

**Maître d'Ouvrage**  
**Conseil Général De Savoie**  
Agence de Savoie Technolac  
BP 234  
73374 Le Bourget Du Lac

## Diagnostic Structure BA



BE Structures - BETREC I.G. - 4 av. Doyen Louis Weil - 38024 GRENOBLE CEDEX 1 - T : 04 80 42 24 91 – P : 06 65 97 04 26

Document n° : DIAG-01	Indice : ∅	Date : 13/10/2024
Phase : <b>DIAG</b>	Nom du rédacteur : POLAT Can	

**LISTE DES INDICES DU DOCUMENT**

Ø	13/10/2024	DIAG	Première édition	Can POLAT
<i>Indice</i>	<i>Date</i>	<i>Phase</i>	<i>Nature des modifications</i>	<i>Rédigé par</i>

# SOMMAIRE

<b>1. PREAMBULE .....</b>	<b>4</b>
1.1 Objet de la note .....	4
1.2 Repérage de l'ouvrage concerné .....	4
1.3 Etendue de la mission .....	4
1.4 Limite de l'étude .....	5
<b>2. ANALYSE STRUCTURE .....</b>	<b>5</b>
2.1 Description du bâtiment .....	5
2.2 Equipements à installer .....	6
2.3 Sollicitations phase initiale et projetée .....	7
2.4 Justification Renfort dalle .....	9
2.4.1 Choix du renfort : .....	9
2.4.2 Résultats : .....	9
2.4.3 Déformation de la section renforcée avec les nouvelles charges .....	9
2.4.4 Vérification supplémentaire .....	9
2.5 Schéma renfort dalle .....	10
2.6 Vue en plan .....	11
2.7 Vérification des appuis de la dalle .....	12
2.8 Renfort Poutres .....	14

## 1. PREAMBULE

### 1.1 Objet de la note

L'objet de cette présente note est de réaliser une étude de renforcement suite au projet d'installation d'équipement techniques en toiture du bâtiment du campus USMB en Savoie.

### 1.2 Repérage de l'ouvrage concerné

Le site faisant l'objet d'une demande de renforcement structurel du bâtiment, est le bâtiment du pôle montagne en Savoie, sur le campus USMB, boulevard de la mer Caspienne (74).

Repérage du site sur carte Google MAPS :



### 1.3 Etendue de la mission

Cette étude pour but de reconnaître le fonctionnement mécanique de la structure, d'évaluer la capacité portante des éléments porteur et de pouvoir concevoir une reprise en sous-œuvre dans l'optique de pouvoir répondre au programme du projet d'installation d'équipements en toiture.

Le diagnostic comprend les prestations suivantes :

- Etude des documents transmis par le client ;
- Analyse structurelle préliminaire ;
- Evaluation de la capacité portante actuelle ;
- Conception des reprises en sous-œuvre, comprenant les renforcements éventuels ;
- Schéma de synthèse des reprises ;
- Fourniture d'un rapport de diagnostic.



## 1.4 Limite de l'étude

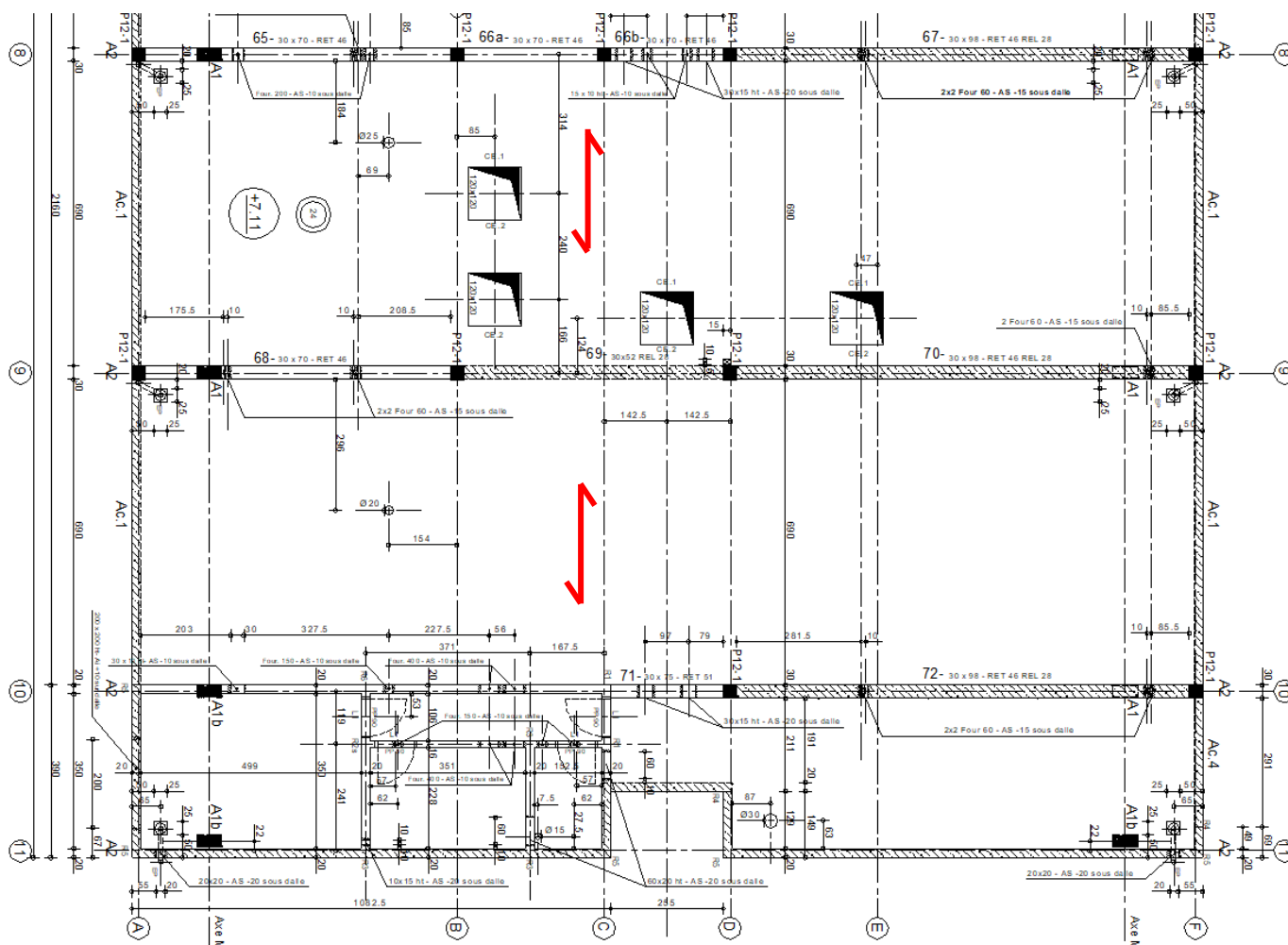
La mission de renforcement confiée au bureau d'étude BETREC ne constitue par une mission de maîtrise d'œuvre. Elle concerne uniquement l'ouvrage identifié au §1.2. En fonction de la suite donnée au projet, le maître d'ouvrage devra prévoir de missionner une entreprise spécialisée pour l'exécution ainsi que pour le protocole des travaux à suivre sur site.

