

www.hilti.fr

Société:
Adresse:
Tel | Fax:
Design: | Garde-corps - 29 nov. 2022
Sous projet | Pos. N°:

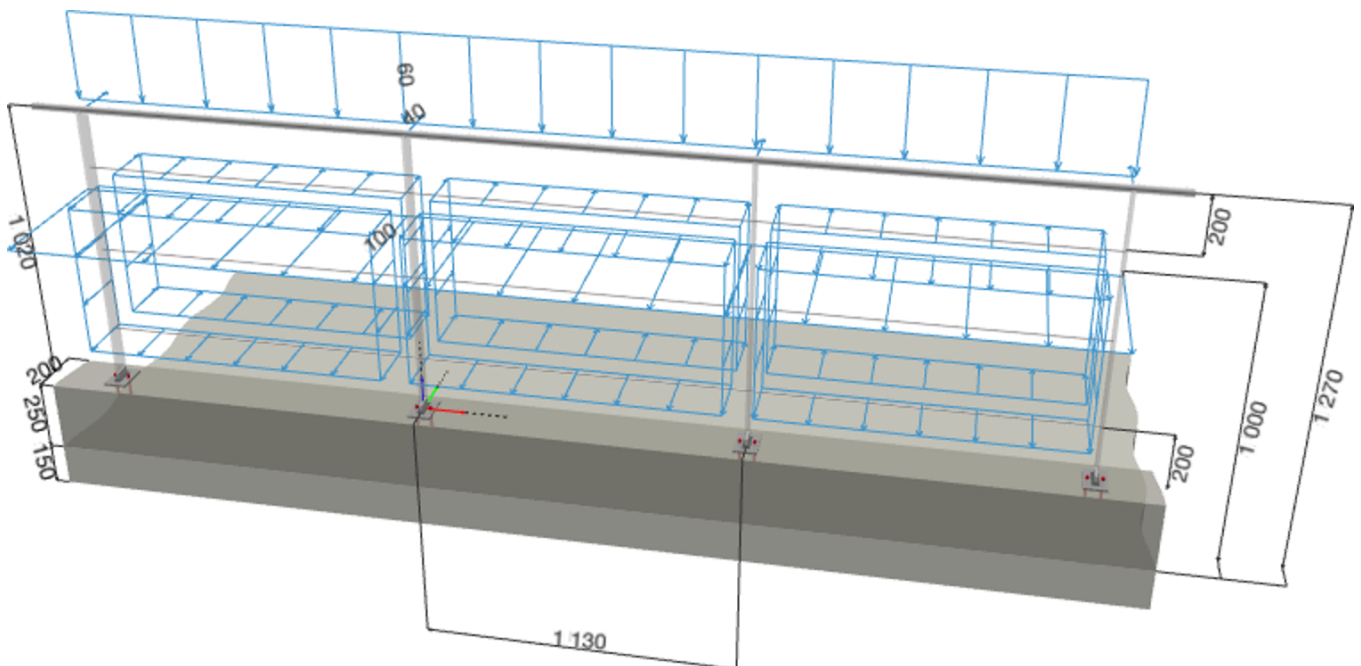
Page: 1
Prescripteur:
E-mail:
Date: 29/11/2022

Commentaires du spécificateur:

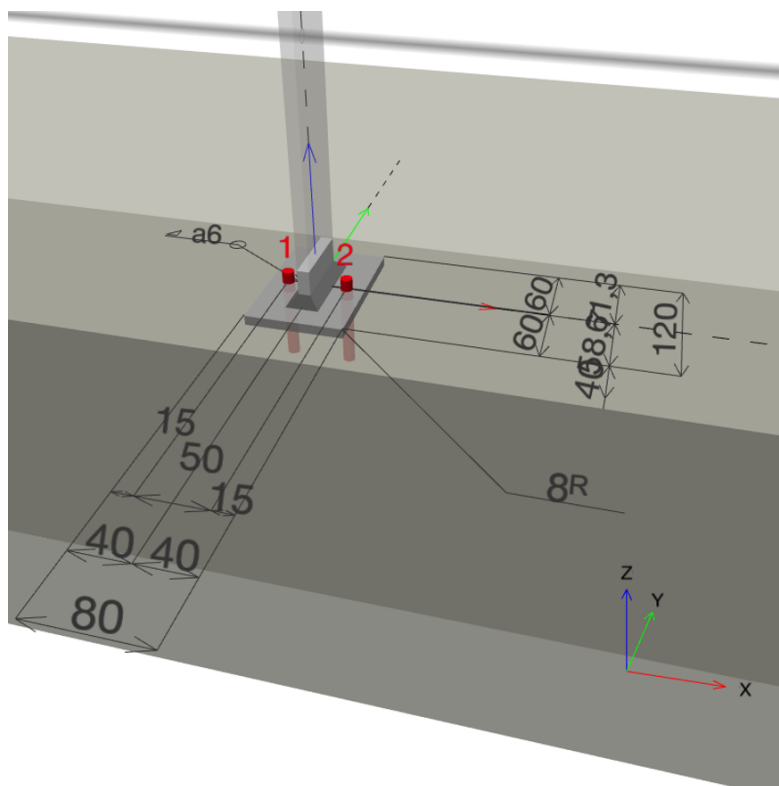
1 Géométrie et Application

Construction du garde-corps

Position du garde-corps	acrotère avec platine à la française
Catégorie de charge	charges pour bâtiments publics.
Système	système statique à plusieurs travées
Environnement	Extérieur/Influence de l'humidité
Distance entre montants	1 130,0 [mm]
Hauteur de garde-corps	1 270,0 [mm] Attention : vous devez vérifier que cette valeur est conforme aux réglementations en vigueur dans votre pays.
Profil du poteau	Barre plate, FL 60x10
Profil de la main courante	Tube, RO 26.9x2 (EN 10219-2)



2 Détails de la fixation du garde-corps



Pour le calcul ci-dessous, les documents de référence sont:

- Charges au vent EN 1991-1-4
- EN 1990: bases de calcul et actions sur les structures et EN 1991-1-1 : Poids volumiques, poids propres, charges d'exploitation des bâtiments
- Guide allemand pour les constructions métalliques, Bundesverband Metall
- Guide ETB - Constructions sûres contre les chutes

De plus, il faut prendre en considération

- Le calcul de l'élément de garde-corps est réalisée conformément à l'EN 1993.
- Le calcul a été effectué pour tous les montants. PROFIS Engineering détaille les résultats du cas le plus défavorable uniquement.
- L'utilisateur est responsable de la vérification du dimensionnement y compris des combinaisons de charges.

www.hilti.fr

Société:		Page:	3
Adresse:		Prescripteur:	
Tel Fax:		E-mail:	
Design:	Garde-corps - 29 nov. 2022	Date:	29/11/2022
Sous projet Pos. N°:			

3 Charges

3.1 charge permanente

Charges verticales permanentes $g = 60,00$ [daN/m]
 (montants, main courante, remplissage,
 ...)

3.2 Charges du garde-corps (NF P06-111-2)

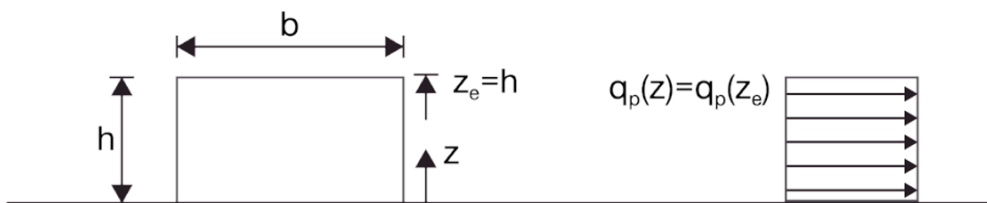
Hauteur du point d'application des charges horizontales linéaires, intérieur $h_{h,i} = 1\,270,0$ [mm]
 Charges horizontales linéaires, extérieur $q_{h,o} = 100,00$ [daN/m]
 Hauteur du point d'application des charges horizontales linéaires, extérieur $h_{h,o} = 1\,000,0$ [mm]
 Charges horizontales ponctuelles, intérieur $P_{h,i} = 40,0$ [daN]
 Hauteur des charges ponctuelles horizontales, vers l'intérieur $h_i = 1\,270,0$ [mm]
 Hauteur des charges ponctuelles horizontales, vers l'extérieur $h_o = 1\,270,0$ [mm]

3.3 Données relatives au charges au vent et remplissage

3.3.1 Charges au vent (EN 1991-1-4, NAD-FR)

Longueur du bâtiment $25,00$ [m]
 Largeur du bâtiment $7,00$ [m]
 Hauteur du bâtiment depuis le sol $10,00$ [m]
 Hauteur du garde-corps par rapport au sol $5,00$ [m]
 Mur isolé non

Pays (région), norme déterminante: France, EN 1991-1-4, NAD-FR
 Poussée du vent / soulèvement par le vent caractéristique: $w_{e,+(-)}(z_e) = q_p(z_e) \cdot c_{pe1,+(-)}$
 Zones de charges de vent: 2
 Vitesse du vent v_b : $24,0$ [m/s]
 Catégorie du terrain: IIIb
 z_0 : $0,50$ [m]
 z_{min} : $9,00$ [m]
 Orographie: NotRelevant
 Pression dynamique maximale du vent:
 $q_p(z) = [1 + (7 \cdot I_v(z))] \cdot \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v_m^2(z)$
 $v_m(z) = c_f(z) \cdot c_0(z) \cdot v_b$
 $I_v(z) = \frac{k_1}{c_0(z) \cdot \ln\left(\frac{z}{z_0}\right)}$



www.hilti.fr

Société:		Page:	4
Adresse:		Prescripteur:	
Tel Fax:		E-mail:	
Design:	Garde-corps - 29 nov. 2022	Date:	29/11/2022
Sous projet Pos. N°:			

Pression dynamique / soulèvement & coefficients de pression extérieure

Surface	$c_{pe,+}$	$c_{pe,-}$	q_p [kN/m ²]	w_+ [kN/m ²]	w_- [kN/m ²]
A	1,000	-1,400	0,50	0,50	-0,70

3.3.2 Données du remplissage

Hauteur du remplissage	620,0 [mm]
Largeur du remplissage	1 130,0 [mm]
Taux de remplissage	100 [%]

www.hilti.fr

 Société:
 Adresse:
 Tel | Fax: |
 Design: Garde-corps - 29 nov. 2022
 Sous projet | Pos. N°:

 Page: 5
 Prescripteur:
 E-mail:
 Date: 29/11/2022

4 Combinaison de charges

4.1 État-limite ultime (ELU)

