

www.hilti.fr

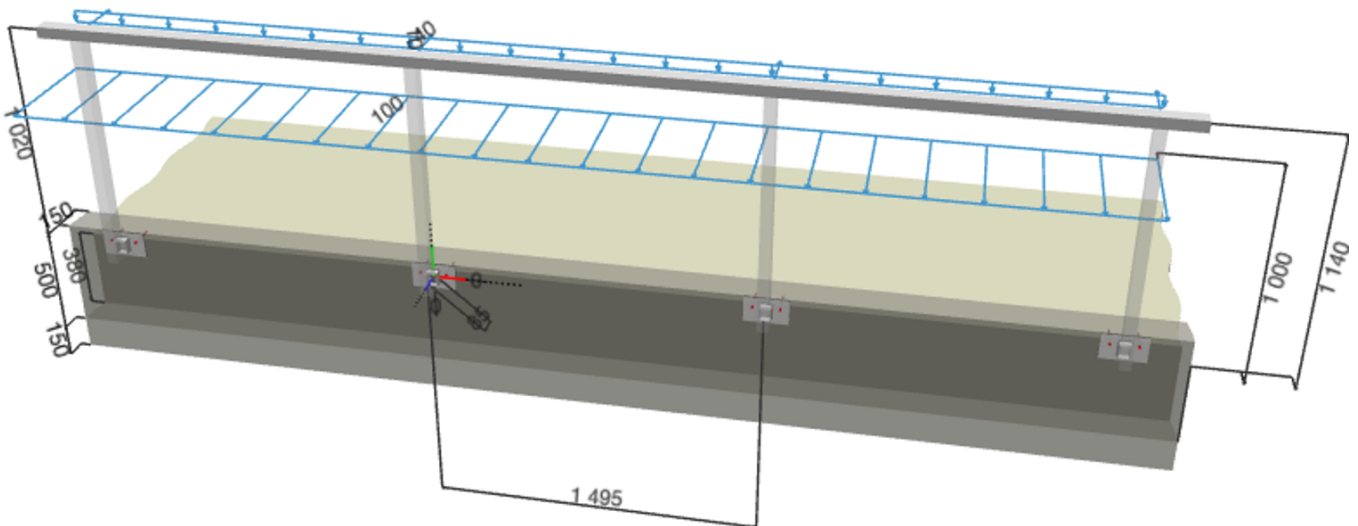
Société:		Page:	1
Adresse:		Prescripteur:	
Tel Fax:		E-mail:	
Design:	Garde-corps - 20 sept. 2023 (3)	Date:	04/10/2023
Sous projet Pos. N°:			

Commentaires du spécificateur: Garde corps en sections lisses hautes et poteaux en TR100x30x2 et barreaux en TR80x20x2 en acier S235 galvanisé à chaud au trempé après fabrication; Pour le calcul, utilisation de sections équivalentes en inertie soit TR100x30x2 I/Vx = 11.15 cm³ remplacée par TR70x50x2.5 I/Vx = 11 cm³.

1 Géométrie et Application

Construction du garde-corps

Position du garde-corps	acrotère avec platine à l'anglaise à l'extérieur
Catégorie de charge	charges pour bâtiments publics.
Système	système statique à plusieurs travées
Environnement	Extérieur/Influence de l'humidité
Distance entre montants	1 495,0 [mm]
Hauteur de garde-corps	1 140,0 [mm] Attention : vous devez vérifier que cette valeur est conforme aux réglementations en vigueur dans votre pays.
Profil du poteau	Creux rectangulaire, RRO 70x50x2.5 (EN 10219-2)
Profil de la main courante	Creux rectangulaire, RRO 70x50x2.5 (EN 10219-2)