## 2. ANALYSE STRUCTURE

### 2.1 Description du bâtiment

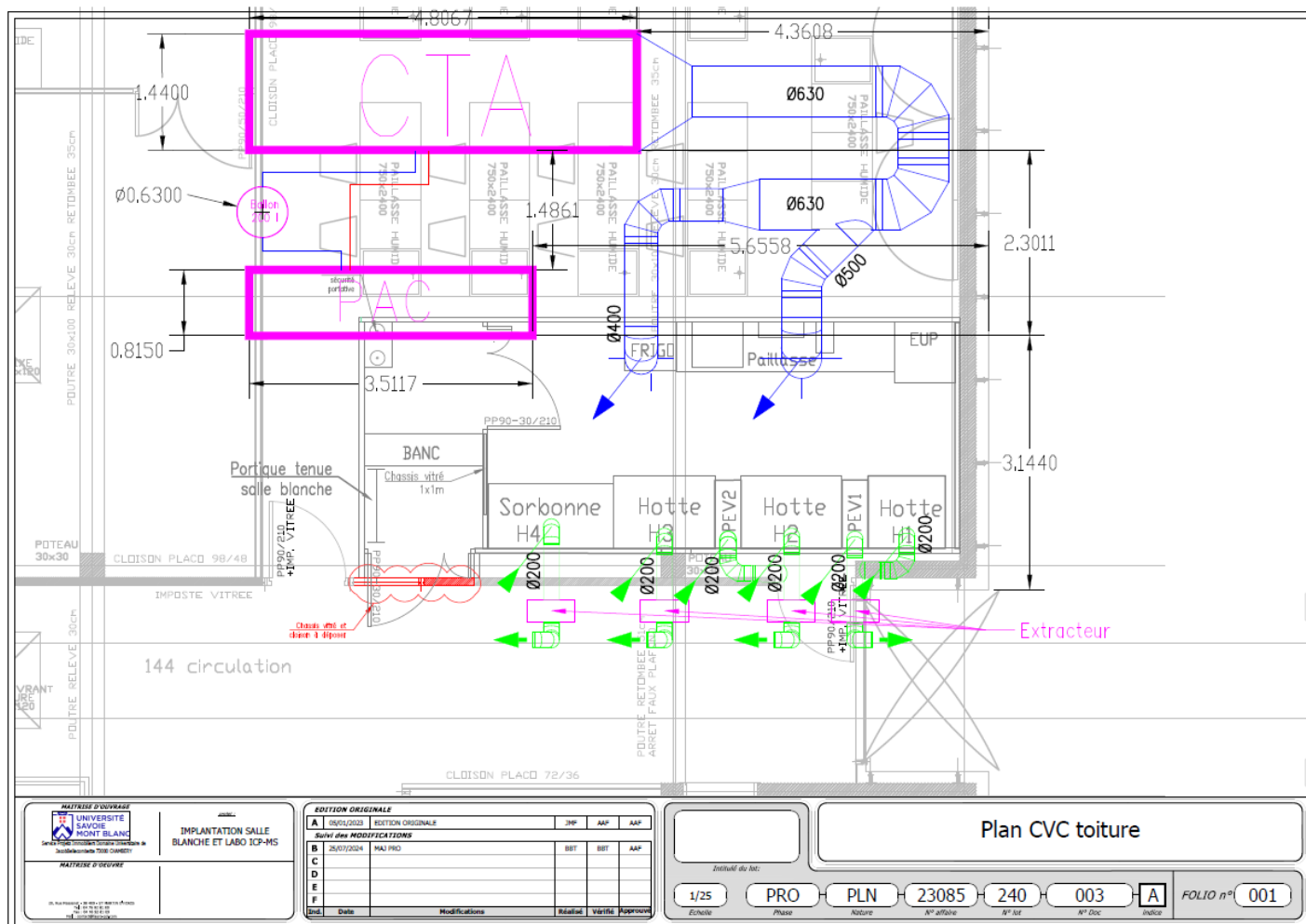
Le bâtiment est une structure contreventée par voile béton armé et avec un plancher en béton jouant le rôle de diaphragme rigide indéformable permettant la transmission des sollicitations horizontales suivant la proportion des rigidités des éléments de contreventement.

Plan structure DOE du niveau PHR+1 de la zone concernée :



Nous ne disposons pas du plan de ferrailage de la dalle mais nous pouvons constater à travers les coupes sur les poutres, que les dalles sont en prédalles. Pour la suite, nous effectuerons un calcul en travée isostatique et feront l'hypothèse que les armatures mises en place sont, au centième près, à la valeur de calcul. Cette hypothèse nous semble raisonnable compte-tenu de la structure en prédalle, de la forme des poutres en croix (difficile de faire de la continuité) et de la date de construction du bâtiment (2007).

## 2.2 Equipements à installer



Ci-dessous la liste des équipements à installer en toiture (mise à jour pour le PRO) :

1. CTA :
  - a. Poids : 1000 kg
  - b. Dimensions : 4800 x 1440 x 1000 mm
2. PAC (qui alimente une batterie réversible de la CTA) :
  - a. Poids : 800 kg
  - b. Dimensions : 814 x 3506 x 1878 mm
3. Ballon tampon 200 l :
  - a. Poids : 260 kg (supporté par 3 pieds à 120°)
  - b. Dimensions : ø630 mm, ht 1000 mm
4. Tuyauteries + accessoires hydrauliques (entre CTA et PAC) :
  - a. Poids : ~100 kg
5. 4 extracteurs :
  - a. Poids : ~30 kg unité

### 2.3 Sollicitations phase initiale et projetée

La bande de sollicitation la plus chargée se trouve au niveau de l'emplacement de la CTA.  
Par manque d'informations sur la pose et par sécurité, nous allons tenir compte sur cette bande :

- Poids de la CTA
- Poids des extracteurs
- Poids des tuyauteries



Affaire n°  
Job 23501

Sujet  
Subject

Campus USMB  
Pôle marketing

Phase

DIAG

Date

06/10

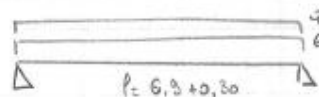
Page

1/2

Collaborateur  
By

C. POAT

Etat initial :



$$G = 1,2 \text{ kN/m}^2$$

$$q = 0,6 \text{ kN/m}^2 \rightarrow \text{Surcharge "sous-évaluée"}$$

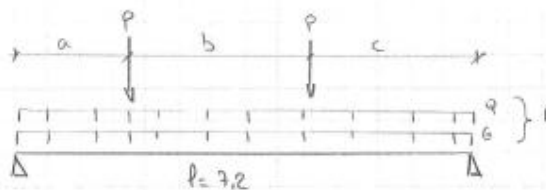
Revêtement dalle (d'après Architecte, DDE)

- Isolation h = 120 mm
- Etanchéité monocoque
- Protection lourde - 5 cm

$$H_G = 46,66 \text{ kN.m}$$

$$H_Q = 3,89 \text{ kN.m}$$

Etat projeté :



Cas le plus défavorable ; lorsque  $a = c$

Longueur CTA : 4,8 m  $\Rightarrow$  hypothèse : CTA reposant sur deux poutres, dans les angles.

$$a = \left( \frac{6,9 - 4,8}{2} \right) + 0,3 \frac{m}{2} + 0,1 = 1,3 \text{ m}$$

$$P = \frac{\text{CTA} + \text{tuyauterie} + \text{extracteurs}}{2} = 610 \text{ kg}$$

$\rightarrow$  Pour la suite, nous évaluerons le charge d'exploitation à 50 kg/m² conformément aux charges d'entretien de l'Eurocode.

$$H_{\max} = F \frac{l}{8} + P_a$$



Affaire n°  
Job 23501

Sujet  
Subject

Campus USMB  
Pôle montagne

Phase

DIAG

Date

06/10

Page

2/2

Collaborateur

By

C. POLAT

⇒ Etat initial :  $A_s = 8,32 \text{ cm}^2/\text{m}$   $f_{tk} = 15 \text{ MPa}$   
 $M_{d,ex} = 67,7 \text{ kN.m}$   $M_{yp} \Rightarrow$  Précontrainte sur coupe  
 $\rightarrow W_{10}/3 \text{ cm} = 8,76 \text{ cm}^2/\text{m}$   
 $M_6 = 46,66$  ;  $M_q = 3,89 \text{ kN.m}$   
 $\rightarrow$  avec  $q = 0,6 \text{ kN/m}^2$

⇒ Etat projeté :  $M_6 = 46,66$   
 $M_q = 13,11$  avec  $q = 0,8 \text{ kN/m}^2$   
 $= 11,81$  avec  $q = 0,6 \text{ kN/m}^2 \rightarrow$  conforme au projeté.

Car. exploitation: C  $\rightarrow \psi_1 = 0,7$  ;  $\psi_2 = 0,6$

ELU STR  $\times 1,356 + 1,5q$   
 Ruption/ELA  $\times 1,6 + 0,7q$   
 Inondation/BA  $\times 1,6 + 0,6q$   
 ELS  $\times 1,6 + 1,2$

\*  $M_{d,ex}(\text{non-reforc}) \geq M_{d,ex}(\text{charges initiales})$   
 $75,70 \text{ kN.m} \geq 46,70 \text{ kN.m}$

\*  $M_{d,ex}(\text{non-reforc}) \geq M_{d,ex}(\text{rupture reforc})$   
 $87,52 \geq 55,88$

\*  $M_{d,ex}(\text{non-reforc}) < M_{d,ex}(\text{nouvelles charges})$   
 $75,7 < 82,71$

\*  $M_{d,ex}(\text{non-reforc}) \geq M_{d,ex}(\text{situation inondée})$   
 $82,57 > 54,57$

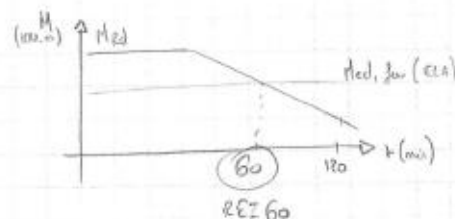
→ Choix composite : CarboDur SS12  
 $e = 80 \text{ cm}$

→ Vérif : ELU  
 $M_{d,ex}(\text{reforc}) > M_{d,ex}(\text{nouvelles charges})$   
 $82,90 > 82,71$   
 Rupture PRFC principal  $E_L = 0,00736 < 0,008$   
 Déformation maximale : 0,8 %.

