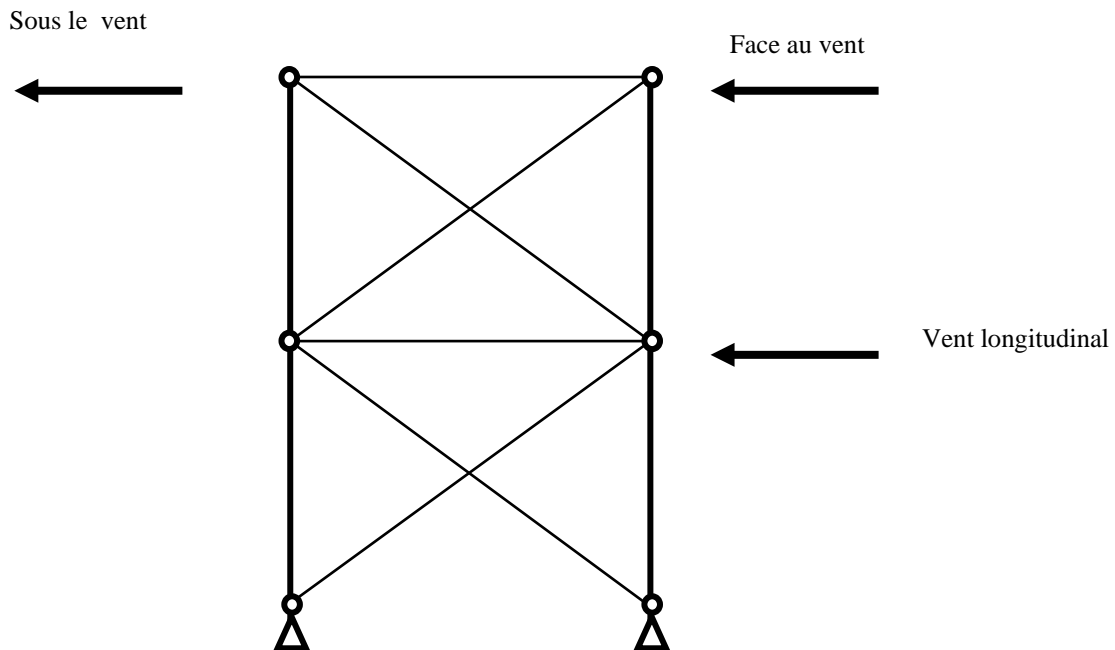
## 1-1 Stabilité transversale

- Q1.** Décrire en quelques mots précis comment est assurée la stabilité transversale du bâtiment au niveau des files 1 et 4. Ajoutez un croquis à votre description.
- Q2.** Déterminer le degré d'hyperstaticité associé à la file 4.
- Q3.** Quel est le rôle des butons présents dans la file 1 ?


## 1-2 Stabilité longitudinale

- Q4.** Au niveau de la File A, comment est réalisée la stabilité ?
- Q5.** Après montage, comment sera alors réalisée la stabilité de la file D ?

On étudie la stabilité du long-pan file G sous le vent longitudinal :



- Q6.** Reproduire le schéma ci-dessus sur feuille de copie et indiquer quelles sont les barres comprimées et les barres tendues sous l'action du vent WL.

Barre comprimée : 

Barre tendue : 