Cas de charges	Direction	Charges	Charge, combinaison et facteur de sécurité
1.1 -i/-o	int + ext	Poids mort + horizontal	$\gamma_{g,sup} \cdot g + \gamma_{q,h} \cdot q_h$
1.2 -i/-o	int + ext	Poids mort + horizontal	$\gamma_{g,inf} \cdot g + \gamma_{q,h} \cdot q_h$
2.1 -i/-o	int + ext	Poids mort + horizontal + vertical	$\gamma_{g,sup} \cdot g + \gamma_{q,h} \cdot q_h + \gamma_{q,v} \cdot q_v$
2.2 -i/-o	int + ext	Poids mort + horizontal + vertical	$\gamma_{g,inf} \cdot g + \gamma_{q,h} \cdot q_h + \gamma_{q,v} \cdot q_v$
3.1 -i/-o	int + ext	Poids mort + Vent	$\gamma_{g,sup} \cdot g + \gamma_w \cdot w$
3.2 -i/-o	int + ext	Poids mort + Vent	$\gamma_{g,inf} \cdot g + \gamma_w \cdot w$
4.1.1 -i/-o	int + ext	Poids mort + horizontal + Vent	$\gamma_{g,sup} \cdot g + \gamma_{q,h} \cdot q_h + \psi_{0,w} \cdot \gamma_w \cdot w$
4.1.2 -i/-o	int + ext	Poids mort + horizontal + Vent	$\gamma_{g,sup} \cdot g + \psi_{0,h} \cdot \gamma_{q,h} \cdot q_h + \gamma_w \cdot w$
4.2.1 -i/-o	int + ext	Poids mort + horizontal + Vent	$\gamma_{g,inf} \cdot g + \gamma_{q,h} \cdot q_h + \psi_{0,w} \cdot \gamma_w \cdot w$
4.2.2 -i/-o	int + ext	Poids mort + horizontal + Vent	$\gamma_{g,inf} \cdot g + \psi_{0,h} \cdot \gamma_{q,h} \cdot q_h + \gamma_w \cdot w$
5.1.1 -i/-o	int + ext	Poids mort + horizontal + vertical + Vent	$\gamma_{g,sup} \cdot g + \gamma_{q,h} \cdot q_h + \psi_{0,v} \cdot \gamma_{q,v} \cdot q_v + \psi_{0,w} \cdot \gamma_w \cdot w$
5.1.2 -i/-o	int + ext	Poids mort + horizontal + vertical + Vent	$\gamma_{g,sup} \cdot g + \psi_{0,h} \cdot \gamma_{q,h} \cdot q_h + \psi_{0,v} \cdot \gamma_{q,v} \cdot q_v + \gamma_w \cdot w$
5.1.3 -i/-o	int + ext	Poids mort + horizontal + vertical + Vent	$\gamma_{g,sup} \cdot g + \psi_{0,h} \cdot \gamma_{q,h} \cdot q_h + \gamma_{q,v} \cdot q_v + \psi_{0,w} \cdot \gamma_w \cdot w$
5.2.1 -i/-o	int + ext	Poids mort + horizontal + vertical + Vent	$\gamma_{g,inf} \cdot g + \gamma_{q,h} \cdot q_h + \psi_{0,v} \cdot \gamma_{q,v} \cdot q_v + \psi_{0,w} \cdot \gamma_w \cdot w$
5.2.2 -i/-o	int + ext	Poids mort + horizontal + vertical + Vent	$\gamma_{g,inf} \cdot g + \psi_{0,h} \cdot \gamma_{q,h} \cdot q_h + \psi_{0,v} \cdot \gamma_{q,v} \cdot q_v + \gamma_w \cdot w$
5.2.3 -i/-o	int + ext	Poids mort + horizontal + vertical + Vent	$\gamma_{g,inf} \cdot g + \psi_{0,h} \cdot \gamma_{q,h} \cdot q_h + \gamma_{q,v} \cdot q_v + \psi_{0,w} \cdot \gamma_w \cdot w$
5.3.1 -i/-o	int + ext	Poids mort	$\gamma_{g,sup} \cdot g$
6.1		Poids mort + vertical	$\gamma_{g,sup} \cdot g + \gamma_{q,v} \cdot q_v$
6.2		Poids mort + vertical	$\gamma_{g,inf} \cdot g + \gamma_{q,v} \cdot q_v$

4.2 État-limite de service (ELS)

Cas de charges	Direction	Charges	Charge, combinaison et facteur de sécurité
SLS	Sortie	Poids mort + horizontal + vertical + Vent	$1,0 \cdot g + 1,0 \cdot q_h + \psi_{0,v} \cdot 1,0 \cdot q_v + \psi_{0,w} \cdot 0 \cdot w$

4.3 Facteurs de sécurité et de combinaison

Charges permanentes:	$\gamma_{g,sup}$	= 1,350
	$\gamma_{g,inf}$	= 1,000
Charges variables horizontales:	$\gamma_{q,h}$	= 1,500
	$\psi_{0,h}$	= 0,700
Charges variables verticales:	$\gamma_{q,v}$	= 1,500
	$\psi_{0,v}$	= 0,700
Charges au vent:	γ_w	= 1,500
	$\psi_{0,w}$	= 0,600

www.hilti.fr

 Société:
 Adresse:
 Tel | Fax:
 Design: | Garde-corps - 29 nov. 2022
 Sous projet | Pos. N°:

 Page: 7
 Prescripteur:
 E-mail:
 Date: 29/11/2022

6 Résultats de conception

6.1 Aperçu

	Cas de charge prépondérant	Taux de travail max. connect.	Status
Calcul des chevilles	5.2.1-o	96	OK
Calcul de la main courante	5.1.1-o	81	OK
Calcul des montants du garde-corps	5.1.1-o	97	OK
Flèche	SLS	51	OK

6.2 Vérifications des chevilles


Combinaison de charges (charges agissant sur la platine au centre de gravité du profil)

Combinaison de charges	Forces [daN] / Moment [daNm]						Util. max. Cheville [%]
1.1-i	$V_x = 0,0;$	$V_y = 60,0;$	$N = -109,8;$	$M_x = -60,7;$	$M_y = 0,0;$	$M_z = 0,0$	35
1.2-i	$V_x = 0,0;$	$V_y = 60,0;$	$N = -81,4;$	$M_x = -60,7;$	$M_y = 0,0;$	$M_z = 0,0$	35
2.1-i	$V_x = 0,0;$	$V_y = 60,0;$	$N = -109,8;$	$M_x = -60,7;$	$M_y = 0,0;$	$M_z = 0,0$	35
2.2-i	$V_x = 0,0;$	$V_y = 60,0;$	$N = -81,4;$	$M_x = -60,7;$	$M_y = 0,0;$	$M_z = 0,0$	35
3.1-i	$V_x = 0,0;$	$V_y = 52,3;$	$N = -109,8;$	$M_x = -26,3;$	$M_y = 0,0;$	$M_z = 0,0$	13
3.2-i	$V_x = 0,0;$	$V_y = 52,3;$	$N = -81,4;$	$M_x = -26,3;$	$M_y = 0,0;$	$M_z = 0,0$	14
4.1.1-i	$V_x = 0,0;$	$V_y = 91,4;$	$N = -109,8;$	$M_x = -76,5;$	$M_y = 0,0;$	$M_z = 0,0$	44
4.1.2-i	$V_x = 0,0;$	$V_y = 94,3;$	$N = -109,8;$	$M_x = -68,8;$	$M_y = 0,0;$	$M_z = 0,0$	39
4.2.1-i	$V_x = 0,0;$	$V_y = 91,4;$	$N = -81,4;$	$M_x = -76,5;$	$M_y = 0,0;$	$M_z = 0,0$	45
4.2.2-i	$V_x = 0,0;$	$V_y = 94,3;$	$N = -81,4;$	$M_x = -68,8;$	$M_y = 0,0;$	$M_z = 0,0$	40
5.1.1-i	$V_x = 0,0;$	$V_y = 91,4;$	$N = -109,8;$	$M_x = -76,5;$	$M_y = 0,0;$	$M_z = 0,0$	44
5.1.2-i	$V_x = 0,0;$	$V_y = 94,3;$	$N = -109,8;$	$M_x = -68,8;$	$M_y = 0,0;$	$M_z = 0,0$	39
5.1.3-i	$V_x = 0,0;$	$V_y = 73,4;$	$N = -109,8;$	$M_x = -58,3;$	$M_y = 0,0;$	$M_z = 0,0$	33
5.2.1-i	$V_x = 0,0;$	$V_y = 91,4;$	$N = -81,4;$	$M_x = -76,5;$	$M_y = 0,0;$	$M_z = 0,0$	45
5.2.2-i	$V_x = 0,0;$	$V_y = 94,3;$	$N = -81,4;$	$M_x = -68,8;$	$M_y = 0,0;$	$M_z = 0,0$	40
5.2.3-i	$V_x = 0,0;$	$V_y = 73,4;$	$N = -81,4;$	$M_x = -58,3;$	$M_y = 0,0;$	$M_z = 0,0$	34
5.3.1-i	$V_x = 0,0;$	$V_y = 0,0;$	$N = -109,8;$	$M_x = 0,0;$	$M_y = 0,0;$	$M_z = 0,0$	-
1.1-o	$V_x = 0,0;$	$V_y = -183,1;$	$N = -109,8;$	$M_x = 135,9;$	$M_y = 0,0;$	$M_z = 0,0$	81
1.2-o	$V_x = 0,0;$	$V_y = -183,1;$	$N = -81,4;$	$M_x = 135,9;$	$M_y = 0,0;$	$M_z = 0,0$	82
2.1-o	$V_x = 0,0;$	$V_y = -183,1;$	$N = -109,8;$	$M_x = 135,9;$	$M_y = 0,0;$	$M_z = 0,0$	81
2.2-o	$V_x = 0,0;$	$V_y = -183,1;$	$N = -81,4;$	$M_x = 135,9;$	$M_y = 0,0;$	$M_z = 0,0$	82
3.1-o	$V_x = 0,0;$	$V_y = -73,3;$	$N = -109,8;$	$M_x = 36,8;$	$M_y = 0,0;$	$M_z = 0,0$	20
3.2-o	$V_x = 0,0;$	$V_y = -73,3;$	$N = -81,4;$	$M_x = 36,8;$	$M_y = 0,0;$	$M_z = 0,0$	21
4.1.1-o	$V_x = 0,0;$	$V_y = -227,1;$	$N = -109,8;$	$M_x = 157,9;$	$M_y = 0,0;$	$M_z = 0,0$	95
4.1.2-o	$V_x = 0,0;$	$V_y = -201,4;$	$N = -109,8;$	$M_x = 131,9;$	$M_y = 0,0;$	$M_z = 0,0$	79
4.2.1-o	$V_x = 0,0;$	$V_y = -227,1;$	$N = -81,4;$	$M_x = 157,9;$	$M_y = 0,0;$	$M_z = 0,0$	96
4.2.2-o	$V_x = 0,0;$	$V_y = -201,4;$	$N = -81,4;$	$M_x = 131,9;$	$M_y = 0,0;$	$M_z = 0,0$	80
5.1.1-o	$V_x = 0,0;$	$V_y = -227,1;$	$N = -109,8;$	$M_x = 157,9;$	$M_y = 0,0;$	$M_z = 0,0$	95
5.1.2-o	$V_x = 0,0;$	$V_y = -201,4;$	$N = -109,8;$	$M_x = 131,9;$	$M_y = 0,0;$	$M_z = 0,0$	79
5.1.3-o	$V_x = 0,0;$	$V_y = -172,1;$	$N = -109,8;$	$M_x = 117,2;$	$M_y = 0,0;$	$M_z = 0,0$	70
5.2.1-o	$V_x = 0,0;$	$V_y = -227,1;$	$N = -81,4;$	$M_x = 157,9;$	$M_y = 0,0;$	$M_z = 0,0$	96
5.2.2-o	$V_x = 0,0;$	$V_y = -201,4;$	$N = -81,4;$	$M_x = 131,9;$	$M_y = 0,0;$	$M_z = 0,0$	80
5.2.3-o	$V_x = 0,0;$	$V_y = -172,1;$	$N = -81,4;$	$M_x = 117,2;$	$M_y = 0,0;$	$M_z = 0,0$	70
5.3.1-o	$V_x = 0,0;$	$V_y = 0,0;$	$N = -109,8;$	$M_x = 0,0;$	$M_y = 0,0;$	$M_z = 0,0$	-
6.1	$V_x = 0,0;$	$V_y = 0,0;$	$N = -109,8;$	$M_x = 0,0;$	$M_y = 0,0;$	$M_z = 0,0$	-
6.2	$V_x = 0,0;$	$V_y = 0,0;$	$N = -81,4;$	$M_x = 0,0;$	$M_y = 0,0;$	$M_z = 0,0$	-