ELS  
 $M_{d,ex} = 59,81 \text{ kN.m}$   
 $G_s = 358,13 < 400 \text{ MPa}$   
 $\sigma_s = 72,19 < 732 \text{ MPa}$

Bonus → Calcul résistance feu

Résistance avec plots → REI 60 : au delà





## 2.4 Justification Renfort dalle

### 2.4.1 Choix du renfort :

Simplement collé. Sika CarboDur® S

Sika® CarboDur® S512	Type de fibre	Coefficients partiels de sécurité	$\epsilon_k$	$E_k$ (MPa)	$t_e$ (mm)	Espacement centre à centre (mm)	Largeur (mm)
Couche: 1	Carbone	$\gamma_{frp,t}: 1.10, \gamma_{frp,m}: 1.05, \gamma_{frp,p}: 1.25, \gamma_a: 4.00$	0.0176	165000.00	1.200	800	50.00

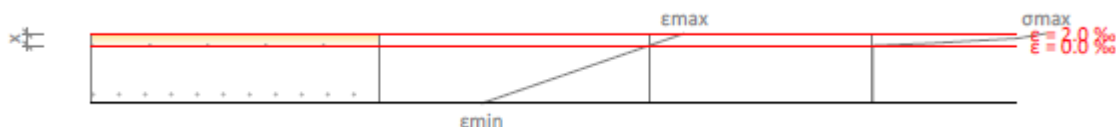
### 2.4.2 Résultats :

Charges attendues à l'ELU			
chargement	$M_{Ed}$ (kN·m/m)	$M_{Rd}$ (kN·m/m)	$M_{Rd} \geq M_{Ed}$ ( $N_{Ed} = N_{Rd}$ )
$S_{Ed} = 1.35 \cdot S_G + 1.50 \cdot S_Q$	82.71	92.90	Section renforcée 92.90 kN·m/m $\geq$ 82.71 kN·m/m ✓

Rupture des armatures à l'ELU			
chargement	$M_{Ed}$ (kN·m/m)	$M_{Rd}$ (kN·m/m)	$M_{Rd} \geq M_{Ed}$ ( $N_{Ed} = N_{Rd}$ )
$S_{Ed} = 1.00 \cdot S_G + 0.70 \cdot S_Q$	55.88	87.52	Section non renforcée 87.52 kN·m/m $\geq$ 55.88 kN·m/m ✓

Etats limite de service	
chargement	Contraintes de service
$S_{Ed} = 1.00 \cdot S_G + 1.00 \cdot S_Q$	$\sigma_s \leq 0.8 \cdot f_{yk}$
	359.13 MPa $\leq$ 400.00 MPa ✓

### 2.4.3 Déformation de la section renforcée avec les nouvelles charges



Déformation minimale et maximale  $\epsilon_{max} = 2.01 \text{ ‰}$   
 $\epsilon_{min} = -9.59 \text{ ‰}$   
 Contrainte maximale dans le béton  $f_c = 16.67 \text{ MPa}$   
 Profondeur de la fibre neutre  $x = 41.55 \text{ mm}$

Contrainte et déformation des armatures			
Réf.	Coord. Y (mm)	f (MPa)	ε (‰)
No. 6	80	15.35	0.07
No. 10.05	-90	-434.78	-8.14
FRP	-121	-1137.14	-7.96

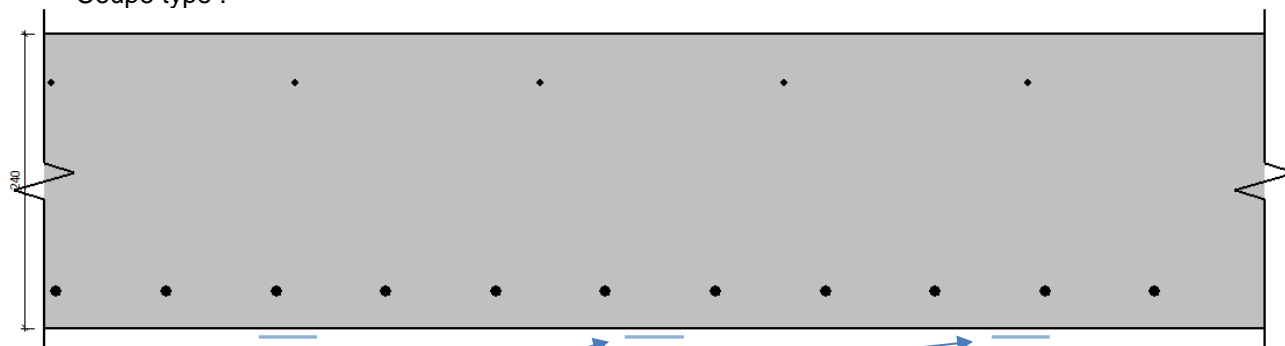
### 2.4.4 Vérification supplémentaire

De plus, si le moment résistant ultime est inférieur à 1,15 fois la valeur attendue, la section doit être calculée de sorte que la déformation au centre de gravité des armatures tendues ne soit pas inférieure à :

$$M_{Rd} \leq 1,15 \cdot M_{Ed} ; \quad \epsilon_s \geq 0,002 + \frac{f_{yk}}{E_s \cdot \gamma_s} \quad 0.00814 \geq 0.00412 \quad \checkmark$$

## 2.5 Schéma renfort dalle

Coupe type :



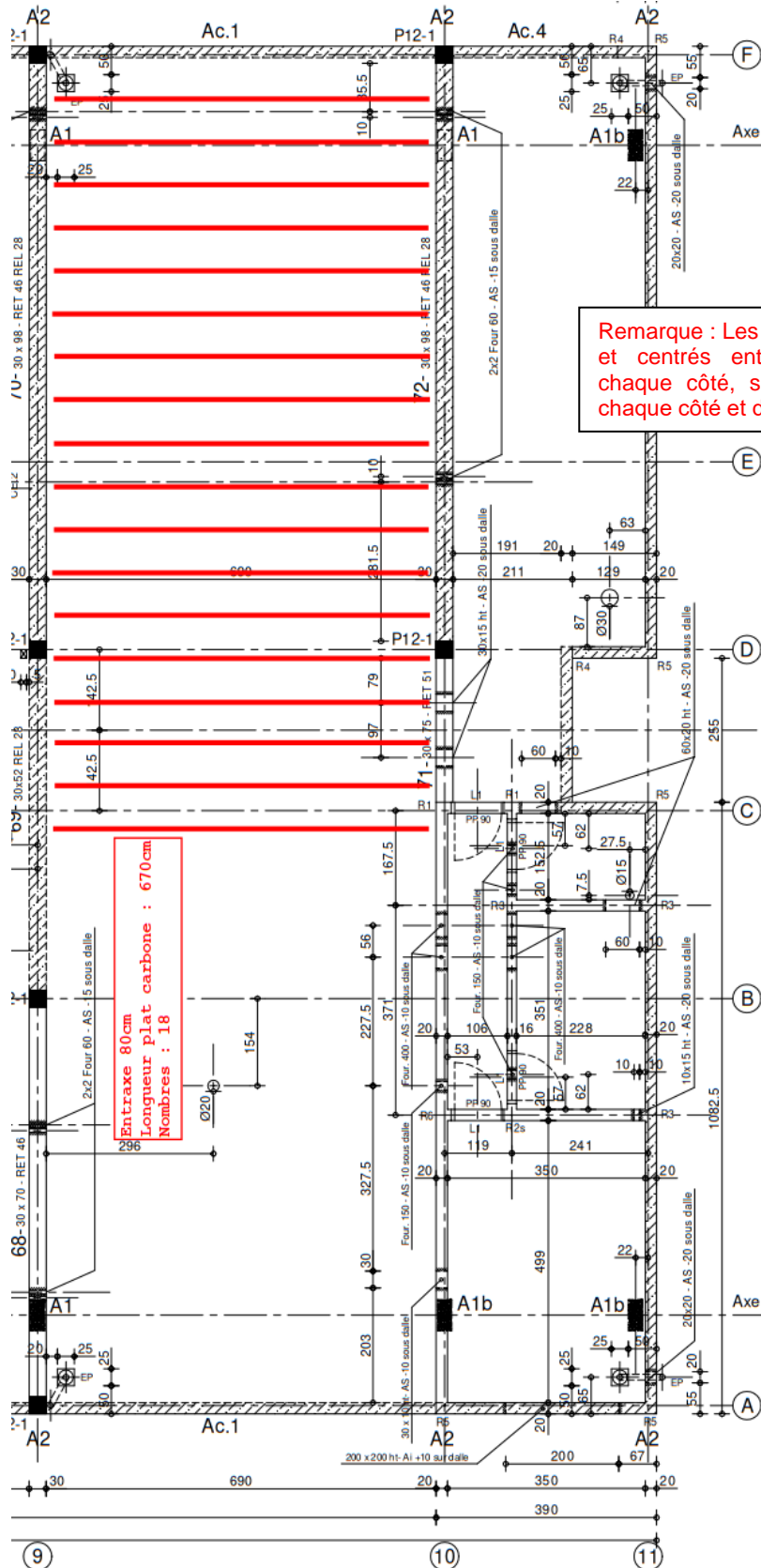
**Sika CarboDur S512**

Espacement : 80cm entraxe

Simplement collé en sous-face dalle.