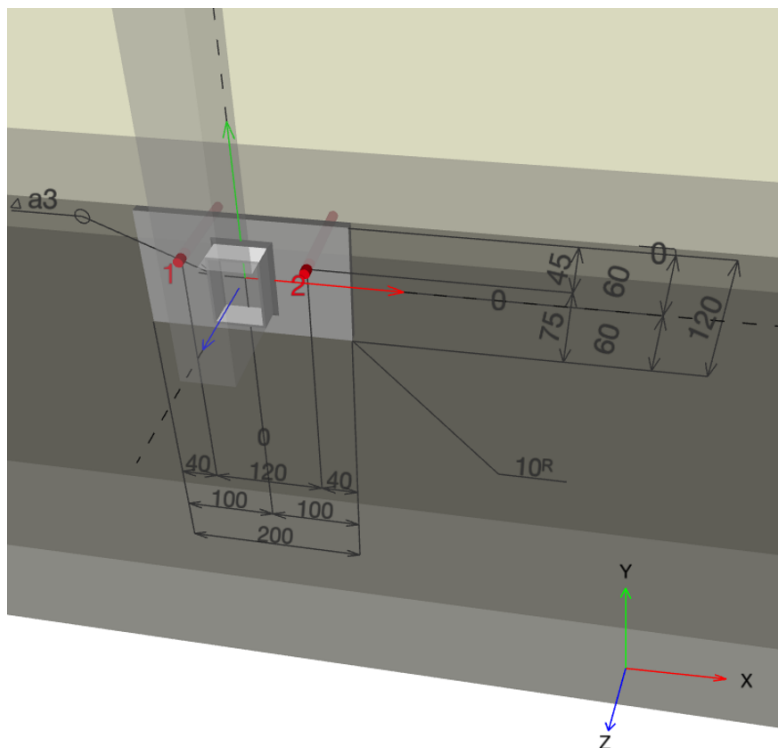
www.hilti.fr

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

Garde-corps - 20 sept. 2023 (3)

Page: 2
Prescripteur:
E-mail:
Date: 04/10/2023

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 - 20 sept. 2023 (3)	Date:	04/10/2023
Sous projet Pos. N°:			

3 Charges

3.1 charge permanente

Charges verticales permanentes $g = 10,00$ [daN/m]
 (montants, main courante, remplissage, ...)

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

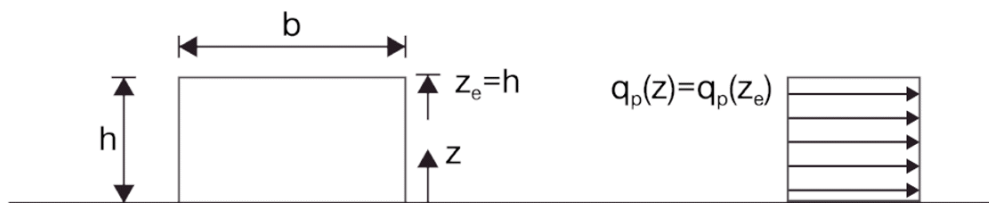
Hauteur du point d'application des charges horizontales linéaires, intérieur $h_{h,i} = 1\,140,0$ [mm]
 Charges horizontales linéaires, extérieur $q_{h,o} = 100,00$ [daN/m]
 Hauteur du point d'application des charges horizontales linéaires, extérieur $h_{h,o} = 1\,000,0$ [mm]
 Charges horizontales ponctuelles, intérieur $P_{h,i} = 40,0$ [daN]
 Hauteur des charges ponctuelles horizontales, vers l'intérieur $h_i = 1\,140,0$ [mm]
 Hauteur des charges ponctuelles horizontales, vers l'extérieur $h_o = 1\,140,0$ [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 $10,00$ [m]
 Largeur du bâtiment $10,00$ [m]
 Hauteur du bâtiment depuis le sol $10,00$ [m]
 Hauteur du garde-corps par rapport au sol $1,74$ [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: IIIa
 z_0 : $0,20$ [m]
 z_{min} : $5,00$ [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 - 20 sept. 2023 (3)	Date:	04/10/2023
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	0,65	0,65	-0,91

3.3.2 Données du remplissage

Hauteur du remplissage	995,0 [mm]
Largeur du remplissage	1 395,0 [mm]
Taux de remplissage	0 [%]

www.hilti.fr

 Société:
 Adresse:
 Tel | Fax: |
 Design: Garde-corps - 20 sept. 2023 (3)
 Sous projet | Pos. N°:

 Page: 5
 Prescripteur:
 E-mail:
 Date: 04/10/2023

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)