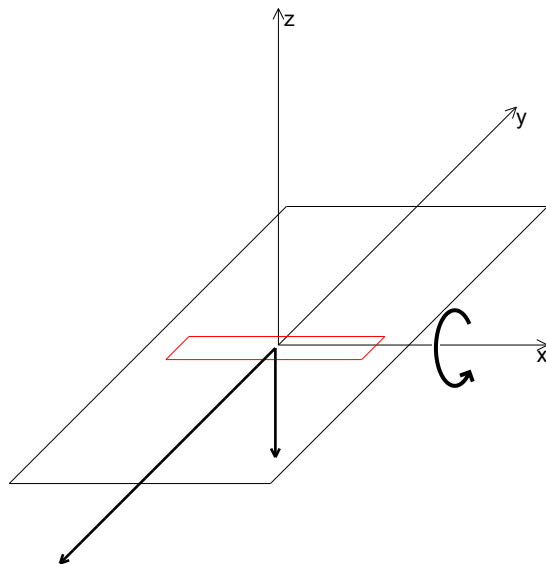
www.hilti.fr

Société:		Page:	8
Adresse:		Prescripteur:	
Tel Fax:		E-mail:	
Design:	Garde-corps - 29 nov. 2022	Date:	29/11/2022
Sous projet Pos. N°:			

6.2.1 Données d'entrée

Type et diamètre de la cheville:	HST3-R M10 hef2	
Période de retour (durée de vie en années):	50	
Code d'article:	2105864 HST3-R M10x90 30/10	
Profondeur d'implantation effective:	$h_{ef,opti} = 60,0 \text{ mm}$ ($h_{ef,limit} = 100,0 \text{ mm}$), $h_{nom} = 68,0 \text{ mm}$	
Matériau:	A4	
Homologation:	ETA 98/0001	
Délivré Validité:	04/05/2021 -	
Méthode de calcul:	Méthode de calcul EN 1992-4, Mécanique	
Montage avec écartement:	$e_b = 0,0 \text{ mm}$ (sans écartement); $t = 8,0 \text{ mm}$	
Platine ^R :	$l_x \times l_y \times t = 80,0 \text{ mm} \times 120,0 \text{ mm} \times 8,0 \text{ mm}$; (Epaisseur de platine recommandée: non calculé)	
Profil:	Barre plate, FL 60x10; (L x W x T) = 60,0 mm x 10,0 mm	
Matériau de base:	Béton non fissuré béton, C25/30, $f_{c,cyl} = 25,00 \text{ N/mm}^2$; $h = 400,0 \text{ mm}$, coefficient de sécurité du matériau partiel $\gamma_c = 1,500$	
Installation:	trou foré avec perforateur, condition d'installation: sec	
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	

^R - Le calcul de la cheville est réalisé avec l'hypothèse d'une platine rigide.

Géométrie [mm] & Charges [daN, daNm]


Représentation schématique de la platine et du profil !

Charges pondérées (Combinaison de charges 5.2.1-o)

	Charge
N	81,4
V_x	0,0
V_y	227,1
M_z	0,0
M_x	157,9
M_y	0,0

 Excentricité (section structurelle) [mm]
 $e_x = 0,0$; $e_y = -1,3$

www.hilti.fr

Société:
Adresse:
Tel | Fax: |
Design: Garde-corps - 29 nov. 2022
Sous projet | Pos. N°:

Page: 9
Prescripteur:
E-mail:
Date: 29/11/2022

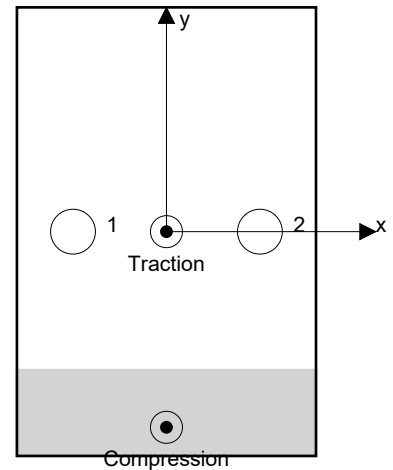
6.2.2 Cas de charges/Charges résultantes sur les chevilles**Réactions des chevilles [daN]**

Traction: (+Traction, -Compression)

Cheville	Traction	Cisaillement	Cisaillement x	Cisaillement y
1	1 469,0	113,5	0,0	-113,5
2	1 469,0	113,5	0,0	-113,5

Déformation max à la compression du béton: 1,10 [‰]
Contrainte max à la compression du béton: 32,87 [N/mm²]
Charges de traction résultantes dans (x/y)=(0,0/0,0): 2 938,1 [daN]
Charges de compression résultantes dans (x/y)=(0,0/-52,3): 3 019,5 [daN]

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



www.hilti.fr

Société:		Page:	10
Adresse:		Prescripteur:	
Tel Fax:		E-mail:	
Design:	Garde-corps - 29 nov. 2022	Date:	29/11/2022
Sous projet Pos. N°:			

6.2.3 Traction (EN 1992-4, § 7.2.1)

	Charge [daN]	Capacité [daN]	Utilisation β_N [%]	Statut
Rupture acier*	1 469,0	2 050,0	72	OK
Rupture par extraction/glisement*	1 469,0	1 639,8	90	OK
Rupture par cône de béton**	2 938,1	3 088,5	96	OK
Rupture par fendage**	2 938,1	3 436,0	86	OK

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

6.2.3.1 Rupture acier

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

$N_{Rk,s}$ [daN]	$\gamma_{M,s}$	$N_{Rd,s}$ [daN]	N_{Ed} [daN]
2 870,0	1,400	2 050,0	1 469,0

6.2.3.2 Rupture par extraction/glisement

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

$N_{Rk,p}$ [daN]	ψ_c	$\gamma_{M,p}$	$N_{Rd,p}$ [daN]	N_{Ed} [daN]
2 200,0	1,118	1,500	1 639,8	1 469,0

www.hilti.fr

Société:		Page:	11
Adresse:		Prescripteur:	
Tel Fax:		E-mail:	
Design:	Garde-corps - 29 nov. 2022	Date:	29/11/2022
Sous projet Pos. N°:			

6.2.3.3 Rupture par cône de béton

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

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

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

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

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

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

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

$$\psi_{M,N} = 2,0 - \frac{z}{1,5 \cdot h_{ef}} \geq 1,00 \quad \text{EN 1992-4, Éq. (7.7)}$$

$A_{c,N}$ [mm ²]	$A_{c,N}^0$ [mm ²]	$c_{cr,N}$ [mm]	$s_{cr,N}$ [mm]	$f_{c,cyl}$ [N/mm ²]		
41 400	32 400	90,0	180,0	25,00		
$e_{c1,N}$ [mm]	$\psi_{ec1,N}$	$e_{c2,N}$ [mm]	$\psi_{ec2,N}$	$\psi_{s,N}$	$\psi_{re,N}$	
0,0	1,000	0,0	1,000	1,000	1,000	
z [mm]	$\psi_{M,N}$	k_1	$N_{Rk,c}^0$ [daN]	$\gamma_{M,c}$	$N_{Rd,c}$ [daN]	N_{Ed} [daN]
52,3	1,418	11,000	2 556,2	1,500	3 088,5	2 938,1

www.hilti.fr

Société:		Page:	12
Adresse:		Prescripteur:	
Tel Fax:		E-mail:	
Design:	Garde-corps - 29 nov. 2022	Date:	29/11/2022
Sous projet Pos. N°:			

6.2.3.4 Rupture par fendage

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

$$N_{Rk,sp} = N_{Rk,sp}^0 \cdot \frac{A_{c,N}}{A_{c,N}^0} \cdot \psi_{s,N} \cdot \psi_{re,N} \cdot \psi_{ec1,N} \cdot \psi_{ec2,N} \cdot \psi_{h,sp} \quad \text{EN 1992-4, Éq. (7.23)}$$

$$\begin{aligned} N_{Rk,sp}^0 &= N_{Rk,sp,ETA}^0 \\ A_{c,N}^0 &= s_{cr,sp} \cdot s_{cr,sp} \quad \text{EN 1992-4, Éq. (7.3)} \end{aligned}$$

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

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

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

$$\psi_{h,sp} = \left(\frac{h}{h_{min}} \right)^{2/3} \leq \max \left\{ 1; \left(\frac{h_{ef} + 1,5 \cdot c_1}{h_{min}} \right)^{2/3} \right\} \leq 2,00 \quad \text{EN 1992-4, Éq. (7.24)}$$