⇒ Respect des spécifications de pose et d'utilisation du produit SIKA exigé par le poseur

## 2.6 Vue en plan



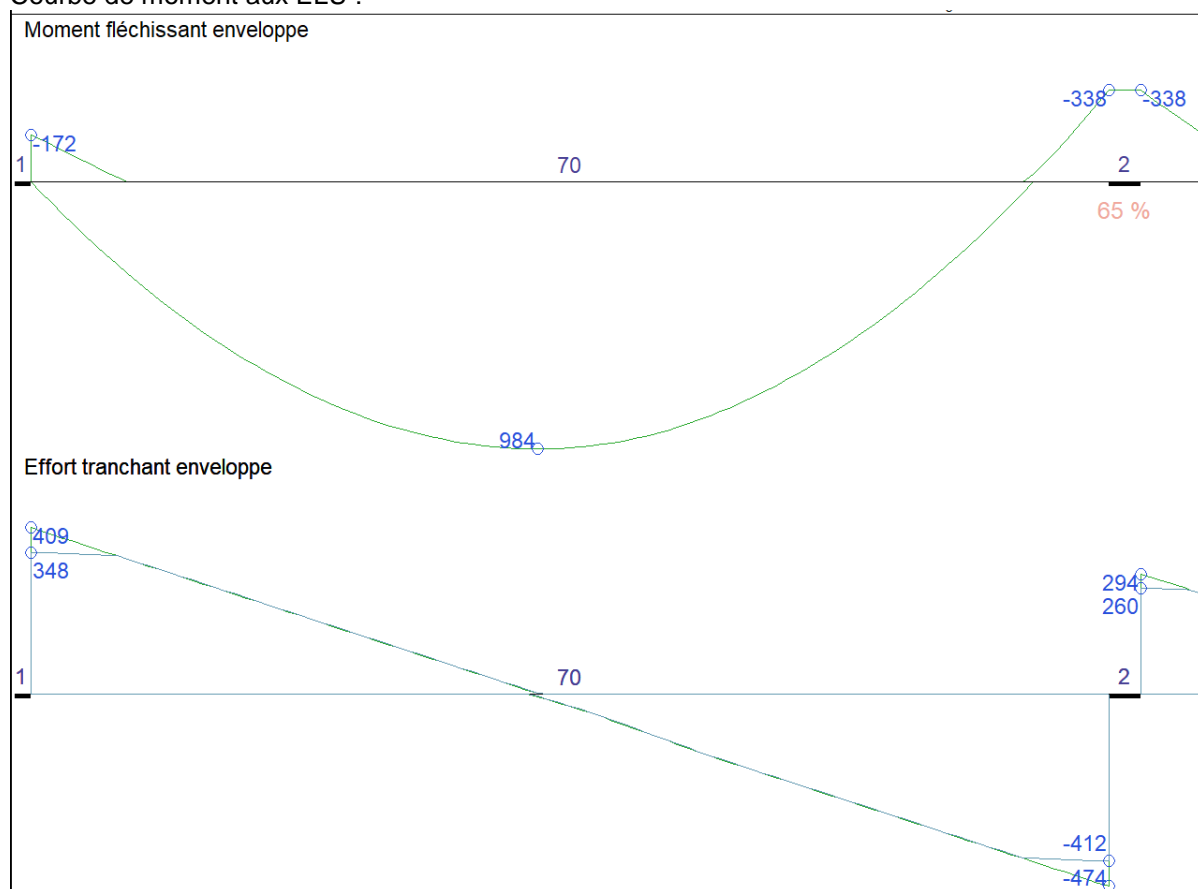
## 2.7 Vérification des appuis de la dalle

Les appuis de la dalle concernés par cet impact en toiture sont respectivement les poutres 69-70 et les poutres 71-72.

Nous allons vérifier les poutres 68-69-70 qui fonctionnent en continuité et nous appliquerons les mêmes conclusions pour les poutres 71-72 par soucis de simplification tout en étant dans le cas le plus défavorable.

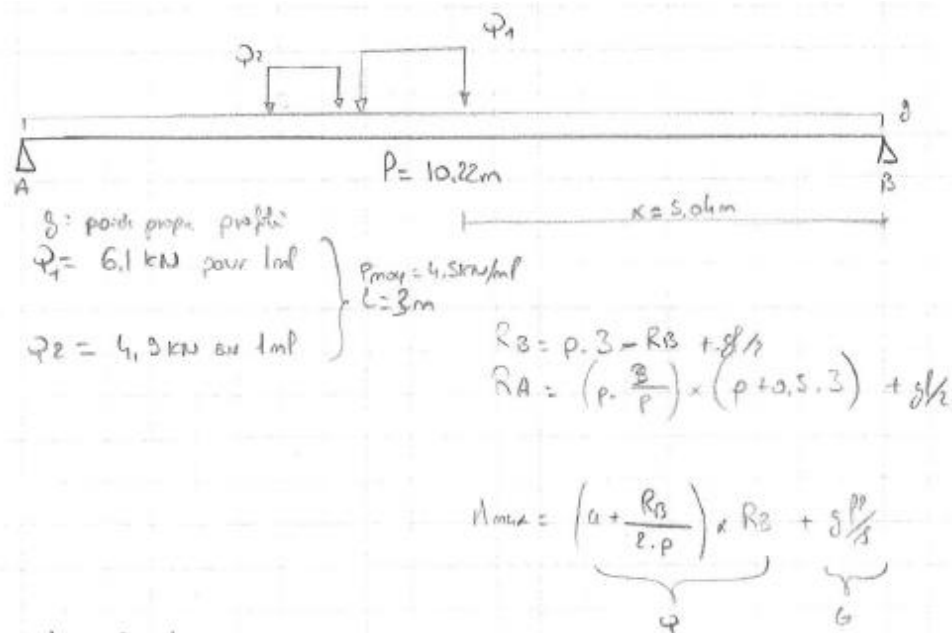
Etat initial de la poutre :

Courbe de moment aux ELU :



- ⇒ Avec la prise en compte d'une table de compression, la poutre est sous-dimensionnée. En effet, après calcul, la section des aciers inférieurs de flexion théorique s'élève à  $27\text{cm}^2$ . Hors d'après les plans de ferrailage, la section d'acier mise en place est de  $25,13\text{cm}^2$ . Un sous-dimensionnement de 7% ce qui pourrait être acceptable compte tenu des coefficients de sécurité pris lors des calculs.

Le bâtiment étant construit depuis plus de 15 ans, les charges prévues étant sur site, la flèche des éléments a eu lieu. Le surplus de charge sera alors repris entièrement par une nouvelle structure fixée contre la poutre 70 et 72, les deux seules poutres concernées par un renforcement.



$$M_{\text{Ed}} = 1.35 M_D + 1.50 M_Q \Rightarrow 48.8\text{ kN.m}$$

choix profilé : UPN 300 ;  $I_y = 2750\text{ cm}^4$

$$M_{\text{Ed}} = \frac{\chi_{LT} \cdot W_y \cdot I_y \cdot 10^{-6}}{\gamma_{A1}}$$

(prise en compte de renversement)  
UPN 300 ;  $W_y = 632000\text{ mm}^3$

$$= 55.2\text{ kN.m}$$

→ Taux variant 88% ; OK!

→ Par mesure de sécurité, des fixations par goupilles dans les pontures 70 et 72 devant lieu.

△ entasse à prévoir sous dalle.