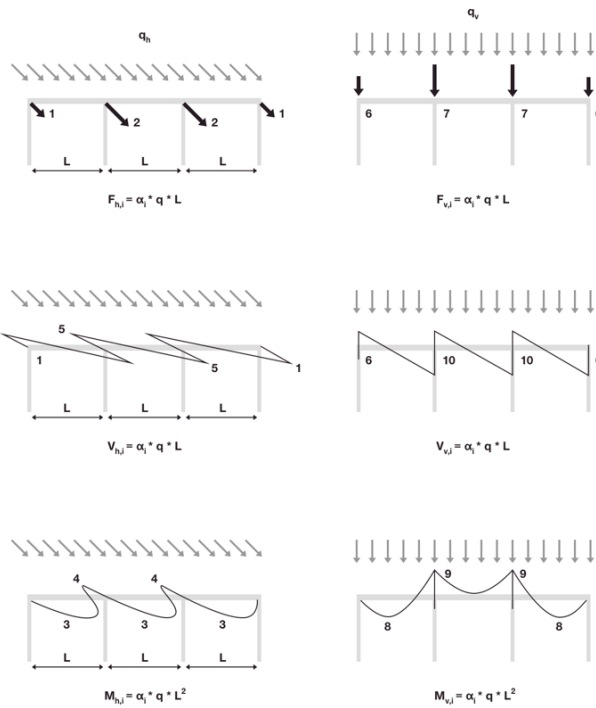
Cas de charges	Direction	Charges	Charge, combinaison et facteur de sécurité
SLS	Sortie	Poids mort + horizontal + vertical + Vent	$1,0 \cdot g + 1,0 \cdot q_h + \psi_{0,v} \cdot 1,0 \cdot q_v + \psi_{0,w} \cdot 0 \cdot w$

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

5 Coefficients relatifs aux charges sur les montants et la main courante

Système statique à travées multiples



5.1 Distribution des charges linéaires horizontales

Constante de rigidité: $C = 18\,781,18$ [daN/m]
 Distance entre montants: $e_p = 1\,495,0$ [mm]

α_1	α_2	α_3	α_4	α_5
-	1,069	0,095	0,088	0,563

5.2 Distribution des charges linéaires verticales (poids propre du profil)

α_6	α_7	α_8	α_9	α_{10}
-	1,200	0,101	0,121	0,621

www.hilti.fr

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

Garde-corps - 20 sept. 2023 (3)

 Page:
 Prescripteur:
 E-mail:
 Date:

7

04/10/2023

6 Résultats de conception

6.1 Aperçu

	Cas de charge prépondérant	Taux de travail max. connecté	Status
Calcul des chevilles	5.1.1-o	138	non recommandé
Calcul de la main courante	5.2.1-o	3	OK
Calcul des montants du garde-corps	5.2.1-o	117	non recommandé
Flèche	SLS	32	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	$V_x = 0,0;$	$V_y = -24,2;$	$N = -60,0;$	$M_x = -62,7;$	$M_y = 0,0;$	$M_z = 0,0$	59
1.2-i	$V_x = 0,0;$	$V_y = -17,9;$	$N = -60,0;$	$M_x = -63,3;$	$M_y = 0,0;$	$M_z = 0,0$	59
2.1-i	$V_x = 0,0;$	$V_y = -24,2;$	$N = -60,0;$	$M_x = -62,7;$	$M_y = 0,0;$	$M_z = 0,0$	59
2.2-i	$V_x = 0,0;$	$V_y = -17,9;$	$N = -60,0;$	$M_x = -63,3;$	$M_y = 0,0;$	$M_z = 0,0$	59
3.1-i	$V_x = 0,0;$	$V_y = -24,2;$	$N = 0,0;$	$M_x = 2,1;$	$M_y = 0,0;$	$M_z = 0,0$	2
3.2-i	$V_x = 0,0;$	$V_y = -17,9;$	$N = 0,0;$	$M_x = 1,5;$	$M_y = 0,0;$	$M_z = 0,0$	1
4.1.1-i	$V_x = 0,0;$	$V_y = -24,2;$	$N = -60,0;$	$M_x = -62,7;$	$M_y = 0,0;$	$M_z = 0,0$	59
4.1.2-i	$V_x = 0,0;$	$V_y = -24,2;$	$N = -42,0;$	$M_x = -43,3;$	$M_y = 0,0;$	$M_z = 0,0$	41
4.2.1-i	$V_x = 0,0;$	$V_y = -17,9;$	$N = -60,0;$	$M_x = -63,3;$	$M_y = 0,0;$	$M_z = 0,0$	59
4.2.2-i	$V_x = 0,0;$	$V_y = -17,9;$	$N = -42,0;$	$M_x = -43,8;$	$M_y = 0,0;$	$M_z = 0,0$	41
5.1.1-i	$V_x = 0,0;$	$V_y = -24,2;$	$N = -60,0;$	$M_x = -62,7;$	$M_y = 0,0;$	$M_z = 0,0$	59
5.1.2-i	$V_x = 0,0;$	$V_y = -24,2;$	$N = -42,0;$	$M_x = -43,3;$	$M_y = 0,0;$	$M_z = 0,0$	41
5.1.3-i	$V_x = 0,0;$	$V_y = -24,2;$	$N = -42,0;$	$M_x = -43,3;$	$M_y = 0,0;$	$M_z = 0,0$	41
5.2.1-i	$V_x = 0,0;$	$V_y = -17,9;$	$N = -60,0;$	$M_x = -63,3;$	$M_y = 0,0;$	$M_z = 0,0$	59
5.2.2-i	$V_x = 0,0;$	$V_y = -17,9;$	$N = -42,0;$	$M_x = -43,8;$	$M_y = 0,0;$	$M_z = 0,0$	41
5.2.3-i	$V_x = 0,0;$	$V_y = -17,9;$	$N = -42,0;$	$M_x = -43,8;$	$M_y = 0,0;$	$M_z = 0,0$	41
5.3.1-i	$V_x = 0,0;$	$V_y = -24,2;$	$N = 0,0;$	$M_x = 2,1;$	$M_y = 0,0;$	$M_z = 0,0$	2
1.1-o	$V_x = 0,0;$	$V_y = -24,2;$	$N = 239,7;$	$M_x = 227,3;$	$M_y = 0,0;$	$M_z = 0,0$	138
1.2-o	$V_x = 0,0;$	$V_y = -17,9;$	$N = 239,7;$	$M_x = 226,8;$	$M_y = 0,0;$	$M_z = 0,0$	138
2.1-o	$V_x = 0,0;$	$V_y = -24,2;$	$N = 239,7;$	$M_x = 227,3;$	$M_y = 0,0;$	$M_z = 0,0$	138
2.2-o	$V_x = 0,0;$	$V_y = -17,9;$	$N = 239,7;$	$M_x = 226,8;$	$M_y = 0,0;$	$M_z = 0,0$	138
3.1-o	$V_x = 0,0;$	$V_y = -24,2;$	$N = 0,0;$	$M_x = 2,1;$	$M_y = 0,0;$	$M_z = 0,0$	2
3.2-o	$V_x = 0,0;$	$V_y = -17,9;$	$N = 0,0;$	$M_x = 1,5;$	$M_y = 0,0;$	$M_z = 0,0$	1
4.1.1-o	$V_x = 0,0;$	$V_y = -24,2;$	$N = 239,7;$	$M_x = 227,3;$	$M_y = 0,0;$	$M_z = 0,0$	138
4.1.2-o	$V_x = 0,0;$	$V_y = -24,2;$	$N = 167,8;$	$M_x = 159,8;$	$M_y = 0,0;$	$M_z = 0,0$	97
4.2.1-o	$V_x = 0,0;$	$V_y = -17,9;$	$N = 239,7;$	$M_x = 226,8;$	$M_y = 0,0;$	$M_z = 0,0$	138
4.2.2-o	$V_x = 0,0;$	$V_y = -17,9;$	$N = 167,8;$	$M_x = 159,2;$	$M_y = 0,0;$	$M_z = 0,0$	97
5.1.1-o	$V_x = 0,0;$	$V_y = -24,2;$	$N = 239,7;$	$M_x = 227,3;$	$M_y = 0,0;$	$M_z = 0,0$	138
5.1.2-o	$V_x = 0,0;$	$V_y = -24,2;$	$N = 167,8;$	$M_x = 159,8;$	$M_y = 0,0;$	$M_z = 0,0$	97
5.1.3-o	$V_x = 0,0;$	$V_y = -24,2;$	$N = 167,8;$	$M_x = 159,8;$	$M_y = 0,0;$	$M_z = 0,0$	97
5.2.1-o	$V_x = 0,0;$	$V_y = -17,9;$	$N = 239,7;$	$M_x = 226,8;$	$M_y = 0,0;$	$M_z = 0,0$	138
5.2.2-o	$V_x = 0,0;$	$V_y = -17,9;$	$N = 167,8;$	$M_x = 159,2;$	$M_y = 0,0;$	$M_z = 0,0$	97
5.2.3-o	$V_x = 0,0;$	$V_y = -17,9;$	$N = 167,8;$	$M_x = 159,2;$	$M_y = 0,0;$	$M_z = 0,0$	97
5.3.1-o	$V_x = 0,0;$	$V_y = -24,2;$	$N = 0,0;$	$M_x = 2,1;$	$M_y = 0,0;$	$M_z = 0,0$	2
6.1	$V_x = 0,0;$	$V_y = -24,2;$	$N = 0,0;$	$M_x = 2,1;$	$M_y = 0,0;$	$M_z = 0,0$	2
6.2	$V_x = 0,0;$	$V_y = -17,9;$	$N = 0,0;$	$M_x = 1,5;$	$M_y = 0,0;$	$M_z = 0,0$	1