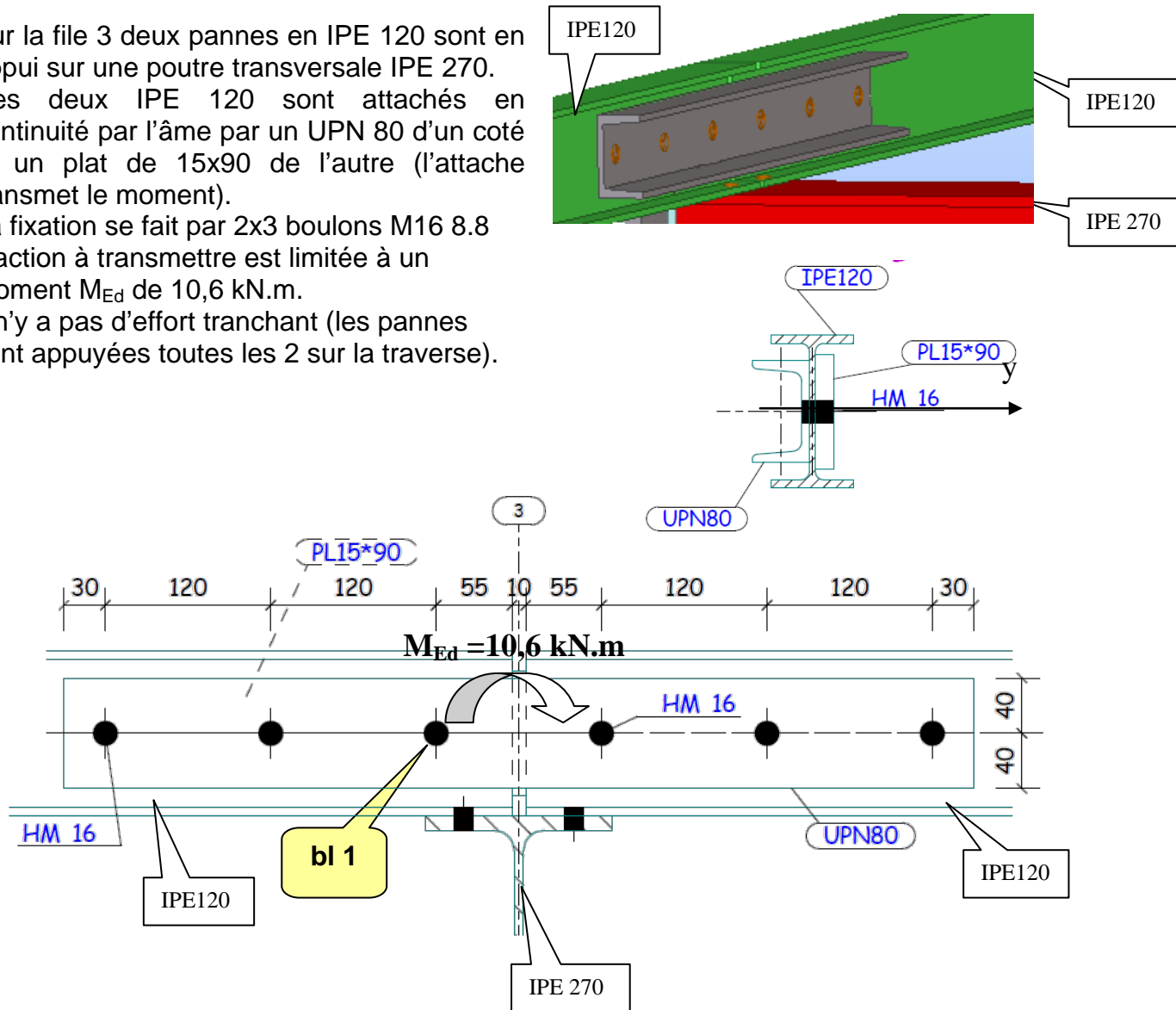
## 2.ÉTUDE D'UN ECLISSAGE

Sur la file 3 deux pannes en IPE 120 sont en appui sur une poutre transversale IPE 270. Ces deux IPE 120 sont attachés en continuité par l'âme par un UPN 80 d'un côté et un plat de 15x90 de l'autre (l'attache transmet le moment).

La fixation se fait par 2x3 boulons M16 8.8

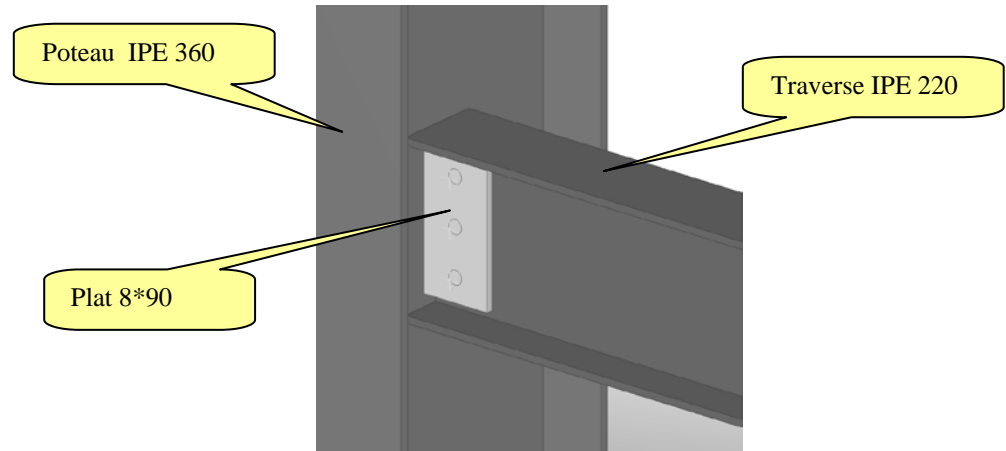
L'action à transmettre est limitée à un moment  $M_{Ed}$  de 10,6 kN.m.

Il n'y a pas d'effort tranchant (les pannes sont appuyées toutes les 2 sur la traverse).



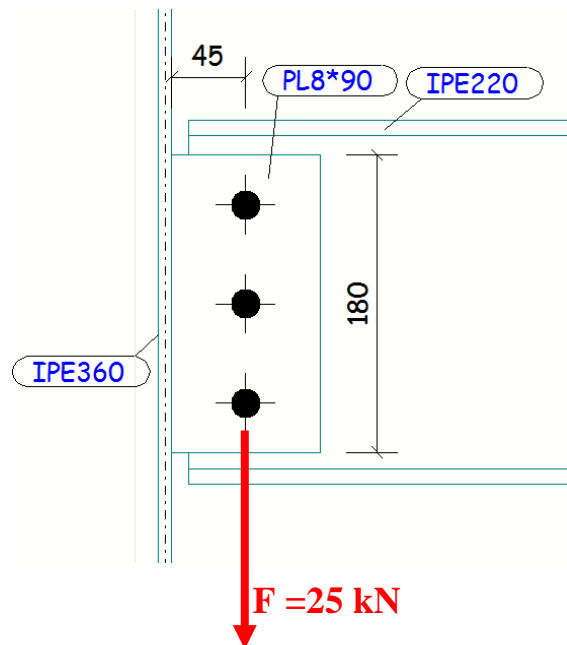
- Q7.** Calculer les actions à transmettre au centre de la demi-attache de gauche. En déduire le cisaillement primaire, le cisaillement secondaire et le cisaillement total pour le boulon bl 1.
- Q8.** Vérifier la résistance à la pression diamétrale de la panne pour ce boulon bl1.
- Q9.** Vérifier la résistance au cisaillement du boulon 1.
- Q10.** Conclure quant à la résistance de l'éclissage.

### 3. ETUDE d'UNE SOUDURE DE L'ATTACHE POTEAU-PLANCHER ( Au niveau de la file G)



L'attache est représentée sur la figure ci-contre. Un effort  $F$  calculé à l' ELU ( 25kN) est situé au droit des boulons.

