

# BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR

## CONSTRUCTIONS METALLIQUES

SESSION 2016

### E5. DESSIN DE CONCEPTION

#### U5.1 Conception

Durée : 4h – Coefficient : 3

#### Contenu du dossier

Page de garde 1 / 11

Sujet page 2 à 6 / 11

Annexes page 7 à 9 / 11

Documents réponse page 10 à 11/ 11

#### Barème indicatif

1 sur 3 points

2 sur 6 points

3 sur 7 points

4 sur 4 points

#### Recommandations

Les parties sont indépendantes.

|                   |  |                            |   |
|-------------------|--|----------------------------|---|
| CODE<br>ÉPREUVE : | EXAMEN :<br>BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR |                            | SPÉCIALITÉ :<br>Constructions Métalliques |
| SESSION 2016      | SUJET                                      | ÉPREUVE : U5 .1 Conception | Calculatrice<br>autorisée                 |
| Durée : 4 h       | Coefficient : 3                            | SUJET N°                   | Page :1/11                                |

# 1. ETUDE DE LA STABILITE DE L'OUVRAGE

## 1-1 Stabilité longitudinale : file B et G

1-1-1 Quelles sont les différentes solutions adoptées ?

1-1-2 **Compléter le DRI page 10 / 11** en indiquant comment sont transmis les efforts appliqués par le vent sur les pignons, indiquer le cheminement des efforts jusqu'aux fondations ainsi que les sollicitations dans les barres (traction ou compression).

## 1-2 Stabilité du pignon file 1 :

1-2-1 Pourquoi avoir choisi cette solution ?

1-2-2 **Compléter le DRI page 10 / 11** en indiquant comment sont transmis les efforts dus au vent, indiquer le cheminement des efforts jusqu'aux fondations ainsi que les sollicitations dans les barres (traction ou compression)..

## 2. ETUDE DU PLANCHER file 1 à 3 :

Voir plan et perspective plancher dossier technique page 8.

Plancher collaborant Cofraplus 60 e = 0,75 mm, dalle épaisseur d = 10 cm

On fera l'hypothèse que le bac collaborant repose sur 4 appuis.

### 2-1 Plancher collaborant : voir annexe 1 à 3

2-1-1 Donner le poids propre du plancher ci-dessus (en da N / m<sup>2</sup>).

2-1-2 Vérifier sa portée maximum et indiquer si il est nécessaire de mettre des étais pour sa mise en œuvre.

### 2-2 Chargement :

Charges permanentes 230 daN/m<sup>2</sup>.

Charge d'exploitation 350 daN/m<sup>2</sup>.

2-2-1 Définir la largeur de la bande de chargement pour la solive IPE 270 la plus sollicitée.

2-2-2 Définir la charge linéique appliquée à la solive apportée par les charges permanentes (ne pas oublier le poids propre des solives) : G.

2-2-3 Définir la charge linéique appliquée à la solive apportée par la charge d'exploitation : I.

2-2-4 Définir les combinaisons de charges à prendre en compte à l'ELS et à l'ELU.

### 2-3 Etude d'une solive IPE 270 :

Solive isostatique, portée 6,100 m.

Charges permanentes G = 5,8 kN/m.

Charge d'exploitation I = 8,2 kN/m.

### Vérification à l'ELS et à l'ELU :

2-3-1 Définir les flèches admissibles pour le plancher (plancher supportant des cloisons en plâtre).

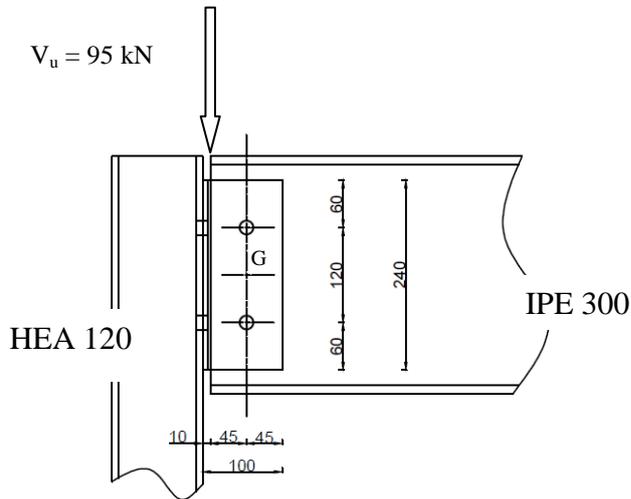
2-3-2 Vérifier la solive à l'ELS.