$A_{c,N}$ [mm ²]	$A_{c,N}^0$ [mm ²]	$c_{cr,sp}$ [mm]	$s_{cr,sp}$ [mm]	$\psi_{h,sp}$	$f_{c,cyl}$ [N/mm ²]		
41 400	32 400	90,0	180,0	1,640	25,00		
$e_{c1,N}$ [mm]	$\psi_{ec1,N}$	$e_{c2,N}$ [mm]	$\psi_{ec2,N}$	$\psi_{s,N}$	$\psi_{re,N}$	k_1	
0,0	1,000	0,0	1,000	1,000	1,000	11,000	
$N_{Rk,sp}^0$ [daN]	γ_{Msp}	$N_{Rd,sp}$ [daN]	N_{Ed} [daN]				
2 459,7	1,500	3 436,0	2 938,1				

www.hilti.fr

Société:		Page:	13
Adresse:		Prescripteur:	
Tel Fax:		E-mail:	
Design:	Garde-corps - 29 nov. 2022	Date:	29/11/2022
Sous projet Pos. N°:			

6.2.4 Cisaillement (EN 1992-4, § 7.2.2)

	Charge [daN]	Capacité [daN]	Utilisation β_v [%]	Statut
Rupture acier (sans bras de levier)*	113,5	2 024,0	6	OK
Rupture acier (avec bras de levier)*	NA	NA	NA	NA
Rupture par effet de levier**	227,1	5 813,9	4	OK
Rupture béton en bord de dalle en direction y-**	227,1	1 444,4	16	OK

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

6.2.4.1 Rupture acier (sans bras de levier)

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

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

$V_{Rk,s}^0$ [daN]	k_7	$V_{Rk,s}$ [daN]	$\gamma_{M,s}$	$V_{Rd,s}$ [daN]	V_{Ed} [daN]
2 530,0	1,000	2 530,0	1,250	2 024,0	113,5

6.2.4.2 Rupture par effet de levier

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

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

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

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

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

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

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

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

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

$A_{c,N}$ [mm ²]	$A_{c,N}^0$ [mm ²]	$c_{cr,N}$ [mm]	$s_{cr,N}$ [mm]	k_8	$f_{c,cyl}$ [N/mm ²]	
41 400	32 400	90,0	180,0	2,670	25,00	
$e_{c1,v}$ [mm]	$\psi_{ec1,N}$	$e_{c2,v}$ [mm]	$\psi_{ec2,N}$	$\psi_{s,N}$	$\psi_{re,N}$	$\psi_{M,N}$
0,0	1,000	0,0	1,000	1,000	1,000	1,000
k_1	$N_{Rk,c}^0$ [daN]	$\gamma_{M,c,p}$	$V_{Rd,cp}$ [daN]	V_{Ed} [daN]		
11,000	2 556,2	1,500	5 813,9	227,1		

www.hilti.fr

Société:
 Adresse:
 Tel | Fax:
 Design: |
 Sous projet | Pos. N°:

Page: 14
 Prescripteur:
 E-mail:
 Date: 29/11/2022

 |
 Garde-corps - 29 nov. 2022

6.2.4.3 Rupture béton en bord de dalle en direction y-

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

$$V_{Rk,c} = k_T \cdot V_{Rk,c}^0 \cdot \frac{A_{c,V}}{A_{c,V}^0} \cdot \psi_{s,V} \cdot \psi_{h,V} \cdot \psi_{\alpha,V} \cdot \psi_{ec,V} \cdot \psi_{re,V} \quad \text{EN 1992-4, Éq. (7.40)}$$

$$V_{Rk,c}^0 = k_9 \cdot d_{nom}^\alpha \cdot l_f^\beta \cdot \sqrt{f_{ck}} \cdot c_1^{1,5} \quad \text{EN 1992-4, Éq. (7.41)}$$

$$\alpha = 0,1 \cdot \left(\frac{l_f}{c_1}\right) \quad \text{EN 1992-4, Éq. (7.42)}$$

$$\beta = 0,1 \cdot \left(\frac{d_{nom}}{c_1}\right)^{0,2} \quad \text{EN 1992-4, Éq. (7.43)}$$

$$A_{c,V}^0 = 4,5 \cdot c_1^2 \quad \text{EN 1992-4, Éq. (7.44)}$$

$$\psi_{s,V} = 0,7 + 0,3 \cdot \frac{c_2}{1,5 \cdot c_1} \leq 1,00 \quad \text{EN 1992-4, Éq. (7.45)}$$

$$\psi_{h,V} = \left(\frac{1,5 \cdot c_1}{h}\right)^{0,5} \geq 1,00 \quad \text{EN 1992-4, Éq. (7.46)}$$

$$\psi_{ec,V} = \frac{1}{1 + \left(\frac{2 \cdot e_V}{3 \cdot c_1}\right)} \leq 1,00 \quad \text{EN 1992-4, Éq. (7.47)}$$

$$\psi_{\alpha,V} = \sqrt{\frac{1}{(\cos \alpha_V)^2 + (0,5 \cdot \sin \alpha_V)^2}} \geq 1,00 \quad \text{EN 1992-4, Éq. (7.48)}$$

l_f [mm]	d_{nom} [mm]	k_9	α	β	$f_{c,cyl}$ [N/mm ²]
60,0	10,00	2,400	0,077	0,063	25,00
c_1 [mm]	$A_{c,V}$ [mm ²]	$A_{c,V}^0$ [mm ²]			
100,0	52 500	45 000			
$\psi_{s,V}$	$\psi_{h,V}$	$\psi_{\alpha,V}$	$e_{c,V}$ [mm]	$\psi_{ec,V}$	$\psi_{re,V}$
1,000	1,000	1,000	0,0	1,000	1,000
$V_{Rk,c}^0$ [daN]	k_T	$\gamma_{M,c}$	$V_{Rd,c}$ [daN]	V_{Ed} [daN]	
1 857,1	1,0	1,500	1 444,4	227,1	

www.hilti.fr

Société:		Page:	15
Adresse:		Prescripteur:	
Tel Fax:		E-mail:	
Design:	Garde-corps - 29 nov. 2022	Date:	29/11/2022
Sous projet Pos. N°:			

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

Rupture acier

β_N	β_V	α	Utilisation $\beta_{N,V}$ [%]	Statut
0,717	0,056	2,000	52	OK

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

Rupture béton

β_N	β_V	α	Utilisation $\beta_{N,V}$ [%]	Statut
0,951	0,157	1,000	93	OK

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

6.2.6 Déplacements (cheville la plus défavorable)

Charge à court terme:

N_{Sk}	=	1 088,2 [daN]	δ_N	=	0,3436 [mm]
V_{Sk}	=	84,1 [daN]	δ_V	=	0,1334 [mm]
			δ_{NV}	=	0,3686 [mm]

Charge à long terme

N_{Sk}	=	1 088,2 [daN]	δ_N	=	0,5727 [mm]
V_{Sk}	=	84,1 [daN]	δ_V	=	0,1972 [mm]
			δ_{NV}	=	0,6057 [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 !

6.2.7 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.
- Les adhérences caractéristiques dépendent de la période de retour (durée de vie en années): 50

La fixation remplit les critères de conception !

www.hilti.fr

Société:		Page:	16
Adresse:		Prescripteur:	
Tel Fax:		E-mail:	
Design:	Garde-corps - 29 nov. 2022	Date:	29/11/2022
Sous projet Pos. N°:			

6.2.8 Dimensionnement simplifié des soudures

6.2.8.1 Hypothèses / méthode

Dimensionnement simplifié des soudures selon l'EN 1993-1-8: 2010-12 paragraphe 4.5.3.3:

$$F_{w,Ed} \leq F_{w,Rd} \quad (4.2)$$

$$F_{w,Rd} = f_{w,d} \cdot a \quad (4.3)$$

$$f_{w,d} = \frac{\left(\frac{f_{u,\min(\text{Plate}, \text{Profile})}}{\sqrt{3}} \right)}{\beta_w \cdot \gamma_{M2}} \quad (4.4)$$

$$F_{w,Ed} = \sqrt{F_{w||,Ed}^2 + F_{w\perp,Ed}^2}$$

Dimensionnement de l'acier selon l'EN 1993-1-1 - contraintes de Von Mises:

$$\sigma_{v,Ed} = \sqrt{\sigma_{x,Ed}^2 + 3 \cdot \tau_{Ed}^2}$$

$$\frac{\sigma_{v,Ed}}{f_{y,Rd,Profile}} = \eta \leq 1 \quad \rightarrow \sigma_{v,Ed} = \eta \cdot f_{y,Rd}$$

Hypothèse : $F_{w,Ed} = \sigma_{v,Ed} \cdot t$ (La charge sur la soudure est la contrainte de Von Mises maximale que le profil puisse supporter; dans la mesure où les contraintes au cisaillement de Von Mises sont trois fois plus importantes que pour la méthode simplifiée, cette approche est sécuritaire)

$$F_{w,Ed} \leq F_{w,Rd} \quad (4.2)$$

$$\sigma_{v,Ed} \cdot t \leq f_{w,d} \cdot a$$

$$\eta \cdot f_{y,Rd,Profile} \cdot t \leq f_{w,d} \cdot a$$

$$\eta \cdot f_{y,Rd,Profile} \cdot t \leq \frac{f_{u,\min(\text{Plate}, \text{Profile})} \cdot a}{\sqrt{3} \cdot \beta_w \cdot \gamma_{M2}}$$

$$a \geq \frac{\eta \cdot f_{y,Rd,Profile} \cdot t \cdot \sqrt{3} \cdot \beta_w \cdot \gamma_{M2}}{f_{u,\min(\text{Plate}, \text{Profile})}}$$

$$a_{\min} \geq \sqrt{\max t} - 0,5 \quad \geq 3 \text{ mm (EC 3-1-8, 4.5.2 (2))}$$

Max t est considérée comme le maximum sur (t_{web} ; baseplate thickness) pour l'âme, (t_{flange} ; baseplate thickness) pour les ailes.

Si le profil est fermé, seule la partie extérieure est utilisée. Si le profil a une géométrie ouverte, la taille des soudures peut être divisée par deux en considérant les deux côtés.