⇒ Choix profilé : UPN 300 en nuance S275

### Vérification flèche

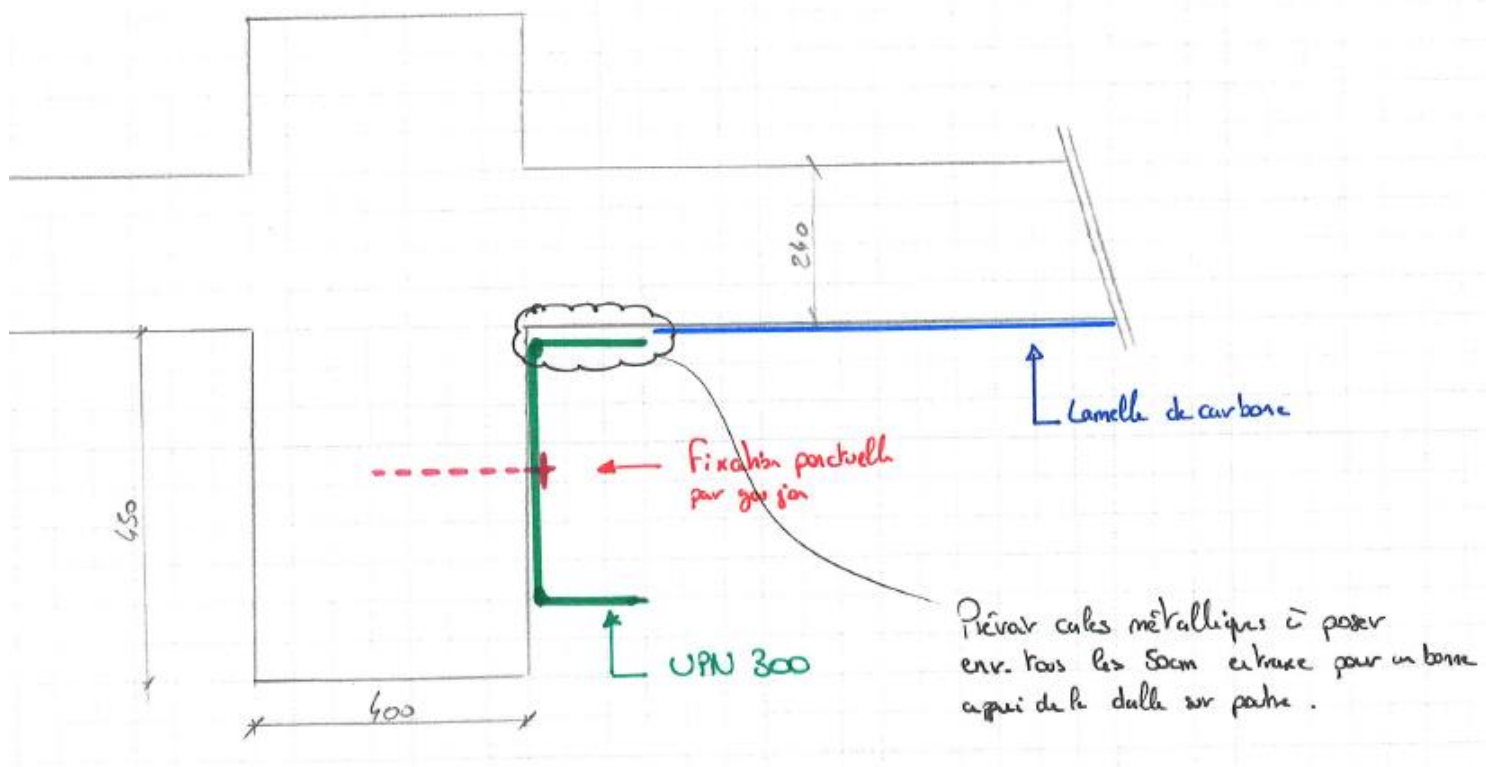
Vérif Acier

		L/X		vérif
Wmax	12,3	250	40,9 mm	30%
W3	0,0	300	34,1 mm	0%
W1	12,3			



## 2.8 Renfort Poutres

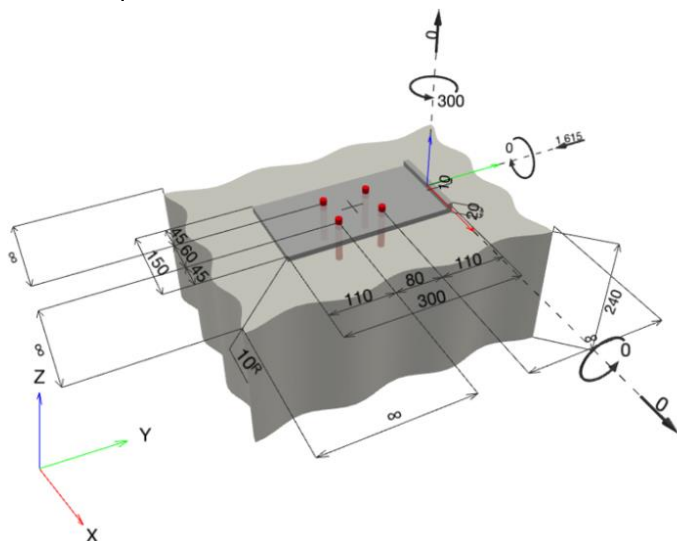
Coupe type sur poutre 70 du renfort UPN 300 à prévoir le long de la poutre :



Remarque: Renfort identique sur poutre 72.

Fixation sur appui :

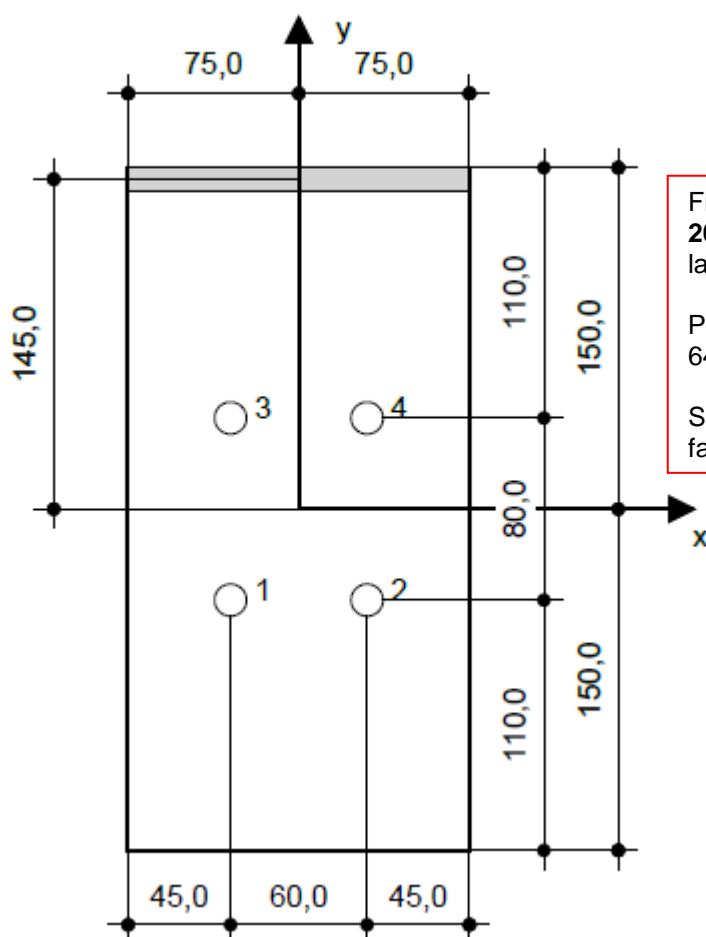
La fixation sur appui de la poutrelle métallique UPN300 S275, se fera par des chevilles en acier par fixation chimique.



→ Voir note de calcul cheville PROFIS en annexe de ce rapport.

La fixation à chaque extrémité aura lieu au niveau des poteaux, l'appui de la poutrelle fera 15cm au total.

Vue de face de la fixation sur appui, largeur totale 15cm :



Fixation par cheville de type : **HIT-HY 200-R V3 100 années + HIT-Z M12** de la marque HILTI.