2-3-3 Vérifier la solive à l'ELU.

2-3-4 Proposer une solution pour réaliser l'attache des solives IPE 270 sur les poutres principales IPE 360, faire un schéma.

### 3. ETUDE DE L'ATTACHE POUTRE IPE 300 POTEAU HEA 120 :

- L'attache de la poutre sur le poteau est constituée par une articulation réalisée par :
- deux cornières 100 x 60 x 6
  - 6 boulons HM 16 de classe 8.8.



L'effort tranchant dans l'assemblage est de 95 kN à l'ELU .  
Acier de nuance S 275.

#### 3-1 Vérification de l'attache côté poutre :

3-1-1 Vérifier les dispositions constructives (pas et pince).

3-1-2 Déterminer l'effort dans le boulon le plus sollicité. Vous tiendrez compte de l'excentricité de  $V_u$  par rapport à G.

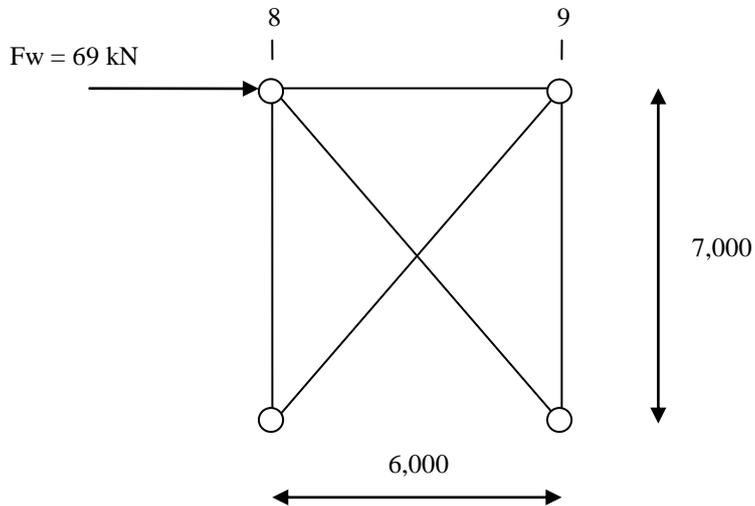
*Compléter le document réponse DR 2 page 11 / 11*

3-1-3 En considérant un effort de cisaillement maxi de 60 kN par boulon, vérifier la résistance de ce boulon.

#### 4. CROIX DE STABILITE FILE G :

##### 4-1 Diagonale

En file B et G



Largeur 6,000 m hauteur 7,000 m  
Effort non pondéré du au vent 69 kN

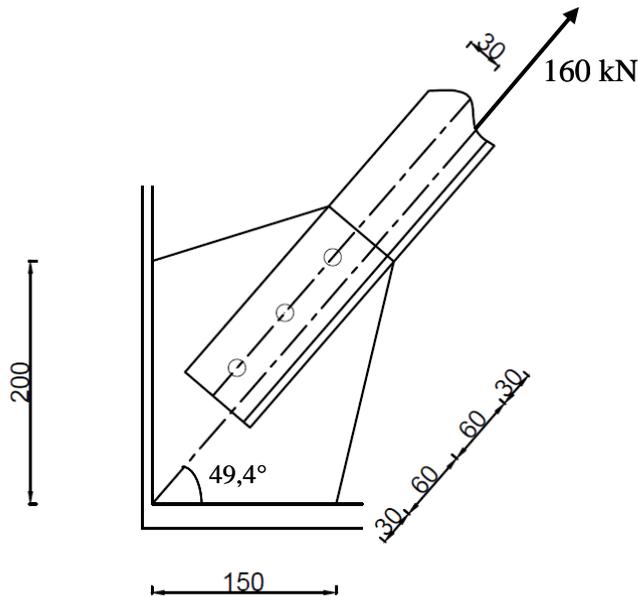
4-1-1 Calculer l'effort dans la diagonale tendue (la diagonale comprimée ne sera pas considérée).