6.2.8.2 Données d'entrée et résultats

η	$f_{y,Rd,Profile}$ [N/mm ²]	$f_{u,\min(\text{Plate}, \text{Profile})}$ [N/mm ²]	β_w	γ_{M2}	t_{web} [mm]	t_{flange} [mm]
1,00	235,00	360,00	0,80	1,25	10,0	-
a_{web} [mm]	a_{flange} [mm]	$a_{\min,flange}$ [mm]	$a_{\min,web}$ [mm]			
6,0	-	-	3,0			

www.hilti.fr

Société:
 Adresse:
 Tel | Fax:
 Design: |
 Sous projet | Pos. N°:

 |
 Garde-corps - 29 nov. 2022

Page: 17
 Prescripteur:
 E-mail:
 Date: 29/11/2022

6.2.9 Données de pose

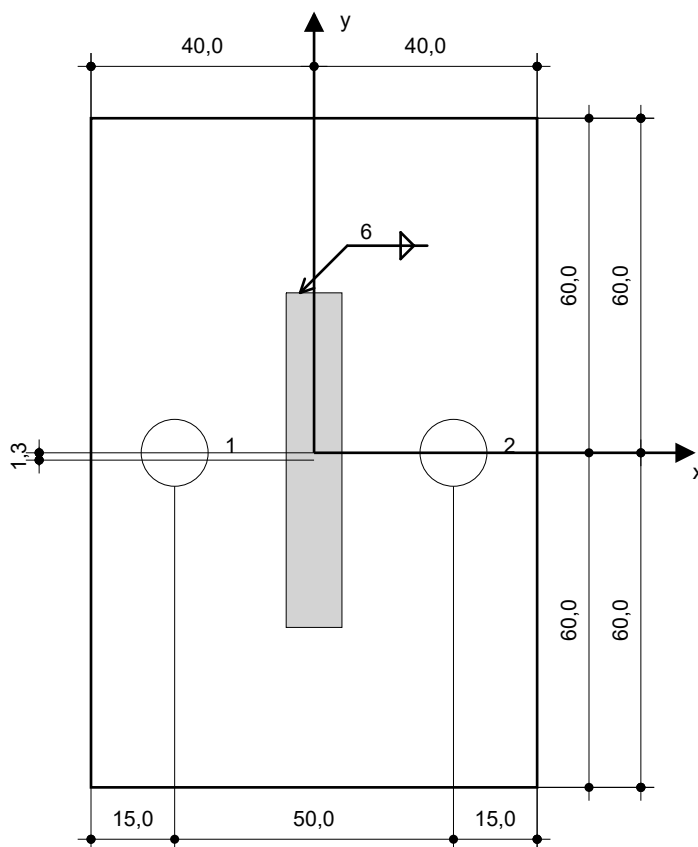
Platine, acier: S 235; $E = 210\,000,00\text{ N/mm}^2$; $f_{yk} = 235,00\text{ N/mm}^2$
 Profil: Barre plate, FL 60x10; (L x W x T) = 60,0 mm x 10,0 mm
 Diamètre du trou de passage: $d_t = 12,0\text{ mm}$
 Epaisseur de platine (entrée): 8,0 mm
 Epaisseur de platine recommandée: non calculé
 Méthode de perçage: Perçage au perforateur
 Nettoyage: Aucun nettoyage de trou requis.

Type et diamètre de la cheville: HST3-R M10 hef2
 Code d'article: 2105864 HST3-R M10x90 30/10
 Couple de pose maximum: 45 Nm
 Diamètre du trou dans le matériau de base: 10,0 mm
 Profondeur du trou dans le matériau de base: 85,0 mm
 Epaisseur minimum du matériau de base: 100,0 mm

Goujon Hilti HST3 M10 hef2 en Acier inoxydable, profondeur 60 mm, installation selon ETA 98/0001

6.2.9.1 Accessoires recommandés

Perçage	Nettoyage	Pose
<ul style="list-style-type: none"> Perçage en rotation uniquement préférable Mèche 	<ul style="list-style-type: none"> Pas d'accessoires nécessaires 	<ul style="list-style-type: none"> Hilti SIW 6AT-A22 + SI AT-A22 Clé dynamométrique Marteau


Coordonnées des chevilles mm

Cheville	x	y	c _{-x}	c _{+x}	c _{-y}	c _{+y}
1	-25,0	0,0	-	-	100,0	100,0
2	25,0	0,0	-	-	100,0	100,0







www.hilti.fr

Société:
 Adresse:
 Tel | Fax:
 Design: | Garde-corps - 29 nov. 2022
 Sous projet | Pos. N°:

Page: 18
 Prescripteur:
 E-mail:
 Date: 29/11/2022

6.2.10 Perçage et installation

HST3 (-R) subject to:

Anchor size	M8	M10	M12	M16	M20	M24
Hammer drilling* 	TE2(-A) – TE30(-A)			TE40 – TE70		
Diamond core drilling* 	DD-30W, DD-EC1					
Setting tool* 	Setting tool HS-SC				-	
Hollow drill bit drilling* 	-		TE-CD, TE-YD			
Seismic Set/ Filling Set** 	Seismic/Filling Set M8-M20 (Carbon and Stainless Steel A4)					-
Impact Wrench and Adaptive Torque Module 	Impact Wrench SIW 6AT-A22 and adaptive torque module SI-AT-A22				-	

*Installation methods provided in ETA-98/0001
 **Seismic set needed to fill the annular gap between anchor and fixture:
 No annular gap, double design resistance (agap=1)

www.hilti.fr

Société:		Page:	19
Adresse:		Prescripteur:	
Tel Fax:		E-mail:	
Design:	Garde-corps - 29 nov. 2022	Date:	29/11/2022
Sous projet Pos. N°:			

6.3 Vérifications du garde-corps (main courante et montants)
6.3.1 Combinaison de charges (ULS, sollicitations internes au niveau de la section prépondérante: 1-1)

Combinaison de charges	Forces [daN] / Moment [daNm]						Taux de travail max. connecteur
1.1-i	N = -109,8;	V _y = 0,0;	V _z = 60,0;	M _x = 0,0;	M _y = 60,7;	M _z = 0,0	42
1.2-i	N = -81,4;	V _y = 0,0;	V _z = 60,0;	M _x = 0,0;	M _y = 60,7;	M _z = 0,0	36
2.1-i	N = -109,8;	V _y = 0,0;	V _z = 60,0;	M _x = 0,0;	M _y = 60,7;	M _z = 0,0	42
2.2-i	N = -81,4;	V _y = 0,0;	V _z = 60,0;	M _x = 0,0;	M _y = 60,7;	M _z = 0,0	36
3.1-i	N = -109,8;	V _y = 0,0;	V _z = 52,3;	M _x = 0,0;	M _y = 26,3;	M _z = 0,0	13
3.2-i	N = -81,4;	V _y = 0,0;	V _z = 52,3;	M _x = 0,0;	M _y = 26,3;	M _z = 0,0	13
4.1.1-i	N = -109,8;	V _y = 0,0;	V _z = 91,4;	M _x = 0,0;	M _y = 76,5;	M _z = 0,0	51
4.1.2-i	N = -109,8;	V _y = 0,0;	V _z = 94,3;	M _x = 0,0;	M _y = 68,8;	M _z = 0,0	46
4.2.1-i	N = -81,4;	V _y = 0,0;	V _z = 91,4;	M _x = 0,0;	M _y = 76,5;	M _z = 0,0	45
4.2.2-i	N = -81,4;	V _y = 0,0;	V _z = 94,3;	M _x = 0,0;	M _y = 68,8;	M _z = 0,0	40
5.1.1-i	N = -109,8;	V _y = 0,0;	V _z = 91,4;	M _x = 0,0;	M _y = 76,5;	M _z = 0,0	51
5.1.2-i	N = -109,8;	V _y = 0,0;	V _z = 94,3;	M _x = 0,0;	M _y = 68,8;	M _z = 0,0	46
5.1.3-i	N = -109,8;	V _y = 0,0;	V _z = 73,4;	M _x = 0,0;	M _y = 58,3;	M _z = 0,0	40
5.2.1-i	N = -81,4;	V _y = 0,0;	V _z = 91,4;	M _x = 0,0;	M _y = 76,5;	M _z = 0,0	45
5.2.2-i	N = -81,4;	V _y = 0,0;	V _z = 94,3;	M _x = 0,0;	M _y = 68,8;	M _z = 0,0	40
5.2.3-i	N = -81,4;	V _y = 0,0;	V _z = 73,4;	M _x = 0,0;	M _y = 58,3;	M _z = 0,0	34
5.3.1-i	N = -109,8;	V _y = 0,0;	V _z = 0,0;	M _x = 0,0;	M _y = 0,0;	M _z = 0,0	7
1.1-o	N = -109,8;	V _y = 0,0;	V _z = -183,1;	M _x = 0,0;	M _y = -135,9;	M _z = 0,0	85
1.2-o	N = -81,4;	V _y = 0,0;	V _z = -183,1;	M _x = 0,0;	M _y = -135,9;	M _z = 0,0	79
2.1-o	N = -109,8;	V _y = 0,0;	V _z = -183,1;	M _x = 0,0;	M _y = -135,9;	M _z = 0,0	85
2.2-o	N = -81,4;	V _y = 0,0;	V _z = -183,1;	M _x = 0,0;	M _y = -135,9;	M _z = 0,0	79
3.1-o	N = -109,8;	V _y = 0,0;	V _z = -73,3;	M _x = 0,0;	M _y = -36,8;	M _z = 0,0	28
3.2-o	N = -81,4;	V _y = 0,0;	V _z = -73,3;	M _x = 0,0;	M _y = -36,8;	M _z = 0,0	22
4.1.1-o	N = -109,8;	V _y = 0,0;	V _z = -227,1;	M _x = 0,0;	M _y = -157,9;	M _z = 0,0	97
4.1.2-o	N = -109,8;	V _y = 0,0;	V _z = -201,4;	M _x = 0,0;	M _y = -131,9;	M _z = 0,0	82
4.2.1-o	N = -81,4;	V _y = 0,0;	V _z = -227,1;	M _x = 0,0;	M _y = -157,9;	M _z = 0,0	92
4.2.2-o	N = -81,4;	V _y = 0,0;	V _z = -201,4;	M _x = 0,0;	M _y = -131,9;	M _z = 0,0	77
5.1.1-o	N = -109,8;	V_y = 0,0;	V_z = -227,1;	M_x = 0,0;	M_y = -157,9;	M_z = 0,0	97
5.1.2-o	N = -109,8;	V _y = 0,0;	V _z = -201,4;	M _x = 0,0;	M _y = -131,9;	M _z = 0,0	82
5.1.3-o	N = -109,8;	V _y = 0,0;	V _z = -172,1;	M _x = 0,0;	M _y = -117,2;	M _z = 0,0	74
5.2.1-o	N = -81,4;	V _y = 0,0;	V _z = -227,1;	M _x = 0,0;	M _y = -157,9;	M _z = 0,0	92
5.2.2-o	N = -81,4;	V _y = 0,0;	V _z = -201,4;	M _x = 0,0;	M _y = -131,9;	M _z = 0,0	77
5.2.3-o	N = -81,4;	V _y = 0,0;	V _z = -172,1;	M _x = 0,0;	M _y = -117,2;	M _z = 0,0	68
5.3.1-o	N = -109,8;	V _y = 0,0;	V _z = 0,0;	M _x = 0,0;	M _y = 0,0;	M _z = 0,0	7
6.1	N = -109,8;	V _y = 0,0;	V _z = 0,0;	M _x = 0,0;	M _y = 0,0;	M _z = 0,0	7
6.2	N = -81,4;	V _y = 0,0;	V _z = 0,0;	M _x = 0,0;	M _y = 0,0;	M _z = 0,0	1