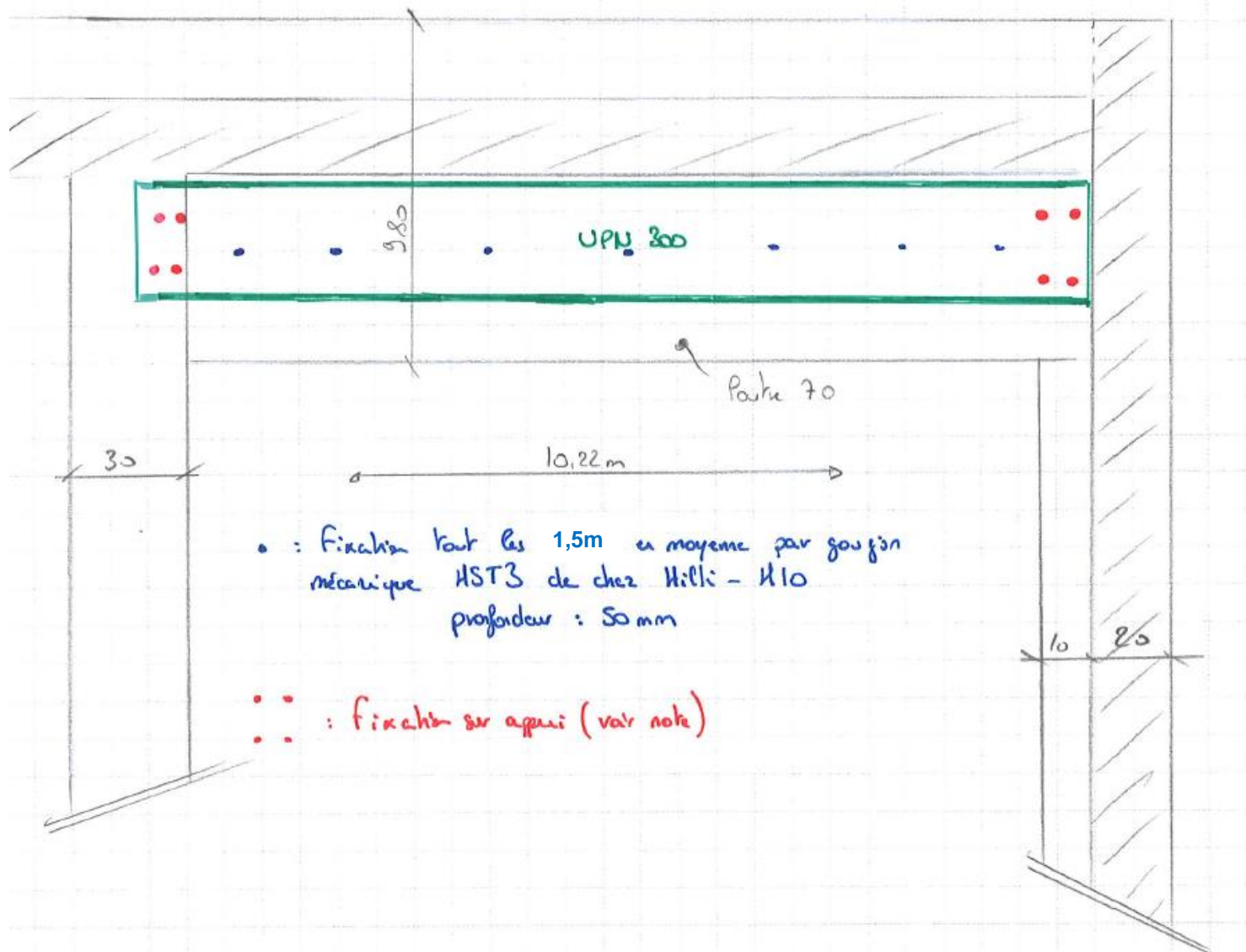
Profondeur d'implantation effective : 64mm

Suivre les préconisations de pose du fabricant lors de la pose sur site.

Vérification des états limites ultimes des chevilles :

Traction		
	Rupture par cône de béton	6%
Cisaillement		
	Acier	83%
	Rupture béton en bord de dalle	0%
	Rupture par effet de levier	100%
Combinaison		
	Acier	68%
	Béton	88%

Vue de face de la poutre 70 avec renfort (idem pour la poutre 72) :



Prévoir des fixations ponctuelles à mi-hauteur et environ tous les 1,5m, de l'UPN 300 par cheville HILTI de type HST3, M10 et de profondeur 50mm fixation mécanique avec perçage au perforateur et nettoyage du trou.

Fait à Grenoble  
Le 13/10/2024

POLAT Can en qualité d'Ingénieur Structure.

B

Affaire n°23501

DIAG-01 – indice 0

13/10/2024

www.hilti.fr

Société:

Adresse:

Tel | Fax:

Design:

Sous projet | Pos. N°:

Général - 12 oct. 2024

Page:

Prescripteur:

E-mail:



Date:

1

12/10/2024

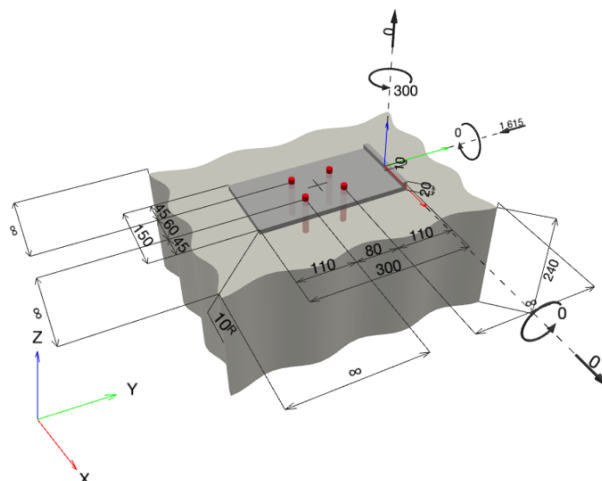
Commentaires du spécificateur:

## 1 Données d'entrée

Type et diamètre de la cheville:	HIT-HY 200-R V3 100 années + HIT-Z M12	
Période de retour (durée de vie en années):	100	
Code d'article:	2018411 HIT-Z M12x105 (accessoire de pose) / 2262134 HIT-HY 200-R V3 (Scellement chimique)	
Specification text:	Hilti SAFEset HIT-Z DIN EN ISO 4042 Cheville with HIT-HY 200-R V3 Résine with 64 mm embedment hef, M12, Acier électrozingué, Perçage avec perforateur installation per ETA 19/0632	
Profondeur d'implantation effective:	$h_{ef, opti} = 64,0 \text{ mm}$ ( $h_{ef, limit} = 144,0 \text{ mm}$ )	
Matériau:	DIN EN ISO 4042	
Homologation:	ETA 19/0632	
Délivré   Validité:	08/06/2023   -	
Méthode de calcul:	Méthode de calcul EN 1992-4, Mécanique	
Montage avec écartement:	$e_b = 0,0 \text{ mm}$ (sans écartement); $t = 10,0 \text{ mm}$	
Cornière d'épaulement <sup>R</sup> :	$L_1 \times L_2 \times t_{L1} \times t_{L2} \times l = 20,0 \text{ mm} \times 300,0 \text{ mm} \times 10,0 \text{ mm} \times 10,0 \text{ mm} \times 150,0 \text{ mm};$	
Hauteur du point de charge:	$h_{pl} = 10,0 \text{ mm}$	
Matériau de base:	Béton fissuré béton, C25/30, $f_{c, cyl} = 25,00 \text{ N/mm}^2$ ; $h = 240,0 \text{ mm}$ , Temp. court/long: 40/24 °C, Coefficient de sécurité matériel partiel personnalisé $\gamma_c = 1,500$	
Installation:	<b>Hammer drilled hole, condition d'installation: sec</b>	
Renforcement:	Pas de renforcement ou distance entre armatures $\geq 150 \text{ mm}$ (tous $\emptyset$ ) ou $\geq 100 \text{ mm}$ ( $\emptyset \leq 10 \text{ mm}$ ) Pas de renforcement de bord longitudinal Présence de renforcement pour contrôler la rupture par fendage selon EN 1992-4, 7.2.1.7 (2) b) 2)	

<sup>R</sup> - Le calcul de la cheville est réalisé avec l'hypothèse d'une platine rigide.

### Géométrie [mm] & Charges [daN, daNm]



www.hilti.fr

Société:		Page:	2
Adresse:		Prescripteur:	
Tel   Fax:		E-mail:	
Design:	Général - 12 oct. 2024	Date:	12/10/2024
Sous projet   Pos. N°:			

### 1.1 Combinaison de charges

Cas	Description	Forces [daN] / Moment [daNm]	Sismique	Feu	Util. max. Cheville [%]
1	Combinaison 1 - ELU	N = 0,0; V <sub>x</sub> = 0,0; V <sub>y</sub> = -1 615,0; M <sub>x</sub> = 0,0; M <sub>y</sub> = 0,0; M <sub>z</sub> = 300,0;	non	non	100

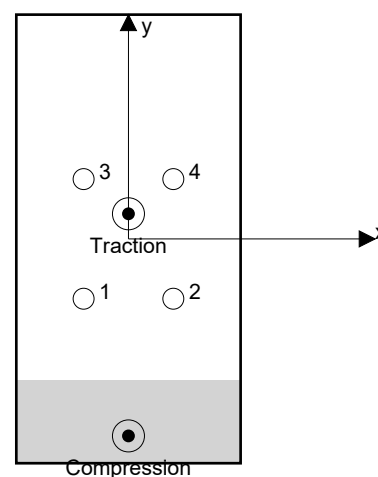
## 2 Cas de charges/Charges résultantes sur les chevilles

### Réactions des chevilles [daN]

Traction: (+Traction, -Compression)

Cheville	Traction	Cisaillement	Cisaillement x	Cisaillement y
1	15,8	1 771,9	1 200,0	-1 303,8
2	15,8	1 298,6	1 200,0	496,2
3	38,6	1 771,9	-1 200,0	-1 303,8
4	38,6	1 298,6	-1 200,0	496,2

Max. concrete compressive strain: 0,01 [‰]  
Max. concrete compressive stress: 0,26 [N/mm<sup>2</sup>]  
Resulting tension force in (x/y)=(0,0/16,8): 108,7 [daN]  
Resulting compression force in (x/y)=(0,0/-131,7): 108,7 [daN]



Les forces sur les chevilles sont calculées avec l'hypothèse d'une platine rigide.



www.hilti.fr

Société:		Page:	3
Adresse:		Prescripteur:	
Tel   Fax:		E-mail:	
Design:	Général - 12 oct. 2024	Date:	12/10/2024
Sous projet   Pos. N°:			