#### 4-2 Etude de l'attache de diagonale :

L'attache de la diagonale sur le poteau est constituée par une articulation réalisée par :

- Une cornière 70 x 70 x 7
- 3 boulons HM 16 classe 8.8
- Gousset épaisseur 8 mm.
- Soudure :      Double cordon vertical       $a = 3 \text{ mm}$ ,  $l_{\text{eff.}} = 200 \text{ mm}$ .
- Double cordon horizontal       $a = 3 \text{ mm}$ ,  $l_{\text{eff.}} = 150 \text{ mm}$

Vous considèrerez un effort de traction dans la diagonale  $F_{\text{ed}} = 160 \text{ kN}$  à l'ELU.



*Vous considèrerez un effort centré.*

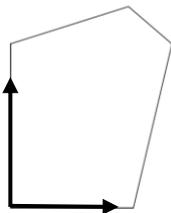
*Vous négligerez l'excentrement de l'effort par rapport à l'axe des boulons (axe neutre, axe de trusquinage).*

4-2-1 Vérifier la résistance des boulons au cisaillement.

4-2-2 Vérifier la résistance de la cornière à la traction et au cisaillement de bloc.

4-2-3 Vérifier la résistance des soudures.

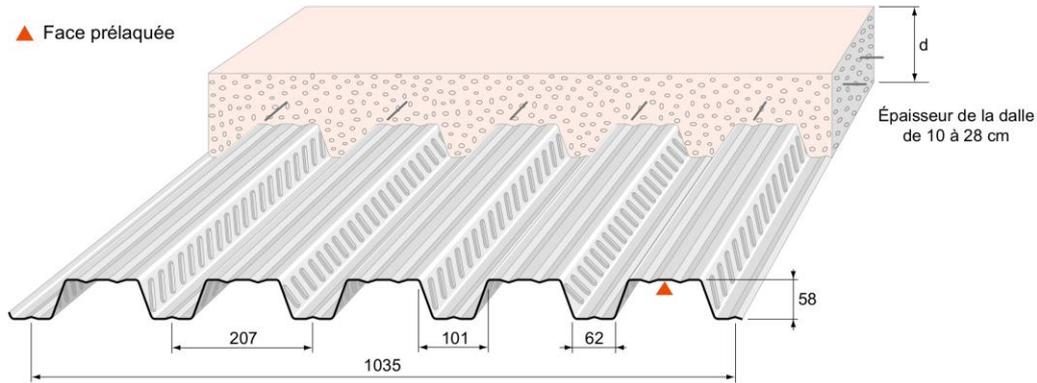
**Hypothèse :** *Les cordons sur l'âme du poteau transmettent la composante verticale de  $F_{\text{ed}}$ , les cordons sur la platine transmettent la composante horizontale de  $F_{\text{ed}}$*



4-2-3-1 Déterminer les efforts au centre de gravité des cordons de soudure

4-2-3-2 Vérifier la résistance des cordons de soudure.

**CARACTÉRISTIQUES GÉOMÉTRIQUES**



**APPLICATIONS**

Cofraplus 60 est un profil nervuré cranté latéralement destiné à la construction de dalles béton. Cofraplus 60 évite le décoffrage, allège le plancher et économise une nappe d'armatures.

Cofraplus 60 est spécialement conçu pour les ouvrages à surcharges modérées et portées moyennes. Les planchers sur vide sanitaire doivent être visitables et ventilés.

**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 XP 34-301 : "Tôles et bandes d'acier de construction galvanisées prélaquées ou revêtues d'un film organique calandré, destinées au bâtiment".
- Norme EN 10169-3 : "Produits plats en acier revêtus en continu de matières organiques (prélaqués) - partie 3 : produits pour applications intérieures dans le bâtiment".
- Acier : S350 GD selon norme NF EN 10326.

**Coffrage**

Cofraplus 60 sert de coffrage porteur, entre solives dans la pose sans étais, ou entre files d'étais et solives. Sa légèreté facilite la manipulation d'éléments de grand format livrés à longueur jusqu'à 15 mètres.

**Armature**

Le crantage latéral scelle le profil autour des nervures moulées en sous-face de la dalle béton des planchers. Comme armature, Cofraplus 60, en épaisseur 0,75 mm apporte 10,29 cm<sup>2</sup>/ml ou 13,91 cm<sup>2</sup>/ml d'acier en épaisseur 1,00 mm dans le sens porteur du plancher.