6.3.2 Combinaison de charges (ULS, sollicitations internes à la section prépondérante de l'élément horizontal: FIELD)

Combinaison de charges	Forces [daN] / Moment [daNm]						Taux de travail max. connecteur
1.1-i	N = 0,0;	V _y = 0,0;	V _z = 0,0;	M _x = 0,0;	M _y = 0,2;	M _z = 0,0	1
1.2-i	N = 0,0;	V _y = 0,0;	V _z = 0,0;	M _x = 0,0;	M _y = 0,2;	M _z = 0,0	1
2.1-i	N = 0,0;	V _y = 0,0;	V _z = 0,0;	M _x = 0,0;	M _y = 0,2;	M _z = 0,0	1
2.2-i	N = 0,0;	V _y = 0,0;	V _z = 0,0;	M _x = 0,0;	M _y = 0,2;	M _z = 0,0	1
3.1-i	N = 0,0;	V _y = 0,0;	V _z = 0,0;	M _x = 0,0;	M _y = 0,2;	M _z = 0,0	1
3.2-i	N = 0,0;	V _y = 0,0;	V _z = 0,0;	M _x = 0,0;	M _y = 0,2;	M _z = 0,0	1
4.1.1-i	N = 0,0;	V _y = 0,0;	V _z = 0,0;	M _x = 0,0;	M _y = 0,2;	M _z = 0,0	1
4.1.2-i	N = 0,0;	V _y = 0,0;	V _z = 0,0;	M _x = 0,0;	M _y = 0,2;	M _z = 0,0	1
4.2.1-i	N = 0,0;	V _y = 0,0;	V _z = 0,0;	M _x = 0,0;	M _y = 0,2;	M _z = 0,0	1
4.2.2-i	N = 0,0;	V _y = 0,0;	V _z = 0,0;	M _x = 0,0;	M _y = 0,2;	M _z = 0,0	1
5.1.1-i	N = 0,0;	V _y = 0,0;	V _z = 0,0;	M _x = 0,0;	M _y = 0,2;	M _z = 0,0	1
5.1.2-i	N = 0,0;	V _y = 0,0;	V _z = 0,0;	M _x = 0,0;	M _y = 0,2;	M _z = 0,0	1
5.1.3-i	N = 0,0;	V _y = 0,0;	V _z = 0,0;	M _x = 0,0;	M _y = 0,2;	M _z = 0,0	1
5.2.1-i	N = 0,0;	V _y = 0,0;	V _z = 0,0;	M _x = 0,0;	M _y = 0,2;	M _z = 0,0	1
5.2.2-i	N = 0,0;	V _y = 0,0;	V _z = 0,0;	M _x = 0,0;	M _y = 0,2;	M _z = 0,0	1
5.2.3-i	N = 0,0;	V _y = 0,0;	V _z = 0,0;	M _x = 0,0;	M _y = 0,2;	M _z = 0,0	1
5.3.1-i	N = 0,0;	V _y = 0,0;	V _z = 0,0;	M _x = 0,0;	M _y = 0,2;	M _z = 0,0	1
1.1-o	N = 0,0;	V _y = 0,0;	V _z = 0,0;	M _x = 0,0;	M _y = 0,2;	M _z = -23,5	81
1.2-o	N = 0,0;	V _y = 0,0;	V _z = 0,0;	M _x = 0,0;	M _y = 0,2;	M _z = -23,5	81
2.1-o	N = 0,0;	V _y = 0,0;	V _z = 0,0;	M _x = 0,0;	M _y = 0,2;	M _z = -23,5	81
2.2-o	N = 0,0;	V _y = 0,0;	V _z = 0,0;	M _x = 0,0;	M _y = 0,2;	M _z = -23,5	81
3.1-o	N = 0,0;	V _y = 0,0;	V _z = 0,0;	M _x = 0,0;	M _y = 0,2;	M _z = 0,0	1
3.2-o	N = 0,0;	V _y = 0,0;	V _z = 0,0;	M _x = 0,0;	M _y = 0,2;	M _z = 0,0	1
4.1.1-o	N = 0,0;	V _y = 0,0;	V _z = 0,0;	M _x = 0,0;	M _y = 0,2;	M _z = -23,5	81
4.1.2-o	N = 0,0;	V _y = 0,0;	V _z = 0,0;	M _x = 0,0;	M _y = 0,2;	M _z = -16,4	57
4.2.1-o	N = 0,0;	V _y = 0,0;	V _z = 0,0;	M _x = 0,0;	M _y = 0,2;	M _z = -23,5	81
4.2.2-o	N = 0,0;	V _y = 0,0;	V _z = 0,0;	M _x = 0,0;	M _y = 0,2;	M _z = -16,4	57
5.1.1-o	N = 0,0;	V _y = 0,0;	V _z = 0,0;	M _x = 0,0;	M _y = 0,2;	M _z = -23,5	81
5.1.2-o	N = 0,0;	V _y = 0,0;	V _z = 0,0;	M _x = 0,0;	M _y = 0,2;	M _z = -16,4	57
5.1.3-o	N = 0,0;	V _y = 0,0;	V _z = 0,0;	M _x = 0,0;	M _y = 0,2;	M _z = -16,4	57
5.2.1-o	N = 0,0;	V _y = 0,0;	V _z = 0,0;	M _x = 0,0;	M _y = 0,2;	M _z = -23,5	81
5.2.2-o	N = 0,0;	V _y = 0,0;	V _z = 0,0;	M _x = 0,0;	M _y = 0,2;	M _z = -16,4	57
5.2.3-o	N = 0,0;	V _y = 0,0;	V _z = 0,0;	M _x = 0,0;	M _y = 0,2;	M _z = -16,4	57
5.3.1-o	N = 0,0;	V _y = 0,0;	V _z = 0,0;	M _x = 0,0;	M _y = 0,2;	M _z = 0,0	1
6.1	N = 0,0;	V _y = 0,0;	V _z = 0,0;	M _x = 0,0;	M _y = 0,2;	M _z = 0,0	1
6.2	N = 0,0;	V _y = 0,0;	V _z = 0,0;	M _x = 0,0;	M _y = 0,2;	M _z = 0,0	1

www.hilti.fr

Société:
 Adresse:
 Tel | Fax: |
 Design: Garde-corps - 29 nov. 2022
 Sous projet | Pos. N°:

Page: 21
 Prescripteur:
 E-mail:
 Date: 29/11/2022

6.3.3 Combinaison de charges (ULS, sollicitations internes à la section prépondérante de l'élément horizontal: SUPPORT)

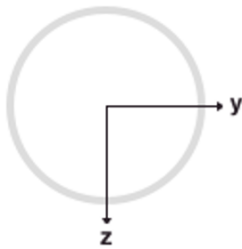
Combinaison de charges	Forces [daN] / Moment [daNm]						Taux de travail max. connecteur
1.1-i	N = 0,0;	V _y = 0,0;	V _z = -1,2;	M _x = 0,0;	M _y = -0,3;	M _z = 0,0	1
1.2-i	N = 0,0;	V _y = 0,0;	V _z = -0,9;	M _x = 0,0;	M _y = -0,2;	M _z = 0,0	1
2.1-i	N = 0,0;	V _y = 0,0;	V _z = -1,2;	M _x = 0,0;	M _y = -0,3;	M _z = 0,0	1
2.2-i	N = 0,0;	V _y = 0,0;	V _z = -0,9;	M _x = 0,0;	M _y = -0,2;	M _z = 0,0	1
3.1-i	N = 0,0;	V _y = 0,0;	V _z = -1,2;	M _x = 0,0;	M _y = -0,3;	M _z = 0,0	1
3.2-i	N = 0,0;	V _y = 0,0;	V _z = -0,9;	M _x = 0,0;	M _y = -0,2;	M _z = 0,0	1
4.1.1-i	N = 0,0;	V _y = 0,0;	V _z = -1,2;	M _x = 0,0;	M _y = -0,3;	M _z = 0,0	1
4.1.2-i	N = 0,0;	V _y = 0,0;	V _z = -1,2;	M _x = 0,0;	M _y = -0,3;	M _z = 0,0	1
4.2.1-i	N = 0,0;	V _y = 0,0;	V _z = -0,9;	M _x = 0,0;	M _y = -0,2;	M _z = 0,0	1
4.2.2-i	N = 0,0;	V _y = 0,0;	V _z = -0,9;	M _x = 0,0;	M _y = -0,2;	M _z = 0,0	1
5.1.1-i	N = 0,0;	V _y = 0,0;	V _z = -1,2;	M _x = 0,0;	M _y = -0,3;	M _z = 0,0	1
5.1.2-i	N = 0,0;	V _y = 0,0;	V _z = -1,2;	M _x = 0,0;	M _y = -0,3;	M _z = 0,0	1
5.1.3-i	N = 0,0;	V _y = 0,0;	V _z = -1,2;	M _x = 0,0;	M _y = -0,3;	M _z = 0,0	1
5.2.1-i	N = 0,0;	V _y = 0,0;	V _z = -0,9;	M _x = 0,0;	M _y = -0,2;	M _z = 0,0	1
5.2.2-i	N = 0,0;	V _y = 0,0;	V _z = -0,9;	M _x = 0,0;	M _y = -0,2;	M _z = 0,0	1
5.2.3-i	N = 0,0;	V _y = 0,0;	V _z = -0,9;	M _x = 0,0;	M _y = -0,2;	M _z = 0,0	1
5.3.1-i	N = 0,0;	V _y = 0,0;	V _z = -1,2;	M _x = 0,0;	M _y = -0,3;	M _z = 0,0	1
1.1-o	N = 0,0;	V _y = 91,9;	V _z = -1,2;	M _x = 0,0;	M _y = -0,3;	M _z = 14,3	50
1.2-o	N = 0,0;	V _y = 91,9;	V _z = -0,9;	M _x = 0,0;	M _y = -0,2;	M _z = 14,3	50
2.1-o	N = 0,0;	V _y = 91,9;	V _z = -1,2;	M _x = 0,0;	M _y = -0,3;	M _z = 14,3	50
2.2-o	N = 0,0;	V _y = 91,9;	V _z = -0,9;	M _x = 0,0;	M _y = -0,2;	M _z = 14,3	50
3.1-o	N = 0,0;	V _y = 0,0;	V _z = -1,2;	M _x = 0,0;	M _y = -0,3;	M _z = 0,0	1
3.2-o	N = 0,0;	V _y = 0,0;	V _z = -0,9;	M _x = 0,0;	M _y = -0,2;	M _z = 0,0	1
4.1.1-o	N = 0,0;	V _y = 91,9;	V _z = -1,2;	M _x = 0,0;	M _y = -0,3;	M _z = 14,3	50
4.1.2-o	N = 0,0;	V _y = 64,3;	V _z = -1,2;	M _x = 0,0;	M _y = -0,3;	M _z = 10,0	35
4.2.1-o	N = 0,0;	V _y = 91,9;	V _z = -0,9;	M _x = 0,0;	M _y = -0,2;	M _z = 14,3	50
4.2.2-o	N = 0,0;	V _y = 64,3;	V _z = -0,9;	M _x = 0,0;	M _y = -0,2;	M _z = 10,0	35
5.1.1-o	N = 0,0;	V _y = 91,9;	V _z = -1,2;	M _x = 0,0;	M _y = -0,3;	M _z = 14,3	50
5.1.2-o	N = 0,0;	V _y = 64,3;	V _z = -1,2;	M _x = 0,0;	M _y = -0,3;	M _z = 10,0	35
5.1.3-o	N = 0,0;	V _y = 64,3;	V _z = -1,2;	M _x = 0,0;	M _y = -0,3;	M _z = 10,0	35
5.2.1-o	N = 0,0;	V _y = 91,9;	V _z = -0,9;	M _x = 0,0;	M _y = -0,2;	M _z = 14,3	50
5.2.2-o	N = 0,0;	V _y = 64,3;	V _z = -0,9;	M _x = 0,0;	M _y = -0,2;	M _z = 10,0	35
5.2.3-o	N = 0,0;	V _y = 64,3;	V _z = -0,9;	M _x = 0,0;	M _y = -0,2;	M _z = 10,0	35
5.3.1-o	N = 0,0;	V _y = 0,0;	V _z = -1,2;	M _x = 0,0;	M _y = -0,3;	M _z = 0,0	1
6.1	N = 0,0;	V _y = 0,0;	V _z = -1,2;	M _x = 0,0;	M _y = -0,3;	M _z = 0,0	1
6.2	N = 0,0;	V _y = 0,0;	V _z = -0,9;	M _x = 0,0;	M _y = -0,2;	M _z = 0,0	1