### 3 Traction (EN 1992-4, § 7.2.1)

	Charge [daN]	Capacité [daN]	Utilisation $\beta_N$ [%]	Statut
Rupture acier*	38,6	3 666,7	2	OK
Rupture par extraction/glisement*	38,6	3 200,0	2	OK
Rupture par cône de béton**	108,7	2 079,6	6	OK
Rupture par fendage**	NA	NA	NA	NA

\* cheville la plus défavorable \*\* groupe de chevilles (chevilles en traction)

#### 3.1 Rupture acier

$$N_{Ed} \leq N_{Rd,s} = \frac{N_{Rk,s}}{\gamma_{Ms}} \quad \text{EN 1992-4, Tableau 7.1}$$

$N_{Rk,s}$ [daN]	$\gamma_{Ms}$	$N_{Rd,s}$ [daN]	$N_{Ed}$ [daN]
5 500,0	1,500	3 666,7	38,6

#### 3.2 Rupture par extraction/glisement

$$N_{Ed} \leq N_{Rd,p} = \frac{\psi_c \cdot N_{Rk,p}}{\gamma_{Mp}} \quad \text{EN 1992-4, Tableau 7.1}$$

$N_{Rk,p}$ [daN]	$\psi_c$	$\gamma_{Mp}$	$N_{Rd,p}$ [daN]	$N_{Ed}$ [daN]
4 800,0	1,000	1,500	3 200,0	38,6

www.hilti.fr

Société:

Adresse:

Tel | Fax:

Design:

Sous projet | Pos. N°:

|  
Général - 12 oct. 2024

Page:

Prescripteur:

E-mail:

Date:

4

12/10/2024

### 3.3 Rupture par cône de béton

$$N_{Ed} \leq N_{Rd,c} = \frac{N_{Rk,c}}{\gamma_{Mc}} \quad \text{EN 1992-4, Tableau 7.1}$$

$$N_{Rk,c} = N_{Rk,c}^0 \cdot \frac{A_{c,N}}{A_{c,N}^0} \cdot \psi_{s,N} \cdot \psi_{re,N} \cdot \psi_{ec1,N} \cdot \psi_{ec2,N} \cdot \psi_{M,N} \quad \text{EN 1992-4, Éq. (7.1)}$$

$$N_{Rk,c}^0 = k_1 \cdot \sqrt{f_{ck}} \cdot h_{ef}^{1,5} \quad \text{EN 1992-4, Éq. (7.2)}$$

$$A_{c,N}^0 = s_{cr,N} \cdot s_{cr,N} \quad \text{EN 1992-4, Éq. (7.3)}$$

$$\psi_{s,N} = 0,7 + 0,3 \cdot \frac{c}{c_{cr,N}} \leq 1,00 \quad \text{EN 1992-4, Éq. (7.4)}$$

$$\psi_{ec1,N} = \frac{1}{1 + \left( \frac{2 \cdot e_{N,1}}{s_{cr,N}} \right)} \leq 1,00 \quad \text{EN 1992-4, Éq. (7.6)}$$

$$\psi_{ec2,N} = \frac{1}{1 + \left( \frac{2 \cdot e_{N,2}}{s_{cr,N}} \right)} \leq 1,00 \quad \text{EN 1992-4, Éq. (7.6)}$$

$$\psi_{M,N} = 1 \quad \text{EN 1992-4, Éq. (7.7)}$$

$A_{c,N} [\text{mm}^2]$	$A_{c,N}^0 [\text{mm}^2]$	$c_{cr,N} [\text{mm}]$	$s_{cr,N} [\text{mm}]$	$f_{c,cyl} [\text{N/mm}^2]$		
68 544	36 864	96,0	192,0	25,00		
$e_{c1,N} [\text{mm}]$	$\psi_{ec1,N}$	$e_{c2,N} [\text{mm}]$	$\psi_{ec2,N}$	$\psi_{s,N}$	$\psi_{re,N}$	$z [\text{mm}]$
0,0	1,000	16,8	0,851	1,000	1,000	148,5
$\psi_{M,N}$	$k_1$	$N_{Rk,c}^0 [\text{daN}]$	$\gamma_{Mc}$	$N_{Rd,c} [\text{daN}]$	$N_{Ed} [\text{daN}]$	
1,000	7,700	1 971,2	1,500	2 079,6	108,7	

Groupe ID cheville

1-4

www.hilti.fr

Société:		Page:	5
Adresse:		Prescripteur:	
Tel   Fax:		E-mail:	
Design:	Général - 12 oct. 2024	Date:	12/10/2024
Sous projet   Pos. N°:			

## 4 Cisaillement (EN 1992-4, § 7.2.2)

	Charge [daN]	Capacité [daN]	Utilisation $\beta_v$ [%]	Statut
Rupture acier (sans bras de levier)*	1 771,9	2 160,0	83	OK
Rupture acier (avec bras de levier)*	NA	NA	NA	NA
Rupture par effet de levier*	1 771,9	1 783,7	100	OK
Rupture béton en bord de dalle en direction **	NA	NA	NA	NA

\* cheville la plus défavorable \*\* groupe de chevilles (chevilles pertinentes)

### 4.1 Rupture acier (sans bras de levier)

$$V_{Ed} \leq V_{Rd,s} = \frac{V_{Rk,s}}{\gamma_{Ms}} \quad \text{EN 1992-4, Tableau 7.2}$$

$$V_{Rk,s} = k_7 \cdot V_{Rk,s}^0 \quad \text{EN 1992-4, Éq. (7.35)}$$

$V_{Rk,s}^0$ [daN]	$k_7$	$V_{Rk,s}$ [daN]	$\gamma_{Ms}$	$V_{Rd,s}$ [daN]	$V_{Ed}$ [daN]
2 700,0	1,000	2 700,0	1,250	2 160,0	1 771,9

### 4.2 Rupture par effet de levier

$$V_{Ed} \leq V_{Rd,cp} = \frac{V_{Rk,cp}}{\gamma_{Mc,p}} \quad \text{EN 1992-4, Tableau 7.2}$$

$$V_{Rk,cp} = k_8 \cdot N_{Rk,c} \quad \text{EN 1992-4, Éq. (7.39a)}$$

$$N_{Rk,c} = N_{Rk,c}^0 \cdot \frac{A_{c,N}}{A_{c,N}^0} \cdot \psi_{s,N} \cdot \psi_{re,N} \cdot \psi_{ec1,N} \cdot \psi_{ec2,N} \cdot \psi_{M,N} \quad \text{EN 1992-4, Éq. (7.1)}$$

$$N_{Rk,c}^0 = k_1 \cdot \sqrt{f_{ck}} \cdot h_{ef}^{1,5} \quad \text{EN 1992-4, Éq. (7.2)}$$

$$A_{c,N}^0 = s_{cr,N} \cdot s_{cr,N} \quad \text{EN 1992-4, Éq. (7.3)}$$

$$\psi_{s,N} = 0,7 + 0,3 \cdot \frac{c}{c_{cr,N}} \leq 1,00 \quad \text{EN 1992-4, Éq. (7.4)}$$

$$\psi_{ec1,N} = \frac{1}{1 + \left( \frac{2 \cdot e_{v,1}}{s_{cr,N}} \right)} \leq 1,00 \quad \text{EN 1992-4, Éq. (7.6)}$$

$$\psi_{ec2,N} = \frac{1}{1 + \left( \frac{2 \cdot e_{v,2}}{s_{cr,N}} \right)} \leq 1,00 \quad \text{EN 1992-4, Éq. (7.6)}$$

$$\psi_{M,N} = 1 \quad \text{EN 1992-4, Éq. (7.7)}$$

A <sub>c,N</sub> [mm <sup>2</sup> ]	A <sub>c,N</sub> <sup>0</sup> [mm <sup>2</sup> ]	c <sub>cr,N</sub> [mm]	s <sub>cr,N</sub> [mm]	k <sub>8</sub>	f <sub>c,cyl</sub> [N/mm <sup>2</sup> ]	
17 136	36 864	96,0	192,0	2,920	25,00	
e <sub>c1,V</sub> [mm]	ψ <sub>ec1,N</sub>	e <sub>c2,V</sub> [mm]	ψ <sub>ec2,N</sub>	ψ <sub>s,N</sub>	ψ <sub>re,N</sub>	ψ <sub>M,N</sub>
0,0	1,000	0,0	1,000	1,000	1,000	1,000
k <sub>1</sub>	N <sub>Rk,c</sub> <sup>0</sup> [daN]	γ <sub>Mc,p</sub>	V <sub>Rd,cp</sub> [daN]	V <sub>Ed</sub> [daN]		
7,700	1 971.2	1.500	1 783.7	1 771.9		

Groupe ID cheville

3

www.hilti.fr

Société:		Page:	6
Adresse:		Prescripteur:	
Tel I Fax:		E-mail:	
Design:	Général - 12 oct. 2024	Date:	12/10/2024
Sous projet I Pos. N°:			