**Revêtement**

- galvanisé Z 275.
- galvanisé prélaqué :
  - Intérieur 12 :
    - catégorie II selon XP 34-301
    - catégorie CPI2 selon EN 10169-3
  - Haipius® 25 :
    - catégorie IIIa selon XP 34-301
    - catégorie CPI3 selon EN 10169-3
- Autres revêtements : sur consultation.

**Réglementation**

- Avis Technique 3/03-390 et 3/03-390\* 01 Add.

**Versions**

Trois versions sont disponibles :

- La version standard est appelée **COFRAPLUS 60**.



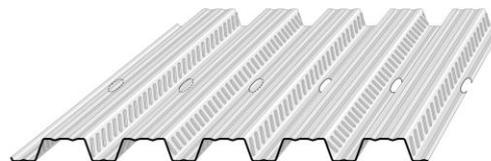
- La version spécialement adaptée pour utilisation en système poutre mixte avec connecteurs de types Hilti ou Nelson posés au travers du bac sur chantier est appelée **COFRAPLUS 60 C** : fabrication spécifique sur demande.

**COFRAPLUS 60 C**  
(version connecteur fond de nervure)



- **COFRAPLUS 60** peut être réalisé avec préperçage pour le passage des goujons soudés en atelier. Cette version est appelée **COFRAPLUS 60 P** : Étude et fabrication sur demande. (jusqu'à une épaisseur de 1,00 mm).

**COFRAPLUS 60 P**  
(le plan de perçage est à fournir)



## ANNEXE 2

# Arval

## PLANCHERS COLLABORANTS

## COFRAPLUS 60

### CARACTÉRISTIQUES TECHNIQUES DU PLANCHER VERSION STANDARD

#### Caractéristiques utiles du profil

| Épaisseur nominale de la tôle e | mm                | 0,75                | 0,88  | 1,00  | 1,25  |       |
|---------------------------------|-------------------|---------------------|-------|-------|-------|-------|
| Poids au mètre carré utile      | kg/m <sup>2</sup> | 8,53                | 10,00 | 11,37 | 14,22 |       |
| Section active d'acier :        | A                 | cm <sup>2</sup> /ml | 10,29 | 12,17 | 13,91 | 17,57 |
| Inertie propre du profil :      | i                 | cm <sup>4</sup> /ml | 55,12 | 65,21 | 74,53 | 93,94 |
| Position fibre neutre :         | v <sub>i</sub>    | cm                  | 3,33  | 3,33  | 3,33  | 3,33  |
| Module d'inertie :              | I/v <sub>i</sub>  | cm <sup>3</sup> /ml | 16,55 | 19,58 | 22,38 | 28,20 |

#### Consommation nominale de béton

| Épaisseur d                    | cm                | 10  | 11  | 12  | 13  | 14  | 15  | 16  | 18  | 20  | 24  | 28  |
|--------------------------------|-------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Litrage                        | l/m <sup>2</sup>  | 65  | 75  | 85  | 95  | 105 | 115 | 125 | 145 | 165 | 205 | 245 |
| Poids théorique du béton seul* | kg/m <sup>2</sup> | 155 | 179 | 203 | 227 | 251 | 275 | 299 | 347 | 395 | 491 | 587 |

\* 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

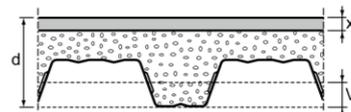
| Épaisseur d                                   | cm                 | 10   | 11   | 12   | 13   | 14    | 15    | 16    | 18    | 20    | 24    | 28    |
|---|--------------------|------|------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Pour e = 0,75 mm<br>distance d-v <sub>i</sub> | cm                 | 6,67 | 7,67 | 8,67 | 9,67 | 10,67 | 11,67 | 12,67 | 14,67 | 16,67 | 20,67 | 24,67 |
| Distance x                                    | cm                 | 3,25 | 3,56 | 3,90 | 4,13 | 4,40  | 4,65  | 4,90  | 5,36  | 5,79  | 6,59  | 7,31  |
| I <sub>15</sub>                               | cm <sup>4</sup> /m | 252  | 329  | 421  | 527  | 649   | 786   | 938   | 1289  | 1705  | 2731  | 4024  |
| z   | cm                 | 5,59 | 6,48 | 7,39 | 8,29 | 9,20  | 10,12 | 11,04 | 12,88 | 14,74 | 18,47 | 22,23 |