Le plat d'épaisseur 8 est attaché sur la traverse par trois boulons HM16×35, 6.8. Ce même plat est soudé sur l'âme du poteau IPE 360 par un double cordon d'angle de gorge 5 mm. L'acier utilisé est du S275.



- Q11.** Calculer, au centre de la soudure, le moment d'excentrement induit par l'effort de 25 kN.
- Q12.** Vérifier la résistance des soudures à l'aide de la méthode directionnelle. (On considèrera la longueur efficace des cordons)

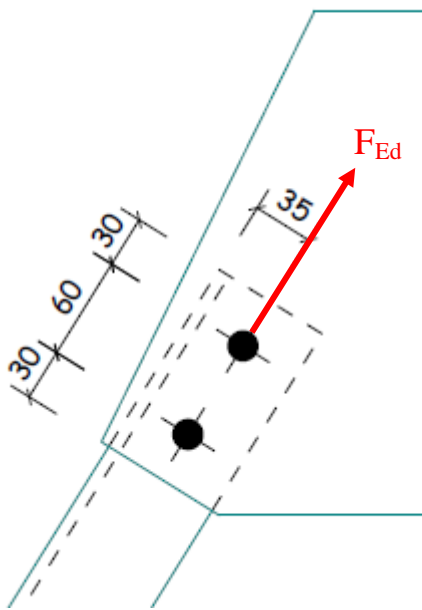
## 4.VERIFICATION D' UNE CORNIERE TENDUE

### **Objectif**

On souhaite vérifier le dimensionnement d'un tirant de stabilité.

Ce tirant est constitué d'une croix de saint André avec deux cornières 70x7 en S235 assemblées sur un gousset.

La sollicitation de traction  $F_{Ed}$  pour une situation ELU est supposée centrée, on néglige donc l'excentrement d'épure.



L'effort de traction dans la cornière est de 90 kN à l'ELU.

Les 2 boulons sont en HM 16 8.8.

Le gousset est soudé sur l'aile du poteau.

- Q13.** Vérifier les dispositions constructives, pas et pinces, selon l'article 3.5 EC3. (Produire un croquis)
- Q14.** Vérifier la résistance en traction de la cornière (Produire un croquis).
- Q15.** Vérifier la résistance au cisaillement de bloc de la cornière (Produire un croquis montrant  $A_{nt}$  et  $A_{nv}$ . On cotera ce croquis).

## 5. VERIFICATION DE PLANCHER

Le plancher supporte une zone de bureaux entre les files E et G.  
Le platelage est réalisé par une dalle en béton armé coulée sur des bacs acier collaborants Cofraplus 40 – épaisseur 0,75 (Arval).  
Cette dalle est continue et porte sur plusieurs appuis.

On considère une charge d'exploitation de 3,5 kN/m<sup>2</sup> uniformément répartie due aux produits stockés et au personnel. Les profilés indiqués sur les documents sont en acier S275.

On ne considère pas de coefficient modifiant les charges et dus à la continuité de la dalle.

Le plancher prévu en avant-projet est celui présenté en annexe page 8. Il comporte deux travées. (File G-F et File F-E)

On envisage deux possibilités : (voir schémas ci-dessous)

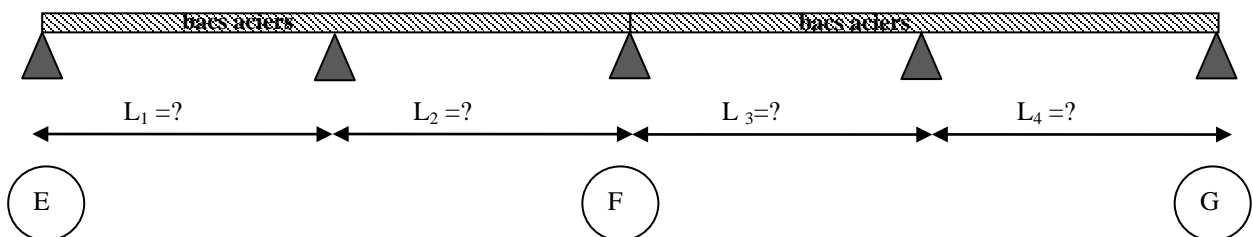
**Solution 1** : Dalle en continu, 2 bacs aciers reposant chacun sur 3 appuis

**Solution 2** : Suppression des solives intermédiaires SPL507 et SPL508.  
La dalle continue repose donc sur deux bacs aciers reposant chacun sur deux appuis.

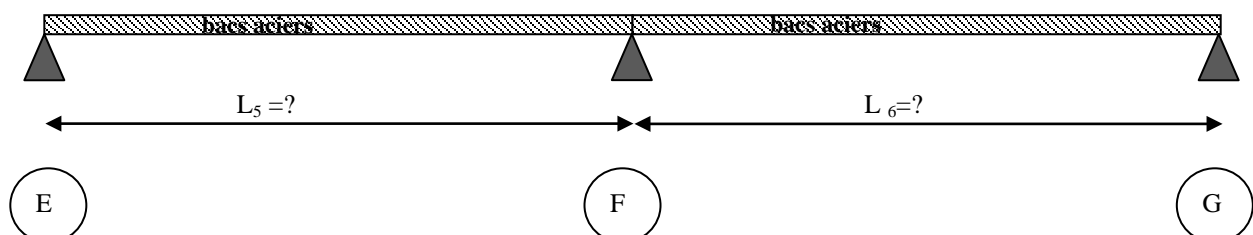
### 5-1 Etude de la dalle .