6.3.4 Combinaison de charges (SLS, sollicitations internes au niveau de la section prépondérante: 1-1)

Combinaison de charges	Forces [daN]			Taux de travail max. connecteur
SLS	N = -81,4;	V _y = 0,0;	V _z = -122,1;	51

www.hilti.fr

Société:	Page: 22
Adresse:	Prescripteur:
Tel Fax:	E-mail:
Design:	Date: 29/11/2022
Sous projet Pos. N°: Garde-corps - 29 nov. 2022	

6.3.5 Main courante
6.3.5.1 Propriétés de la section


A [mm ²]	$A_{v,z}$ [mm ²]	$A_{v,y}$ [mm ²]	I_y [mm ⁴]	I_z [mm ⁴]
156	99	99	12 200	12 200
I_t [mm ⁴]	$W_{el,y}$ [mm ³]	$W_{el,z}$ [mm ³]	$W_{pl,y}$ [mm ³]	$W_{pl,z}$ [mm ³]
24 300	910	910	1 240	1 240

Profil: RO 26.9x2 (EN 10219-2)

6.3.5.2 Propriétés des matériaux

Classe d'acier	f_u [N/mm ²]	f_y [N/mm ²]	E [N/mm ²]	G [N/mm ²]	γ_{M0}	γ_{M1}
S 235	360,00	235,00	210 000,00	81 000,00	1,000	1,000

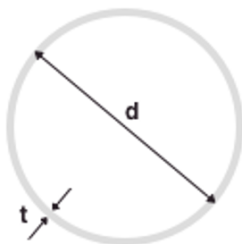
Classification des sections

$$\varepsilon = \left(\frac{235}{f_y} \cdot \frac{E}{210000} \right)^{0,5}$$

$$\varepsilon = 1,000$$

Limites (éléments soumis à une contrainte de compression)

Classe 1	2	3
$50 \cdot \varepsilon^2$	$70 \cdot \varepsilon^2$	$90 \cdot \varepsilon^2$
50	70	90



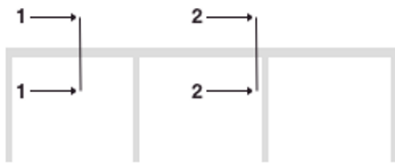
Élément	d [mm]	t [mm]	d / t	Classe
Classification générale	26,9	2,0	13,450	1

www.hilti.fr

Société:		Page:	23
Adresse:		Prescripteur:	
Tel Fax:		E-mail:	
Design:	Garde-corps - 29 nov. 2022	Date:	29/11/2022
Sous projet Pos. N°:			

6.3.5.3 Résistance de la section - MultipleSpans

	Taux de travail max. connecté	Status
Résistance à la force de cisaillement	14	OK
Résistance au moment de flexion et à la force axiale	81	OK

Sollicitations et moments


Section	LC	V _{z,Ed} [daN]	V _{y,Ed} [daN]	V _{Ed,res} [daN]
FIELD	5.1.1-o	-	-	-
SUPPORT	5.1.1-o	-1,2	91,9	91,9

Section	LC	M _{y,Ed} [daNm]	M _{z,Ed} [daNm]	M _{Ed,res} [daNm]
FIELD	5.1.1-o	0,2	-23,5	23,5
SUPPORT	5.1.1-o	-0,3	14,3	14,3

Résistance à la force de cisaillement

$$V_{Ed,res} = \sqrt{V_{y,Ed}^2 + V_{z,Ed}^2} \leq 0,5 \cdot V_{pl,Rd} = 2 \cdot t \cdot (d - t) \cdot \frac{\left(\frac{f_{yk}}{\sqrt{3}}\right)}{\gamma_{M0}}$$

Section	LC	V _{Ed,res} [daN]	V _{pl,Rd} [daN]	Utilisation [%]
FIELD	5.1.1-o	-	-	NA
SUPPORT	5.1.1-o	91,9	1 351,3	14

Résistance au moment de flexion et à la force axiale

$$M_{Ed,res} = \sqrt{M_{y,Ed}^2 + M_{z,Ed}^2} \leq M_{N,Rd} = M_{pl,Rd} \cdot \left(1 - \left(\frac{|N_{Ed}|}{N_{pl,Rd}}\right)^{1,7}\right) \leq M_{pl,Rd}$$

Section	LC	M _{Ed,res} [daNm]	M _{pl,Rd} [daNm]	Utilisation [%]
FIELD	5.1.1-o	23,5	29,1	81
SUPPORT	5.1.1-o	14,3	29,1	50

www.hilti.fr

Société:		Page:	24
Adresse:		Prescripteur:	
Tel Fax:		E-mail:	
Design:	Garde-corps - 29 nov. 2022	Date:	29/11/2022
Sous projet Pos. N°:			

6.3.6 Montant de garde-corps (Montant central)

6.3.6.1 Propriétés de la section



A [mm ²]	$A_{v,z}$ [mm ²]	$A_{v,y}$ [mm ²]	I_y [mm ⁴]	I_z [mm ⁴]
600	400	400	180 000	5 000
I_t [mm ⁴]	I_ω [mm ⁶]	$W_{el,y}$ [mm ³]	$W_{el,z}$ [mm ³]	$W_{pl,y}$ [mm ³]
17 900	0	6 000	1 000	9 000
$W_{pl,z}$ [mm ³]				
1 500				

Profil: FL 60x10

 Définir l'orientation: $\alpha = 90^\circ$

6.3.6.2 Propriétés des matériaux

Classe d'acier	f_u [N/mm ²]	f_y [N/mm ²]	E [N/mm ²]	G [N/mm ²]	γ_{M0}	γ_{M1}
S 235	360,00	235,00	210 000,00	81 000,00	1,000	1,000

www.hilti.fr

Société:		Page:	25
Adresse:		Prescripteur:	
Tel Fax:		E-mail:	
Design:	Garde-corps - 29 nov. 2022	Date:	29/11/2022
Sous projet Pos. N°:			

6.3.6.3 Résistance de la section

	Taux de travail max. connecté	Status
Résistance à la force de cisaillement	5	OK
Résistance au moment de flexion et force axiale - Plastique	75	OK

Sollicitations et moments


Section	LC	N _{Ed} [daN]	M _{y,Ed} [daNm]	V _{z,Ed} [daN]
1-1	5.1.1-o	-109,8	-157,9	-227,1

Résistance à la force de cisaillement

$$V_{z,Ed} \leq 0,5 \cdot V_{pl,z,Rd} = \frac{A_{v,z} \cdot \left(\frac{f_{yk}}{\sqrt{3}}\right)}{\gamma_{M0}}$$

Section	LC	V _{z,Ed} [daN]	V _{pl,z} [daN]	Utilisation [%]
1-1	5.1.1-o	-227,1	5 427,1	5

Résistance au moment de flexion et à la force axiale selon le CTICM

$$M_{y,Ed} \leq M_{N,y,Rd} = M_{pl,y,Rd} \cdot \left[1 - \left(\frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}}\right)^2\right]$$

$$M_{pl,y,Rd} = \frac{W_{pl,y} \cdot f_{yk}}{\gamma_{M0}}$$

$$N_{pl,Rd} = \frac{A \cdot f_{yk}}{\gamma_{M0}}$$

N _{pl,Rd} [daN]	M _{pl,y,Rd} [daNm]
14 100,0	211,5

Section	LC	N _{Ed} [daN]	M _{y,Ed} [daNm]	M _{N,y,Rd} [daNm]	Utilisation [%]
1-1	5.1.1-o	-109,8	-157,9	211,5	75

www.hilti.fr

Société:		Page:	26
Adresse:		Prescripteur:	
Tel Fax:		E-mail:	
Design:	Garde-corps - 29 nov. 2022	Date:	29/11/2022
Sous projet Pos. N°:			

6.3.6.4 Flambage / stabilité (section 1-1)

	Taux de travail max. connecté	Status
Flambage / stabilité perpendiculaire Axe Y	92	OK
Flambage / stabilité parallèle Axe z	97	OK

Sollicitations et moments

Section	LC	N _{Ed} [daN]	M _{y,Ed} [daNm]
1-1	5.1.1-o	109,8	157,9

Renversement requis (perpendiculaire) Axe Y

$$\lambda \leq \lambda_0 \quad \text{ou} \quad \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}} \leq \lambda_0^2$$

λ	λ_0	λ_0^2	N _{Ed} [daN]	N _{cr,y} [daN]	$\frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}}$	Quantité
1,244	0,200	0,040	109,8	9 106,9	0,012	non