| Épaisseur d                                   | cm                 | 10   | 11   | 12   | 13   | 14    | 15    | 16    | 18    | 20    | 24    | 28    |
|---|--------------------|------|------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Pour e = 1,00 mm<br>distance d-v <sub>i</sub> | cm                 | 6,67 | 7,67 | 8,67 | 9,67 | 10,67 | 11,67 | 12,67 | 14,67 | 16,67 | 20,67 | 24,67 |
| Distance x                                    | cm                 | 3,59 | 3,94 | 4,28 | 4,60 | 4,90  | 5,20  | 5,48  | 6,01  | 6,51  | 7,43  | 8,27  |
| I <sub>15</sub>                               | cm <sup>4</sup> /m | 309  | 404  | 517  | 648  | 799   | 969   | 1159  | 1600  | 2123  | 3424  | 5073  |
| z   | cm                 | 5,47 | 6,36 | 7,24 | 8,14 | 9,04  | 9,94  | 10,84 | 12,67 | 14,50 | 18,19 | 21,91 |

#### 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

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

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 | 3238       | 1775            | 1420             |
| k | 0,1286     | 0,5302          | 0,4242           |

#### 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 | 11  | 12  | 15   | 18   |

En l'absence d'armatures spécifiques, les planchers Cofraplus sont CF 30'. Pour des 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 | 10         | 11         | 12         | 13         | 14         | 15         | 20         | 24         | 28         |
|----------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| Rw (C;Ctr)     | 44 (-1;-3) | 45 (-1;-4) | 46 (-1;-4) | 47 (-1;-4) | 48 (-1;-5) | 48 (-1;-4) | 52 (-2;-6) | 54 (-1;-7) | 56 (-1;-7) |

## ANNEXE 3

# Arval

## PLANCHERS COLLABORANTS

## COFRAPLUS 60

### CHARGES D'EXPLOITATION

L'Avis Technique du Cofraplus 60 prend en compte les charges réparties, concentrées et linéaires.

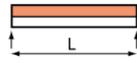
Il est formulé pour des intensités de ces charges ne dépassent pas les limites suivantes :

- charges ponctuelles statiques : < 20 kN
- charges linéaires statiques : ≤ 10 kN par ml
- charges ponctuelles dynamiques : < 15 kN et espacées d'au moins 1,20 m les unes des autres.
- charges roulantes pour des véhicules dont la charge maximale par essieu n'exécède pas 30 kN.

Ces limitations s'exercent en l'absence d'une vérification complète de la répartition de ces charges.

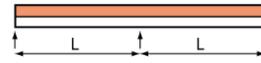
### PORTÉES L MAXI (cm) à la pose du Cofraplus 60 en version standard

- En phase de montage et de coulage du béton, Cofraplus 60 épaisseur 0,75 mm peut supporter des portées limites L selon les tableaux ci-dessous qui prennent en compte les conditions de flèche L/240.
- Lorsque les files d'étais sont nécessaires, celles-ci divisent la travée en parties égales.



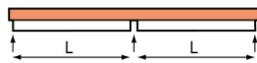
1 travée

| Épaisseur dalle en cm | 0 étau | 1 étau | 2 étais |
|-----------------------|--------|--------|---------|
| 10                    | 273    | 330    | 330     |
| 11                    | 262    | 363    | 363     |
| 12                    | 252    | 396    | 396     |
| 13                    | 244    | 429    | 429     |
| 14                    | 237    | 462    | 462     |
| 15                    | 231    | 495    | 495     |
| 16                    | 225    | 525    | 528     |
| 17                    | 220    | 509    | 561     |
| 18                    | 215    | 495    | 594     |
| 19                    | 210    | 481    | 617     |
| 20                    | 206    | 469    | 637     |
| 21                    | 203    | 457    | 657     |
| 22                    | 199    | 446    | 670     |
| 23                    | 196    | 436    | 654     |
| 24                    | 193    | 427    | 640     |
| 25                    | 190    | 418    | 627     |
| 26                    | 187    | 410    | 615     |
| 27                    | 184    | 402    | 603     |
| 28                    | 182    | 394    | 591     |