**Q16.** A l'aide du plan fourni en annexe page 8, donner les valeurs des portées  $L_1$  à  $L_6$  correspondant à chacune des solutions définies ci-dessous :

#### **Solution 1 :**



#### **Solution 2 :**



**Etude de la solution 1 :** (A l'aide des annexes 8c et 8d)

- Q17.** On souhaite réaliser un coulage sans étais, trouver l'épaisseur minimum de béton à mettre en place et déterminer la charge maxi qui pourrait être supportée.
- Q18.** Vérifier alors la résistance de la dalle aux charges d'exploitation.
- Q19.** Déterminer la charge permanente due au poids propre de la dalle. (Béton + bacs acier) (En  $N/m^2$ )

**Etude de la Solution 2 :** (A l'aide des annexes 8c et 8d)

- Q20.** Déterminer l'épaisseur de dalle qui permettrait de résister aux charges d'exploitation. Préciser le nombre d'étais à utiliser.
- Q21.** Déterminer alors la charge permanente due au poids propre de la dalle. (Béton + bacs acier) (En  $N/m^2$ )
- Q22.** La solution 1 a finalement été retenue pour la suite de l'étude. Donner deux avantages et deux inconvénients de la solution 1 par rapport à la solution 2.

**5-2 Calcul des charges sur la solive SPL508 :**

On décide de privilégier la solution N°1 et de vérifier le dimensionnement de la solive SPL508. On utilisera une dalle d'épaisseur  $d=8$  cm.

- Q23.** Déterminer la charge permanente  $G$  appliquée sur la solive (en  $N/m$ ), en tenant compte du poids propre du profilé.
- Q24.** Déterminer la charge d'exploitation  $I$  appliquée sur la solive.

**5-3 Vérification à l'ELS de la solive SPL508**

On continuera avec  $I = 8800$   $N/m$  et  $G = 4800$   $N/m$

- Q25.** Déterminer la charge ELS
- Q26.** Vérifier le choix de la solive pour les déformations à l'ELS. (On considèrera que la solive est une poutre sur deux appuis)

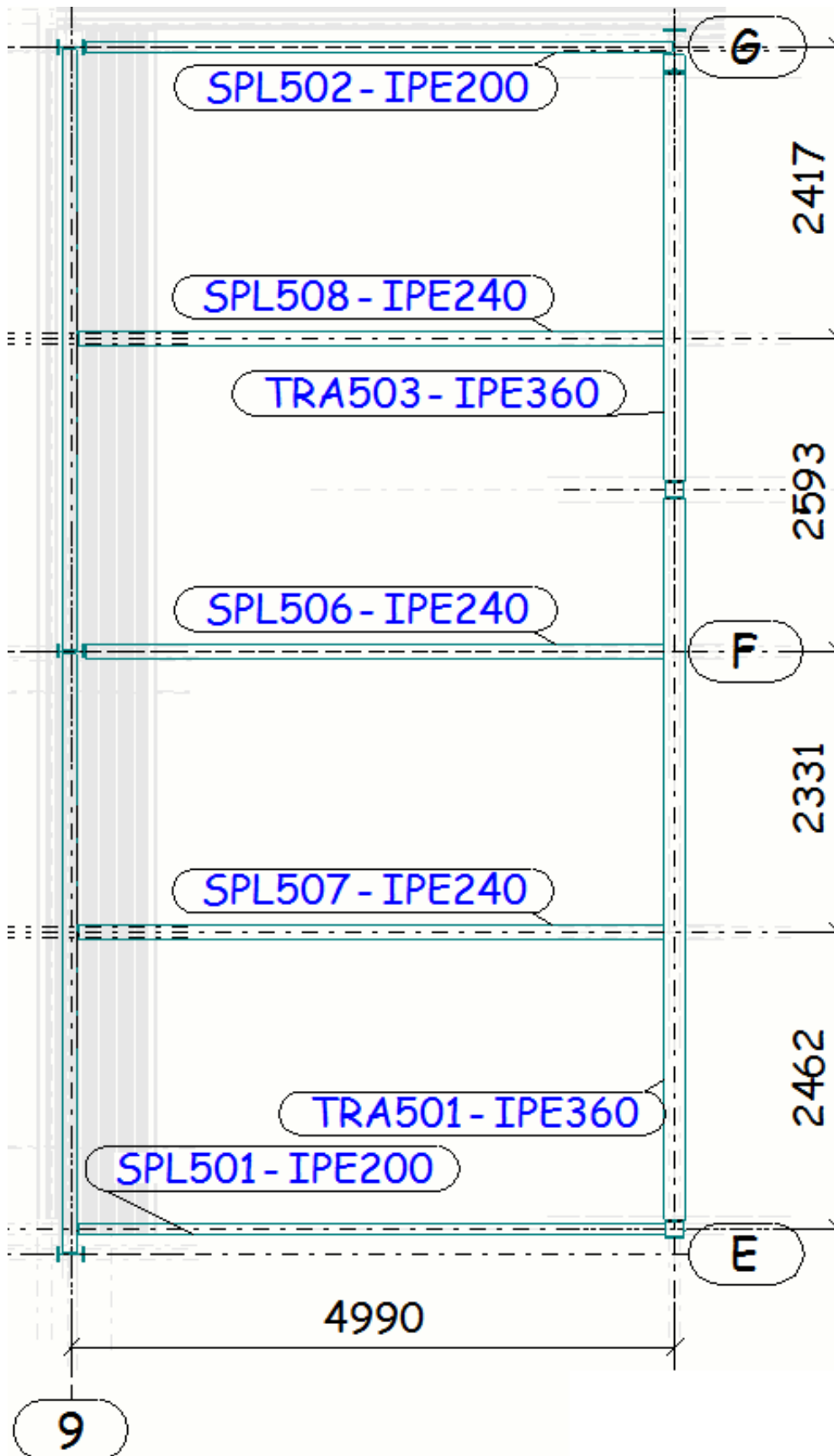
**5-4 Vérification à l'ELU de la solive SPL508**

- Q27.** Déterminer la charge ELU

Nous sommes dans un cas de flexion + cisaillement. Pour cette vérification, on s'appuiera sur les paragraphes 6.2.5, 6.2.6 et 6.2.8 de l'Eurocode 3-1.