## 5 Charges combinées traction et cisaillement (EN 1992-4, Paragraphe 7.2.3)

Rupture acier

$\beta_N$	$\beta_V$	$\alpha$	Utilisation $\beta_{N,V}$ [%]	Statut
0,011	0,820	2,000	68	OK

$$\beta_N^\alpha + \beta_V^\alpha \leq 1,0$$

Rupture béton

$\beta_N$	$\beta_V$	$\alpha$	Utilisation $\beta_{N,V}$ [%]	Statut
0,052	0,993	1,000	88	OK

$$(\beta_N + \beta_V) / 1.2 \leq 1,0$$

## 6 Déplacements (cheville la plus défavorable)

Charge à court terme:

$N_{Sk}$	=	11,7 [daN]	$\delta_N$	=	- [mm]
$V_{Sk}$	=	1 312,5 [daN]	$\delta_V$	=	0,6563 [mm]
			$\delta_{NV}$	=	- [mm]

Charge à long terme

$N_{Sk}$	=	11,7 [daN]	$\delta_N$	=	- [mm]
$V_{Sk}$	=	1 312,5 [daN]	$\delta_V$	=	1,0500 [mm]
			$\delta_{NV}$	=	- [mm]

Commentaires: Les déplacements en traction sont valides avec la moitié des couples de serrage requis pour Béton non fissuré Béton ! Les déplacements en cisaillement sont valides sans friction entre le béton et la platine ! L'espace entre le trou foré et le trou de passage n'est pas inclus dans ce calcul!

Les déplacements acceptables dépendent de la construction fixée et doivent être définis par le concepteur !

## 7 Avertissements

- La redistribution des charges sur les chevilles suite à la déformation élastique de la platine n'est pas prise en compte. La platine est supposée suffisamment rigide pour ne pas se déformer lorsqu'elle mise en charge.
- La vérification du transfert de charges dans le support est nécessaire selon EN 1992-4, Annexe A !
- Le calcul n'est valide que si le diamètre du trou de passage n'est pas supérieur aux valeurs données dans le tableau 6.1 de EN 1992-4 ! Pour des diamètres de trou de passage plus importants, voir le §6.2.2 de EN 1992-4 !
- La liste d'accessoires donnée dans cette note de calcul est pour information uniquement. Dans tous les cas, les instructions de pose fournies avec le produit doivent être respectées pour assurer une installation correcte.
- Pour la détermination de  $\psi_{re,V}$  (rupture béton en bord de dalle), l'enrobage minimal défini dans les paramètres de calcul est utilisé comme enrobage de béton du renforcement de bord.
- Le transfert de charge du renforcement supplémentaire vers le membre structurel doit être vérifié par l'ingénieur structure responsable.
- Avec un renforcement supplémentaire et des chevilles post installées, veuillez vous assurer que sur le chantier, les fers HA ne sont pas atteints par des forages.
- Les adhérences caractéristiques dépendent de la période de retour (durée de vie en années): 100



[www.hilti.fr](http://www.hilti.fr)

Société:		Page:	7
Adresse:		Prescripteur:	
Tel   Fax:		E-mail:	
Design:	Général - 12 oct. 2024	Date:	12/10/2024
Sous projet   Pos. N°:			

---

**La fixation remplit les critères de conception !**



## 8 Données de pose

Cornière d'épaulement:  $L_1 \times L_2 \times t_{L1} \times t_{L2} \times l = 20,0 \text{ mm} \times 300,0 \text{ mm} \times 10,0 \text{ mm} \times 10,0 \text{ mm} \times 150,0 \text{ mm}$ ; Acier: S 275;  $E = 210\,000,00 \text{ N/mm}^2$ ;  $f_{yk} = 275,00 \text{ N/mm}^2$

Diamètre du trou de passage (pose avant la pièce à fixer) :  $d_f = 14,0 \text{ mm}$

Diamètre du trou de passage (pose au travers) :  $d_f = 16,0 \text{ mm}$

Epaisseur de platine (entrée): 10,0 mm

Epaisseur de platine recommandée: non calculé

Méthode de perçage: Perçage au perforateur

Nettoyage: Aucun nettoyage de trou requis.

Type et diamètre de la cheville: HIT-HY 200-R V3 100 années + HIT-Z M12

Code d'article: 2018411 HIT-Z M12x105 (accessoire de pose) / 2262134 HIT-HY 200-R V3 (Scellement chimique)

Couple de pose maximum: 40 Nm

Diamètre du trou dans le matériau de base: 14,0 mm

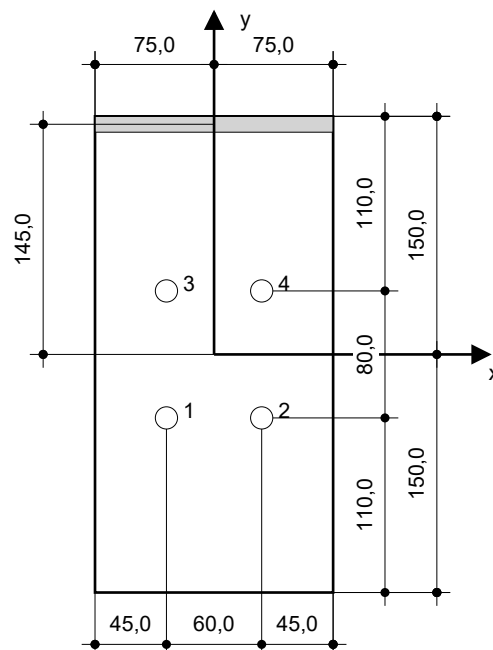
Profondeur du trou dans le matériau de base: 94,0 mm

Epaisseur minimum du matériau de base: 124,0 mm

Hilti SAFEset HIT-Z DIN EN ISO 4042 Cheville with HIT-HY 200-R V3 Résine with 64 mm embedment hef, M12, Acier électrozingué, Perçage avec perforateur installation per ETA 19/0632

### 8.1 Accessoires recommandés

Perçage	Nettoyage	Pose
<ul style="list-style-type: none"> <li>Perçage en rotation uniquement préférable</li> <li>Mèche</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Pas d'accessoires nécessaires</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Pince avec porte cartouche et buse</li> <li>Clé dynamométrique</li> </ul>



#### Coordonnées des chevilles [mm]

Cheville	x	y	c <sub>-x</sub>	c <sub>+x</sub>	c <sub>-y</sub>	c <sub>+y</sub>
1	-30,0	-40,0	-	-	-	-
2	30,0	-40,0	-	-	-	-
3	-30,0	40,0	-	-	-	-
4	30,0	40,0	-	-	-	-

**www.hilti.fr**

Société:		Page:	9
Adresse:		Prescripteur:	
Tel   Fax:		E-mail:	
Design:	Général - 12 oct. 2024	Date:	12/10/2024
Sous projet   Pos. N°:			

## 9 Remarques, commentaires

- Toutes les informations et toutes les données contenues dans le Logiciel ne concernent que l'utilisation des produits Hilti et sont basées sur des principes, des formules et des réglementations de sécurité conformes aux consignes techniques d'Hilti et sur des instructions d'opération, de montage, d'assemblage, etc., que l'utilisateur doit suivre à la lettre. Tous les chiffres qui y figurent sont des moyennes ; en conséquence, des tests d'utilisation spécifiques doivent être conduits avant l'utilisation du produit Hilti applicable. Les résultats des calculs exécutés au moyen du Logiciel reposent essentiellement sur les données que vous y saisissez. En conséquence, vous êtes seul responsable de l'absence d'erreurs, de l'exhaustivité et de la pertinence des données saisies par vos soins. En outre, vous êtes seul responsable de la vérification des résultats du calcul et de leur validation par un expert, particulièrement en ce qui concerne le respect des normes et permis applicables avant leur utilisation pour votre site en particulier. Le Logiciel ne sert que d'aide à l'interprétation des normes et des permis sans aucune garantie concernant l'absence d'erreurs, l'exactitude et la pertinence des résultats ou leur adaptation à une application spécifique.
- Vous devrez prendre toutes les mesures nécessaires et raisonnables pour empêcher ou limiter les dommages causés par le Logiciel. Plus particulièrement, vous devez prendre vos dispositions pour effectuer régulièrement une sauvegarde des programmes et des données et, si applicable, exécuter les mises à jour régulièrement fournies par Hilti. Si vous n'utilisez pas la fonction AutoUpdate du Logiciel, vous devez vous assurer que vous utilisez dans chaque cas la version actuelle et à jour du Logiciel, en exécutant des mises à jour manuelles via le Site Web Hilti. Hilti ne sera tenu responsable d'aucune conséquence, telle que la nécessité de récupérer des besoins ou programmes perdus ou endommagés, découlant d'un manquement coupable de votre part à vos obligations.