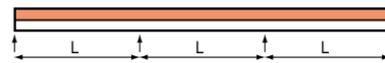
2 travées en continu

| Épaisseur dalle en cm | 0 étau | 1 étau | 2 étais |
|-----------------------|--------|--------|---------|
| 10                    | 360    | 360    | 360     |
| 11                    | 348    | 396    | 396     |
| 12                    | 336    | 432    | 432     |
| 13                    | 326    | 468    | 468     |
| 14                    | 316    | 504    | 504     |
| 15                    | 306    | 540    | 540     |
| 16                    | 295    | 525    | 576     |
| 17                    | 285    | 509    | 612     |
| 18                    | 276    | 495    | 648     |
| 19                    | 268    | 481    | 684     |
| 20                    | 260    | 469    | 703     |
| 21                    | 253    | 457    | 686     |
| 22                    | 247    | 446    | 670     |
| 23                    | 241    | 436    | 654     |
| 24                    | 235    | 427    | 640     |
| 25                    | 230    | 418    | 627     |
| 26                    | 225    | 410    | 615     |
| 27                    | 219    | 402    | 603     |
| 28                    | 214    | 394    | 591     |



2 travées en feuillure

| Épaisseur dalle en cm | 0 étau | 1 étau | 2 étais |
|-----------------------|--------|--------|---------|
| 10                    | 273    | 360    | 360     |
| 11                    | 262    | 396    | 396     |
| 12                    | 252    | 432    | 432     |
| 13                    | 244    | 468    | 468     |
| 14                    | 237    | 504    | 504     |
| 15                    | 231    | 540    | 540     |
| 16                    | 225    | 525    | 576     |
| 17                    | 220    | 509    | 612     |
| 18                    | 215    | 495    | 648     |
| 19                    | 210    | 481    | 684     |
| 20                    | 206    | 469    | 703     |
| 21                    | 203    | 457    | 686     |
| 22                    | 199    | 446    | 670     |
| 23                    | 196    | 436    | 654     |
| 24                    | 193    | 427    | 640     |
| 25                    | 190    | 418    | 627     |
| 26                    | 187    | 410    | 615     |
| 27                    | 184    | 402    | 603     |
| 28                    | 182    | 394    | 591     |



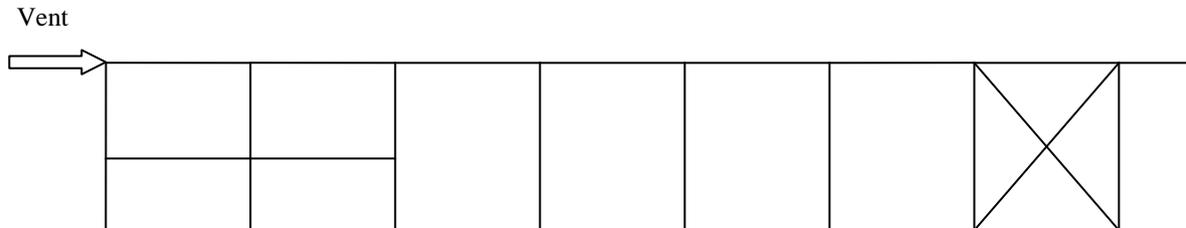
3 travées en continu

| Épaisseur dalle en cm | 0 étau | 1 étau | 2 étais |
|-----------------------|--------|--------|---------|
| 10                    | 346    | 360    | 360     |
| 11                    | 333    | 396    | 396     |
| 12                    | 322    | 432    | 432     |
| 13                    | 312    | 468    | 468     |
| 14                    | 304    | 504    | 504     |
| 15                    | 296    | 540    | 540     |
| 16                    | 289    | 504    | 504     |
| 17                    | 281    | 504    | 504     |
| 18                    | 276    | 504    | 504     |
| 19                    | 268    | 504    | 504     |
| 20                    | 260    | 504    | 504     |
| 21                    | 253    | 504    | 504     |
| 22                    | 247    | 504    | 504     |
| 23                    | 241    | 504    | 504     |
| 24                    | 235    | 504    | 504     |
| 25                    | 230    | 504    | 504     |
| 26                    | 225    | 504    | 504     |
| 27                    | 219    | 504    | 504     |
| 28                    | 214    | 504    | 504     |