- Q28.** Déterminer le cisaillement maximal  $V_{max}$  le long de la poutre.
- Q29.** Calculer la résistance au cisaillement  $V_{pl,Rd}$ . Montrer alors que l'effet du cisaillement est à négliger pour le calcul du moment résistant. (On considèrera qu'il n'y a pas de voilement par cisaillement)
- Q30.** Vérifier la résistance à la flexion. (On considèrera que nous sommes dans un cas de flexion de classe 1 ou 2)

ANNEXE 1 : PLAN PLANCHER



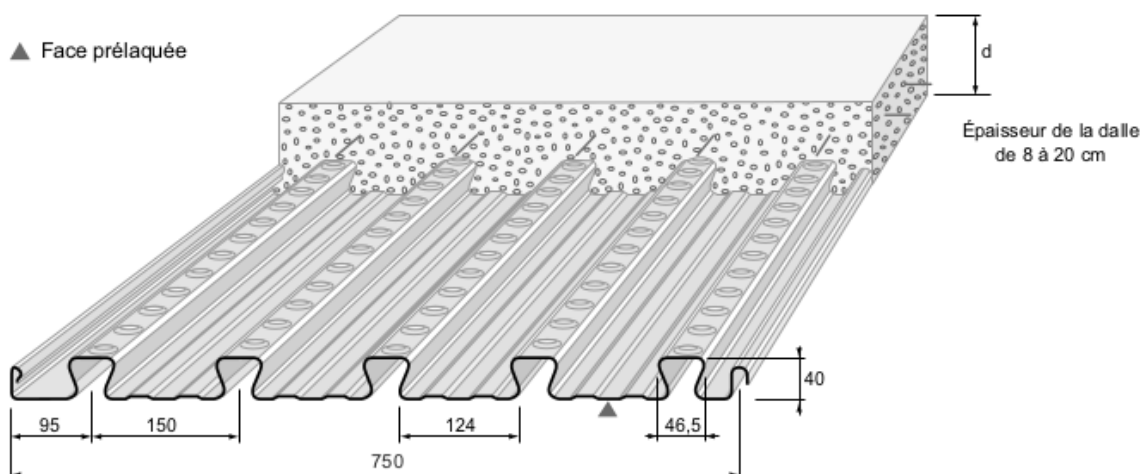


# Arval

## PLANCHERS COLLABORANTS

## COFRASTRA 40

### CARACTÉRISTIQUES GÉOMÉTRIQUES



### APPLICATIONS

Cofrastra 40 convient aux planchers des étages courants et terrasses de bâtiments d'habitation, de bureaux industriels. Les planchers sur vide sanitaire doivent être visitables et ventilés.

Cofrastra 40 se distingue par ses réponses exclusives apportées en planchers très minces (8 cm) comme en dalles épaisses (20 cm) couvrant ainsi pratiquement tout le domaine de la construction.

### DÉFINITIONS / NORMES

#### Identification de l'acier

- Norme NF EN 10326 : "bandes et tôles en acier de construction revêtues en continu par immersion à chaud".
- Norme P 34-310 : "Tôles et bandes d'acier de construction galvanisées à chaud en continu, destinées au bâtiment".
- Acier : S330 GD selon norme NF EN 10326.

#### Coffrage

Cofrastra 40 sert de coffrage autoporteur, entre solives dans la pose sans étai, ou entre files d'étais et solives dans les grandes portées.

Sa légèreté facilite la manipulation d'éléments de grand format livrés à longueur jusqu'à 15 mètres.

#### Armature

La forme fermée (en oméga) et crantée des nervures scelle l'acier dans le béton en sous-face des planchers. Comme armature, Cofrastra 40, en épaisseur 0,75 mm apporte 12,02 cm<sup>2</sup>/ml ou 13,59 cm<sup>2</sup>/ml d'acier en épaisseur 0,85 mm dans le sens porteur du plancher.

#### Revêtement

- galvanisé Z 275.

#### Réglementation

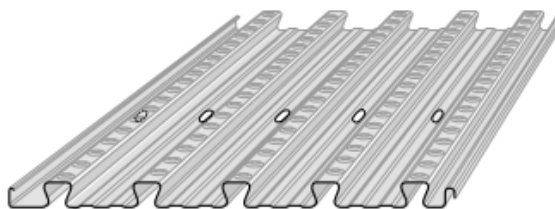
- Avis Technique 3/03-391 et 3/03-391\* 01 Add.

#### Versions

Deux versions sont disponibles :

- La version standard est appelée **COFRASTRA 40**.
- Cofrastra 40 peut être réalisé avec préperçage pour le passage des goujons soudés en atelier : Cette version est appelée **COFRASTRA 40 P** : Étude et fabrication sur demande.

**COFRASTRA 40 P**  
(le plan de perçage est à fournir)



#### Accrochage des plafonds

Les creux d'onde de Cofrastra 40 sont autant de lignes d'ancrage, espacées de 15 cm utiles pour la suspension des plafonds et des réseaux techniques au moyen de clips Cofrafix mis en place à la main.