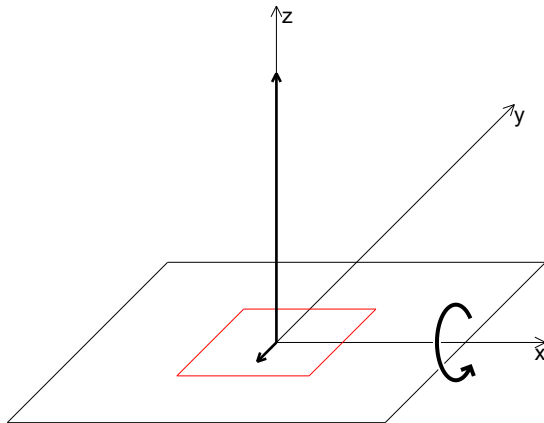
www.hilti.fr

Société:		Page:	8
Adresse:		Prescripteur:	
Tel Fax:		E-mail:	
Design:	Garde-corps - 20 sept. 2023 (3)	Date:	04/10/2023
Sous projet Pos. N°:			

6.2.1 Données d'entrée

Type et diamètre de la cheville:	HIT-HY 200-A + HAS-U 5.8 HDG M10	
Période de retour (durée de vie en années):	50	
Code d'article:	2223861 HAS-U 5.8 HDG M10x130 (accessoire de pose) / 2022696 HIT-HY 200-A (mortier)	
Profondeur d'implantation effective:	$h_{ef,opti} = 97,0 \text{ mm}$ ($h_{ef,limit} = 120,0 \text{ mm}$)	
Matériau:	5.8	
Homologation:	ETA 11/0493	
Délivré Validité:	10/12/2021 -	
Méthode de calcul:	SOFA basé sur EN 1992-4, chimique	
Montage avec écartement:	$e_b = 0,0 \text{ mm}$ (sans écartement); $t = 10,0 \text{ mm}$	
Platine ^R :	$l_x \times l_y \times t = 200,0 \text{ mm} \times 120,0 \text{ mm} \times 10,0 \text{ mm}$; (Épaisseur de platine recommandée: non calculé)	
Profil:	Creux rectangulaire, RRO 70x50x2.5 (EN 10219-2); (L x W x T) = 70,0 mm x 50,0 mm x 2,5 mm	
Matériau de base:	Béton non fissuré béton, C25/30, $f_{c,cyl} = 25,00 \text{ N/mm}^2$; $h = 150,0 \text{ mm}$, Temp. court/long: 40/24 °C, 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]

Charges pondérées (Combinaison de charges 5.1.1-o)

	Charge
N	239,7
V_x	0,0
V_y	24,2
M_z	0,0
M_x	227,3
M_y	0,0

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

Représentation schématique de la platine et du profil !