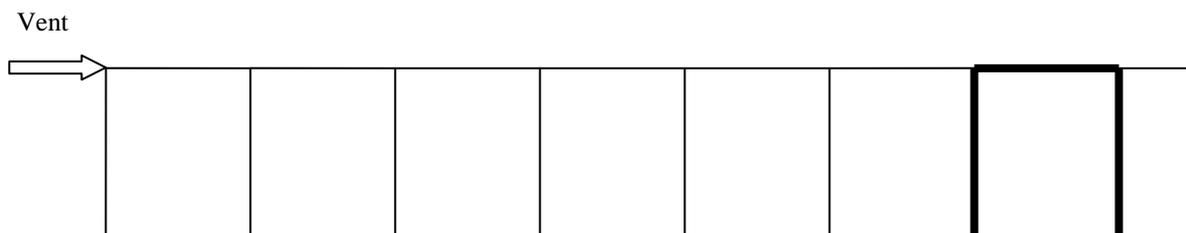
**Document réponse DR 1**  
*Document à rendre avec la copie*

**1-1-2**

Long pan File B

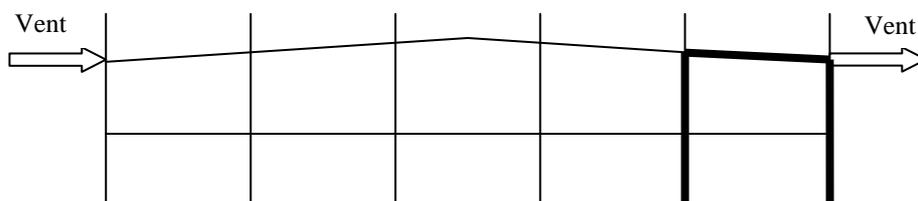


Long pan file G



**1-2-2**

Pignon file 1

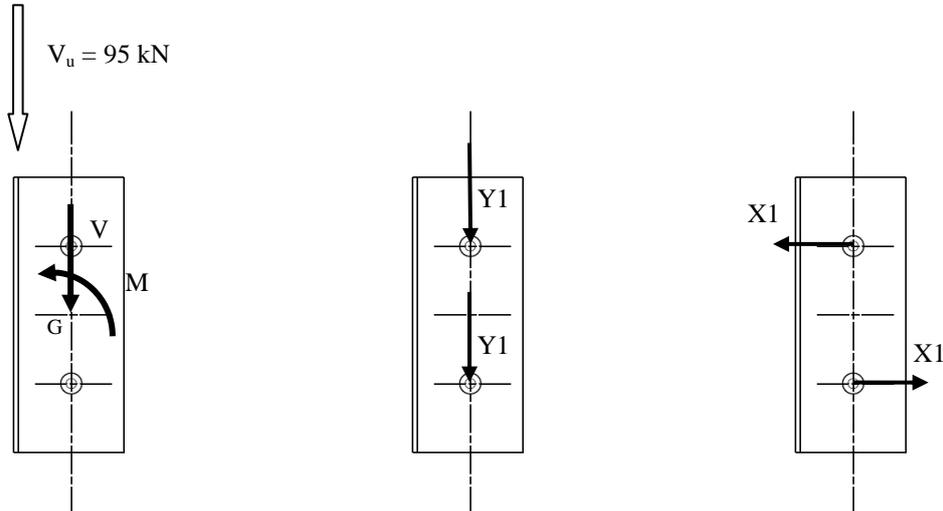


## Document réponse DR 2

Document à rendre avec la copie

### 3-1 Vérification de l'attache côté poutre :

3-1-2



1 Calculer V et M effet de  $V_u$  au centre de gravité des boulons.

---

---

2 Calculer  $Y_1$  dans chaque boulon à partir de  $V_u$ .

---

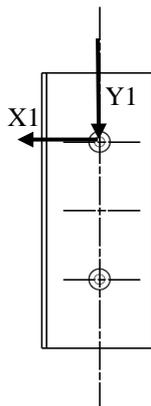
---

3 Décomposer M en deux efforts  $X_1$  au niveau de chaque boulon.

---

---

---



4 Calculer  $V_{ed}$  résultante de  $X_1$  et  $Y_1$ .

---

---

---