# ANNEXE 2b : DOCUMENTATION PLANCHERS COLLABORANTS ARVAL

## CARACTÉRISTIQUES TECHNIQUES

### Caractéristiques utiles du profil

Épaisseur nominale de la tôle e		mm	0,75	0,85
Poids au mètre carré utile		kg/m <sup>2</sup>	9,97	11,19
Section active d'acier :	A	cm <sup>2</sup> /ml	12,02	13,59
Inertie propre du profil :	i	cm <sup>4</sup> /ml	27,55	31,43
Position fibre neutre :	v <sub>i</sub>	cm	1,42	1,42
Module d'inertie :	I/v <sub>i</sub>	cm <sup>3</sup> /ml	19,40	22,13

### Consommation nominale de béton

Épaisseur d	cm	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	8
Litrage	l/m <sup>2</sup>	70	80	90	100	110	120	130	140	150	160	170	180	190
Poids théorique du béton seul*	kg/m <sup>2</sup>	168	192	216	240	264	288	312	336	360	384	408	432	456

\* Pour obtenir le poids total de la dalle il faut ajouter le poids du béton dû à la flèche ainsi que le poids du profil.  
Poids volumique du béton 2400 kg/m<sup>3</sup>.

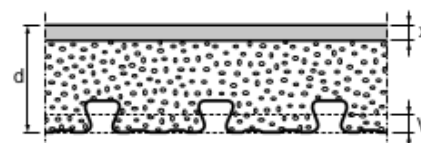
### Caractéristiques utiles en travée de la dalle

Épaisseur d	cm	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Pour e = 0,75 mm distance d-v <sub>i</sub>	cm	6,58	7,58	8,58	9,58	10,58	11,58	12,58	13,58	14,58	15,58	16,58	17,58	18,58
Distance x	cm	3,39	3,73	4,04	4,34	4,63	4,91	5,17	5,42	5,67	5,91	6,14	6,36	6,58
I <sub>15</sub>	cm <sup>4</sup> /m	236	321	421	539	673	825	994	1181	1386	1610	1852	2112	2391
z	cm	5,45	6,34	7,23	8,13	9,04	9,94	10,86	11,77	12,69	13,61	14,53	15,46	16,39

Épaisseur d	cm	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Pour e = 0,85 mm distance d-v <sub>i</sub>	cm	6,58	7,58	8,58	9,58	10,58	11,58	12,58	13,58	14,58	15,58	16,58	17,58	18,58
Distance x	cm	3,54	3,89	4,23	4,55	4,85	5,15	5,43	5,70	5,96	6,21	6,45	6,69	6,92
I <sub>15</sub>	cm <sup>4</sup> /m	256	348	459	587	735	911	1088	1294	1520	1767	2034	2323	2632
z	cm	5,40	6,28	7,17	8,06	8,96	9,86	10,77	11,68	12,59	13,51	14,43	15,35	16,27

### Notation

- d : épaisseur de la dalle, nervure du bac incluse
- v<sub>i</sub> : distance de l'axe neutre du bac à sa fibre inférieure
- x : distance de l'axe neutre de la dalle à sa fibre supérieure
- I<sub>15</sub> : inertie mixte équivalente en acier correspondant à E<sub>a</sub>/E<sub>b</sub> = 15
- z : bras de levier conventionnel (d-v<sub>i</sub> - x/3)



Les valeurs de "m" et de "k" sont données dans le système d'unités : longueur en cm, force en daN.

### Cisaillement admissible entre tôle et béton

$$\tau = T / 100 \cdot z \leq m \cdot \rho d / L + k$$

avec

$\rho$  = rapport de la section de la tôle à la section utile de béton (hauteur d-v<sub>i</sub>)

L = portée de calcul en cm.

	Résistance	Glissement	
		Charge statique	Charge dynamique
m	2760	2760	2760
k	1,28	1,28	1,28

### Résistance au feu

CF : degré coupe-feu du plancher brut.

Une épaisseur minimale est requise pour le respect du critère de température en face non exposée.

CF demandé	60'	90'	120'	180'
d mini en cm	9	9	10	14

En l'absence d'armatures spécifiques, les planchers Cofrastra sont CF 30'. Pour les CF supérieurs, la résistance du plancher pour le délai requis d'exposition au feu doit être justifiée par la prise en compte des seules armatures enrobées dans le béton.

### Isolation acoustique

Le comportement acoustique du plancher brut correspond à la loi de masse. (valeurs calculées par modélisation)

Épais. d en cm	8	9	10	11	12	13	14	15	20
Rw (C;Ctr)	44 (0;-3)	45 (0;-4)	46 (0;-4)	47 (-1;-4)	48 (-1;-5)	49 (-1;-5)	50 (-2;-6)	50 (-1;-5)	53 (-1;-6)

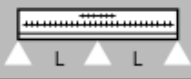
# ANNEXE 2c : DOCUMENTATION PLANCHERS COLLABORANTS ARVAL

## TABLEAUX DONNANT LA CHARGE D'EXPLOITATION MAXI en kN/m<sup>2</sup> avec indication

- Du nombre d'étais en phase de coulage,
- De la valeur mini et maxi de la section totale des armatures en treillis soudés à prévoir en partie supérieure de la dalle avec un enrobage de 2 cm,