www.hilti.fr

Société:
Adresse:
Tel | Fax: |
Design: Garde-corps - 20 sept. 2023 (3)
Sous projet | Pos. N°:

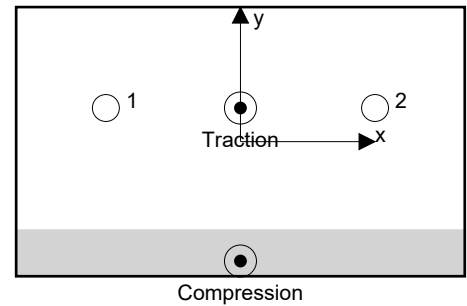
Page: 9
Prescripteur:
E-mail:
Date: 04/10/2023

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	1 759,6	12,1	0,0	-12,1
2	1 759,6	12,1	0,0	-12,1

Déformation max à la compression du béton: 0,54 [%]
Contrainte max à la compression du béton: 16,13 [N/mm²]
Charges de traction résultantes dans (x/y)=(0,0/15,0): 3 519,3 [daN]
Charges de compression résultantes dans (x/y)=(0,0/-53,2): 3 279,6 [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 - 20 sept. 2023 (3)	Date:	04/10/2023
Sous projet Pos. N°:			

6.2.3 Traction EN 1992-4, § 7.2.1

	Charge [daN]	Capacité [daN]	Utilisation β_N [%]	Statut
Rupture acier*	1 759,6	1 933,3	92	OK
Rupture combinée par extraction/glisement et cône de béton**	3 519,3	2 740,9	129	non recommandé
Rupture par cône de béton**	3 519,3	2 567,6	138	non recommandé
Rupture par fendage**	3 519,3	2 557,7	138	non recommandé

* 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]
2 900,0	1,500	1 933,3	1 759,6

www.hilti.fr

Société:		Page:	11
Adresse:		Prescripteur:	
Tel Fax:		E-mail:	
Design:	Garde-corps - 20 sept. 2023 (3)	Date:	04/10/2023
Sous projet Pos. N°:			

6.2.3.2 Rupture combinée par extraction/glisement et cône de béton

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

$$N_{Rk,p} = N_{Rk,p}^0 \cdot \frac{A_{p,N}}{A_{p,N}^0} \cdot \psi_{g,Np} \cdot \psi_{s,Np} \cdot \psi_{re,N} \cdot \psi_{ec1,Np} \cdot \psi_{ec2,Np} \quad \text{EN 1992-4, Éq. (7.13)}$$

$$N_{Rk,p}^0 = \psi_{sus} \cdot \tau_{Rk} \cdot \pi \cdot d \cdot h_{ef} \quad \text{EN 1992-4, Éq. (7.14)}$$

$$\psi_{sus} = 1 \quad \text{EN 1992-4, Éq. (7.14a)}$$

$$s_{cr,Np} = 7,3 \cdot d \cdot \sqrt{\psi_{sus} \cdot \tau_{Rk}} \leq 3 \cdot h_{ef} \quad \text{EN 1992-4, Éq. (7.15)}$$

$$\psi_{g,Np} = \psi_{g,Np}^0 - \left(\frac{s}{s_{cr,Np}} \right)^{0,5} \cdot (\psi_{g,Np}^0 - 1) \geq 1,00 \quad \text{EN 1992-4, Éq. (7.17)}$$

$$\psi_{g,Np}^0 = \sqrt{n} - (\sqrt{n} - 1) \cdot \left(\frac{\tau_{Rk}}{\tau_{Rk,c}} \right)^{1,5} \geq 1,00 \quad \text{EN 1992-4, Éq. (7.18)}$$

$$\tau_{Rk,c} = \frac{k_3}{\pi \cdot d} \cdot \sqrt{h_{ef} \cdot f_{ck}} \quad \text{EN 1992-4, Éq. (7.19)}$$

$$\psi_{s,Np} = 0,7 + 0,3 \cdot \frac{c}{c_{cr,Np}} \leq 1,00 \quad \text{EN 1992-4, Éq. (7.20)}$$

$$\psi_{ec1,Np} = \frac{1}{1 + \left(\frac{2 \cdot e_{c1,N}}{s_{cr,Np}} \right)} \leq 1,00 \quad \text{EN 1992-4, Éq. (7.21)}$$

$$\psi_{ec2,Np} = \frac{1}{1 + \left(\frac{2 \cdot e_{c2,N}}{s_{cr,Np}} \right)} \leq 1,00 \quad \text{EN 1992-4, Éq. (7.21)}$$