Renversement (perpendiculaire) Axe Y

$$\lambda_{LT} \leq \lambda_{0,LT} \quad \text{ou} \quad \frac{M_{Ed}}{M_{cr,y}} \leq \lambda_{0,LT}^2$$

λ_{LT}	$\lambda_{0,LT}$	$\lambda_{0,LT}^2$	M _{Ed} [daNm]	M _{cr,y} [daNm]	$\frac{M_{Ed}}{M_{cr,y}}$	Quantité
0,545	0,200	0,040	157,9	712,2	0,222	oui

Flambage / stabilité perpendiculaire Axe Y

$$\frac{N_{Ed}}{N_{b,y,Rd}} \leq 1,0 \quad (- \%)$$

$$\frac{M_{y,Ed}}{M_{b,y,Rd}} \leq 1,0 \quad (92 \%)$$

$$\frac{N_{Ed}}{N_{b,y,Rd}} + k_{yy} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{M_{b,y,Rd}} \leq 1,0 \quad (- \%)$$

LC	N _{Ed} [daN]	N _{b,y,Rd} [daN]	k _{yy}	M _{y,Ed} [daNm]	M _{b,y,Rd} [daNm]	Utilisation [%]
5.1.1-o	109,8	5 825,8	0,000	157,9	172,9	92

www.hilti.fr

 Société:
 Adresse:
 Tel | Fax: |
 Design: Garde-corps - 29 nov. 2022
 Sous projet | Pos. N°:

 Page: 27
 Prescripteur:
 E-mail:
 Date: 29/11/2022

Flambage axial autour de y-y

$$N_{b,y,Rd} = \frac{\chi_y \cdot A \cdot f_{yk}}{\gamma_{M1}}$$

$$N_{cr,y} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_y}{(\beta_y \cdot l)^2}$$

$$\lambda_y = \sqrt{\frac{A \cdot f_{yk}}{N_{cr,y}}}$$

$$\phi_y = 0,5 \cdot [1 + \alpha \cdot (\lambda_y - \lambda_0) + \lambda_y^2]$$

$$\chi_y = \frac{1}{\phi_y + \sqrt{\phi_y^2 - \lambda_y^2}} \leq 1,0$$

β_y	l [mm]	E [N/mm ²]	I_y [mm ⁴]	$N_{cr,y}$ [daN]	A [mm ²]	f_{yk} [N/mm ²]
2,000	1 012,0	210 000,00	180 000	9 106,9	600	235,00
λ_y	λ_0	α	ϕ	χ_y	γ_{M1}	$N_{b,y,Rd}$ [daN]
1,244	0,200	0,490	1,530	0,413	1,000	5 825,8

Flambage latéral torsionnel (FLT)

$$M_{b,y,Rd} = \chi_{LT} \cdot \frac{M_{y,Rk}}{\gamma_{M1}}$$

$$M_{y,Rk} = W_{pl,y} \cdot f_{yk}$$

$$\lambda_{LT} = \sqrt{\frac{W_{pl,y} \cdot f_{yk}}{M_{cr,y}}} \approx \frac{k_c}{34 \cdot t \cdot \varepsilon} \cdot \sqrt{L \cdot h}$$

$$\phi_{LT} = 0,5 \cdot [1 + \alpha_{LT} \cdot (\lambda_{LT} - \lambda_{0,LT}) + \lambda_{LT}^2]$$

$$\chi_{LT} = \frac{1}{\phi_{LT} + \sqrt{\phi_{LT}^2 - \lambda_{LT}^2}} \leq 1,0$$

k_c	t [mm]	ε	L [mm]	h [mm]	λ_{LT}	α_{LT}
0,752	10,0	1,000	1 012,0	60,0	0,545	0,490
$\lambda_{0,LT}$	ϕ_{LT}	χ_{LT}	f_{yk} [N/mm ²]	$W_{pl,y}$ [mm]	$M_{y,Rk}$ [daNm]	γ_{M1}
0,200	0,733	0,818	235,00	9 000,0	211,5	1,000
$M_{b,y,Rd}$ [daNm]						
172,9						

Coefficient d'interaction

$$k_{yy} = c_{my} \cdot \left(1 + 0,6 \cdot \lambda_y \cdot \frac{N_{Ed}}{\chi_y \cdot \frac{N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} \right) \leq c_{my} \cdot \left(1 + 0,6 \cdot \frac{N_{Ed}}{\chi_y \cdot \frac{N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} \right)$$

c_{my}	λ_y	N_{Ed} [daN]	χ_y	N_{Rk} [daN]	γ_{M1}	k_{yy}
0,000	1,244	109,8	0,413	0,0	1,000	0,000

www.hilti.fr

Société:		Page:	28
Adresse:		Prescripteur:	
Tel Fax:		E-mail:	
Design:	Garde-corps - 29 nov. 2022	Date:	29/11/2022
Sous projet Pos. N°:			

Renversement requis (parallèle) Axe z

$$\lambda \leq \lambda_0 \quad \text{ou} \quad \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}} \leq \lambda_0^2$$

λ	λ_0	λ_0^2	N_{Ed} [daN]	$N_{cr,z}$ [daN]	$\frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}$	Quantité
2,613	0,200	0,040	109,8	2 065,1	0,053	oui

Renversement (parallèle) Axe z

$$\lambda_{LT} \leq \lambda_{0,LT} \quad \text{ou} \quad \frac{M_{Ed}}{M_{cr,z}} \leq \lambda_{0,LT}^2$$

λ_{LT}	$\lambda_{0,LT}$	$\lambda_{0,LT}^2$	M_{Ed} [daNm]	$M_{cr,z}$ [daNm]	$\frac{M_{Ed}}{M_{cr,z}}$	Quantité
0,545	0,200	0,040	157,9	712,2	0,222	oui

Flambage / stabilité parallèle Axe z

$$\frac{N_{Ed}}{N_{b,z,Rd}} \leq 1,0 \quad (7 \%)$$

$$\frac{M_{y,Ed}}{M_{b,y,Rd}} \leq 1,0 \quad (92 \%)$$

$$\frac{N_{Ed}}{N_{b,z,Rd}} + k_{zy} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{M_{b,y,Rd}} \leq 1,0 \quad (97 \%)$$

LC	N_{Ed} [daN]	$N_{b,z,Rd}$ [daN]	k_{zy}	$M_{y,Ed}$ [daNm]	$M_{b,y,Rd}$ [daNm]	Utilisation [%]
5.1.1-o	109,8	1 724,8	0,991	157,9	172,9	97

www.hilti.fr

 Société:
 Adresse:
 Tel | Fax: |
 Design: Garde-corps - 29 nov. 2022
 Sous projet | Pos. N°:

 Page: 29
 Prescripteur:
 E-mail:
 Date: 29/11/2022

Flambage axial autour de z-z

$$N_{b,z,Rd} = \frac{\chi_z \cdot A \cdot f_{yk}}{\gamma_{M1}}$$

$$N_{cr,z} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_z}{(\beta_z \cdot l)^2}$$

$$\lambda_z = \sqrt{\frac{A \cdot f_{yk}}{N_{cr,z}}}$$

$$\phi_z = 0,5 \cdot [1 + \alpha \cdot (\lambda_z - \lambda_0) + \lambda_z^2]$$

$$\chi_z = \frac{1}{\phi_z + \sqrt{\phi_z^2 - \lambda_z^2}} \leq 1,0$$

β_z	l [mm]	E [N/mm ²]	I_z [mm ⁴]	$N_{cr,z}$ [daN]	A [mm ²]	f_{yk} [N/mm ²]
0,700	1 012,0	210 000,00	5 000	2 065,1	600	235,00
λ_z	λ_0	α	ϕ	χ_z	γ_{M1}	$N_{b,z,Rd}$ [daN]
2,613	0,200	0,490	4,505	0,122	1,000	1 724,8

Flambage latéral torsionnel (FLT)

$$M_{b,y,Rd} = \chi_{LT} \cdot \frac{M_{y,Rk}}{\gamma_{M1}}$$

$$M_{y,Rk} = W_{pl,y} \cdot f_{yk}$$

$$\lambda_{LT} = \sqrt{\frac{W_{pl,y} \cdot f_{yk}}{M_{cr,y}}} \approx \frac{k_c}{34 \cdot t \cdot \varepsilon} \cdot \sqrt{L \cdot h}$$

$$\phi_{LT} = 0,5 \cdot [1 + \alpha_{LT} \cdot (\lambda_{LT} - \lambda_{0,LT}) + \lambda_{LT}^2]$$

$$\chi_{LT} = \frac{1}{\phi_{LT} + \sqrt{\phi_{LT}^2 - \lambda_{LT}^2}} \leq 1,0$$

k_c	t [mm]	ε	L [mm]	h [mm]	λ_{LT}	α_{LT}
0,752	10,0	1,000	1 012,0	60,0	0,545	0,490
$\lambda_{0,LT}$	ϕ_{LT}	χ_{LT}	f_{yk} [N/mm ²]	$W_{pl,y}$ [mm]	$M_{y,Rk}$ [daNm]	γ_{M1}
0,200	0,733	0,818	235,00	9 000,0	211,5	1,000

$$\frac{M_{b,y,Rd} \text{ [daNm]}}{172,9}$$

Coefficient d'interaction

$$k_{zy} = \left[1 - \frac{0,05 \cdot \lambda_z \cdot N_{Ed}}{(c_{mLT} - 0,25) \cdot \chi_z \cdot N_{Rk} / \gamma_{M1}} \right] \geq \left[1 - \frac{0,05 \cdot N_{Ed}}{(c_{mLT} - 0,25) \cdot \chi_z \cdot N_{Rk} / \gamma_{M1}} \right]$$

c_{mLT}	λ_z	N_{Ed} [daN]	χ_z	N_{Rk} [daN]	γ_{M1}	k_{zy}
0,600	2,613	109,8	0,122	0,0	1,000	0,991

www.hilti.fr

Société:		Page:	30
Adresse:		Prescripteur:	
Tel Fax:		E-mail:	
Design:	Garde-corps - 29 nov. 2022	Date:	29/11/2022
Sous projet Pos. N°:			

6.3.7 Flèches du garde-corps

Flèche maximale admissible: 30,0 [mm]

Élément	LC	Δ_H [mm]	Utilisation %	Status
Montant	SLS	6,8		
Garde-corps	SLS	8,3		
Total	SLS	15,1	51	OK

La vérification de la flèche couvre la flèche des montants et de la main courante - elle ne prend pas en considération la déformation/rotation provenant des chevilles.

www.hilti.fr

Société:		Page:	31
Adresse:		Prescripteur:	
Tel Fax:		E-mail:	
Design:	Garde-corps - 29 nov. 2022	Date:	29/11/2022
Sous projet Pos. N°:			

7 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.