Pose 2 travées en continu  e = 0,75 mm

Smini (cm <sup>2</sup> /m)	3,76	3,76	4,46	4,46	5,74	5,74	6,13	6,81	6,81	7,60	7,93	7,25	7,25	7,93	7,25	7,25	7,25	7,25	7,25	7,25	7,25	7,25
Smax (cm <sup>2</sup> /m)	7,93	7,93	7,93	7,93	7,93	10,27	10,27	10,27	10,27	10,27	10,27	10,27	10,27	10,27	10,27	10,27	10,27	10,27	10,27	10,27	10,27	10,27
Épaisseur	Portée L en cm																					
Dalle en cm	200	210	220	230	240	250	260	270	280	290	300	310	320	330	340	350	360	370	380	390	400	
20	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00	29,40	28,00	26,60	24,70	23,50	22,50	21,50	20,60	19,70	18,90	
19	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00	29,30	27,80	26,40	25,20	24,00	22,20	21,50	20,30	19,40	18,60	17,80	
18	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00	29,20	27,60	26,20	24,90	23,70	22,60	20,90	20,00	19,10	18,30	17,50	16,80	
17	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00	29,00	27,40	25,90	24,60	23,40	22,20	21,20	20,20	18,70	17,90	17,10	16,40	15,80	
16	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00	28,80	27,10	25,60	24,20	23,00	21,80	20,80	19,80	18,90	18,10	16,70	16,00	15,30	14,70	
15	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00	28,50	26,80	25,20	23,80	22,60	21,40	20,30	19,30	18,40	17,60	16,80	16,10	15,40	14,30	13,60		
14	30,00	30,00	30,00	30,00	28,10	26,40	24,80	23,40	22,10	20,90	19,80	18,80	17,90	17,00	16,30	15,50	14,90	13,70	12,40	11,30		
13	30,00	30,00	29,70	27,70	25,90	24,30	22,80	21,50	20,30	19,20	18,20	17,30	16,40	15,70	15,00	13,90	12,50	11,30	10,20	9,20		
12	30,00	30,00	28,20	25,30	23,60	22,20	20,80	19,60	18,50	17,50	16,60	15,80	15,00	13,90	12,60	11,30	10,10	9,10	8,20	7,30		
11	30,00	28,80	27,50	25,60	22,90	21,40	20,10	18,90	17,80	16,80	15,90	15,00	13,60	12,30	11,10	10,00	8,90	8,00	7,10	6,40		
10	28,80	25,80	24,70	23,00	21,40	19,20	18,00	16,90	15,90	14,80	13,20	11,80	10,60	9,50	8,60	7,70	6,90					
9	25,50	22,90	21,90	20,30	19,00	17,80	15,30	14,00	12,70	11,30	10,00	8,90	8,00									
8	21,10	19,10	17,40	16,00	14,60	13,50	12,50	10,20	9,30													

Pose 2 travées en continu  e = 0,75 mm

Smini (cm <sup>2</sup> /m)	7,25	7,25	7,25	7,25	7,25	7,25	7,25	6,55	6,55	6,55	6,55	6,55	6,55	6,55	8,89	6,55	6,55	8,89	8,89	8,89	8,89	
Smax (cm <sup>2</sup> /m)	11,05	11,05	11,05	11,05	11,05	11,05	11,05	12,63	12,63	11,05	11,05	11,05	11,05	10,37	10,37	10,37	10,37	10,37	9,59	9,59	9,59	
Épaisseur	Portée L en cm																					
Dalle en cm	410	420	430	440	450	460	470	480	490	500	510	520	530	540	550	560	570	580	590	600	610	
20	18,10	17,40	16,80	16,10	15,60	15,00	14,50	14,00	13,30	12,30	11,40	10,60	9,80	9,10	8,40	7,80	7,20	6,70	6,20	5,70	5,30	
19	17,10	16,50	15,80	15,20	14,70	14,20	13,60	12,60	11,60	10,70	9,90	9,20	8,50	7,80	7,20	6,70	6,10	5,70	5,20	4,80	4,40	
18	16,10	15,50	14,90	14,30	13,80	12,80	11,80	10,90	10,00	9,20	8,50	7,80	7,20	6,60	6,10	5,60	5,20	4,80	4,40	4,00	3,70	
17	15,10	14,50	14,00	13,10	12,00	11,00	10,10	9,30	8,50	7,80	7,20	6,60	6,00	5,60	5,10	4,70	4,30	3,90	3,60	3,30	3,00	
16	14,10	13,30	12,20	11,10	10,20	9,30	8,50	7,80	7,10	6,50	6,00	5,50	5,00	4,60	4,20	3,80	3,50					
15	12,30	11,20	10,20	9,30	8,50	7,70	7,10	6,40	5,90	5,40	4,90	4,50	4,10	3,70								
14	10,30	9,30	8,40	7,70	7,00	6,30	5,80	5,20	4,80	4,30												
13	8,40	7,60	6,80	6,20	5,60	5,10																
12	6,60	6,00	5,40																			
11																						
10																						
9																						
8																						

- 0 étai
  1 étai au coulage
  2 étais au coulage
  3 étais au coulage

### Hypothèses retenues :

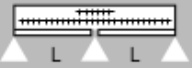
- Travées égales,
- Flèche au coulage = L/240,
- Charge d'exploitation répartie,
- Flèche active en service = L/350 si L ≤ 350 cm et L/700 + 0,5 cm si L > 350 cm,
- Charge permanente nulle,
- Réduction moment Maxi sur appui = 15 %.
- Béton de densité normale 2400 kg/m<sup>3</sup>,
- Acier armature : limite d'élasticité 500 MPa,

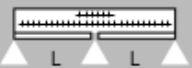
**Remarque :** pour toutes autres hypothèses, calcul à reprendre.

# ANNEXE 2d : DOCUMENTATION PLANCHERS COLLABORANTS ARVAL

## TABLEAUX DONNANT LA CHARGE D'EXPLOITATION MAXI en kN/m<sup>2</sup> avec indication

- Du nombre d'étais en phase de coulage,
- De la valeur mini et maxi de la section totale des armatures en treillis soudés à prévoir en partie supérieure de la dalle avec un enrobage de 2 cm,

		Tôle interrompue sur appuis  e = 0,75 mm																				
		Portée L en cm																				
Épaisseur		200	210	220	230	240	250	260	270	280	290	300	310	320	330	340	350	360	370	380	390	400
S <sub>mini</sub> (cm <sup>2</sup> /m)		3,76	3,76	4,46	4,72	5,74	5,74	6,13	6,81	7,25	7,60	7,93	7,25	7,25	7,93	7,25	7,25	7,25	7,25	7,25	7,25	7,25
S <sub>max</sub> (cm <sup>2</sup> /m)		7,93	7,93	7,93	10,27	10,27	10,27	10,27	10,27	10,27	10,27	10,27	10,27	10,27	10,27	10,27	10,27	10,27	10,27	10,27	10,27	11,05
Dalle en cm	20	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00	29,20	27,80	26,40	24,60	23,50	22,40	21,40	20,50	19,60	18,80
19	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00	29,10	27,60	26,20	25,00	23,80	22,20	21,20	20,20	19,40	18,60	17,80
18	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00	29,00	27,40	26,00	24,70	23,50	22,40	20,90	19,90	19,10	18,20	17,50	16,80
17	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00	28,80	27,20	25,80	24,40	23,20	22,10	21,00	20,10	18,70	17,90	17,10	16,40	15,70
16	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00	28,60	26,90	25,40	24,10	22,80	21,70	20,60	19,60	18,70	17,90	16,70	16,00	15,30	14,70	
15	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00	28,30	26,60	25,10	23,70	22,40	21,20	20,20	19,20	18,30	17,40	16,60	15,90	15,20	14,20	13,50	
14	30,00	30,00	30,00	30,00	29,90	28,00	26,20	24,60	23,20	21,90	20,70	19,60	18,70	17,70	16,90	16,10	15,40	14,70	13,50	12,10	11,20	
13	30,00	30,00	30,00	29,60	27,50	25,70	24,10	22,70	21,30	20,10	19,10	18,10	17,10	16,30	15,50	14,80	13,70	12,30	11,00	9,90	8,90	
12	30,00	30,00	29,10	27,00	25,20	23,50	22,00	20,70	19,50	18,40	17,40	16,50	15,70	14,90	13,70	12,40	11,10	9,90	8,90	7,90	7,10	
11	30,00	28,50	26,40	24,50	22,80	21,30	19,90	18,70	17,60	16,70	15,70	14,90	13,40	12,10	10,90	9,80	8,70	7,80	6,90	6,20		
10	27,80	25,60	23,60	21,90	20,40	19,10	17,90	16,80	15,80	14,60	13,00	11,60	10,40	9,40	8,40	7,60	6,70					
9	24,60	22,70	20,90	19,40	18,00	16,50	15,10	13,90	12,50	11,10	9,90	8,80	7,80									
8	19,60	17,60	15,90	14,40	13,10	12,00	11,00	10,10	9,20													

		Tôle interrompue sur appuis  e = 0,75 mm																				
		Portée L en cm																				
Épaisseur		410	420	430	440	450	460	470	480	490	500	510	520	530	540	550	560	570	580	590	600	610
S <sub>mini</sub> (cm <sup>2</sup> /m)		7,25	7,25	7,25	7,25	7,25	6,55	7,25	6,55	6,55	8,89	6,55	6,55	8,50	8,89	8,89	8,89	8,89	8,89	8,89	8,50	8,50
S <sub>max</sub> (cm <sup>2</sup> /m)		11,05	11,05	11,05	11,05	11,05	12,63	12,63	12,63	12,63	11,05	11,05	11,05	10,37	10,37	10,37	10,37	10,37	10,37	9,67	9,59	9,67
Dalle en cm	20	18,10	17,40	16,70	16,10	15,50	14,90	14,40	13,20	12,30	11,40	10,50	9,70	9,00	8,30	7,70	7,10	6,60	6,10	5,60	5,20	5,20
19	17,10	16,40	15,80	15,20	14,60	14,10	13,50	12,50	11,50	10,60	9,80	9,10	8,40	7,80	7,20	6,60	6,10	5,60	5,20	4,80	4,40	4,40
18	16,10	15,50	14,90	14,30	13,80	12,70	11,70	10,70	9,90	9,10	8,40	7,70	7,20	6,60	6,10	5,60	5,10	4,70	4,30	4,00	3,70	3,70
17	15,10	14,50	13,90	13,00	11,90	10,90	10,00	9,20	8,40	7,70	7,10	6,50	6,00	5,50	5,10	4,60	4,30	3,90	3,60	3,30	3,00	3,00
16	14,10	13,20	12,10	11,00	10,10	9,20	8,40	7,70	7,00	6,40	5,90	4,40	4,90	4,50	4,10	3,80	3,50					
15	12,20	11,10	10,10	9,20	8,40	7,70	7,00	6,40	5,80	5,30	4,80	4,40	4,00	3,60								
14	10,20	9,20	8,40	7,60	6,90	6,20	5,70	5,20	4,70	4,30												
13	8,30	7,50	6,70	6,10	5,50	5,00																
12	6,40	5,90	5,30																			
11																						
10																						
9																						
8																						

- 0 étai     
  1 étai au coulage     
  2 étais au coulage     
  3 étais au coulage

### Hypothèses retenues :

- Travées égales,
- Flèche au coulage = L/240,
- Charge d'exploitation répartie,
- Flèche active en service = L/350 si L ≤ 350 cm et L/700 + 0,5 cm si L > 350 cm,
- Charge permanente nulle,
- Réduction moment Maxi sur appui = 15 %.
- Béton de densité normale 2400 kg/m<sup>3</sup>,
- 
- Acier armature : limite d'élasticité 500 MPa,