$A_{p,N}$ [mm ²]	$A_{p,N}^0$ [mm ²]	$\tau_{Rk,ucr,20}$ [N/mm ²]	$s_{cr,Np}$ [mm]	$c_{cr,Np}$ [mm]	c_{min} [mm]	$f_{c,cyl}$ [N/mm ²]
78 296	84 681	18,00	291,0	145,5	45,0	25,00
ψ_c	$\tau_{Rk,ucr}$ [N/mm ²]	k_3	$\tau_{Rk,c}$ [N/mm ²]	$\psi_{g,Np}^0$	$\psi_{g,Np}$	
1,023	18,41	11,000	17,24	1,000	1,000	
$e_{c1,N}$ [mm]	$\psi_{ec1,Np}$	$e_{c2,N}$ [mm]	$\psi_{ec2,Np}$	$\psi_{s,Np}$	$\psi_{re,Np}$	
0,0	1,000	0,0	1,000	0,793	1,000	
ψ_{sus}^0	α_{sus}	ψ_{sus}				
0,740	0,000	1,000				
$N_{Rk,p}^0$ [daN]	$N_{Rk,p}$ [daN]	$\gamma_{M,p}$	$N_{Rd,p}$ [daN]	N_{Ed} [daN]		
5 609,0	4 111,4	1,500	2 740,9	3 519,3		

www.hilti.fr

Société:		Page:	12
Adresse:		Prescripteur:	
Tel Fax:		E-mail:	
Design:	Garde-corps - 20 sept. 2023 (3)	Date:	04/10/2023
Sous projet Pos. N°:			

6.2.3.3 Rupture par cône de béton

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

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

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

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

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

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

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

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

$A_{c,N}$ [mm ²]	$A_{c,N}^0$ [mm ²]	$c_{cr,N}$ [mm]	$s_{cr,N}$ [mm]	$f_{c,cyl}$ [N/mm ²]		
78 296	84 681	145,5	291,0	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	0,793	1,000	
z [mm]	$\psi_{M,N}$	k_1	$N_{Rk,c}^0$ [daN]	$\gamma_{M,c}$	$N_{Rd,c}$ [daN]	N_{Ed} [daN]
68,2	1,000	11,000	5 254,4	1,500	2 567,6	3 519,3

www.hilti.fr

Société:		Page:	13
Adresse:		Prescripteur:	
Tel Fax:		E-mail:	
Design:	Garde-corps - 20 sept. 2023 (3)	Date:	04/10/2023
Sous projet Pos. N°:			

6.2.3.4 Rupture par fendage

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

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

$$N_{Rk,sp}^0 = \min(N_{Rk,p}^0, N_{Rk,c}^0)$$

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

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

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

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

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

$A_{c,N}$ [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]		
104 495	124 186	176,2	352,4	1,117	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	0,777	1,000	11,000	
$N_{Rk,sp}^0$ [daN]	γ_{Msp}	$N_{Rd,sp}$ [daN]	N_{Ed} [daN]				
5 254,4	1,500	2 557,7	3 519,3				

www.hilti.fr

Société:		Page:	14
Adresse:		Prescripteur:	
Tel Fax:		E-mail:	
Design:	Garde-corps - 20 sept. 2023 (3)	Date:	04/10/2023
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)*	12,1	1 392,0	1	OK
Rupture acier (avec bras de levier)*	NA	NA	NA	NA
Rupture par effet de levier**	24,2	5 135,3	1	OK
Rupture béton en bord de dalle en direction y-**	24,2	6 920,7	1	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]
1 740,0	1,000	1 740,0	1,250	1 392,0	12,1

6.2.4.2 Rupture par effet de levier (cône de béton)

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

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

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

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

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

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

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

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

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

$A_{c,N}$ [mm ²]	$A_{c,N}^0$ [mm ²]	$c_{cr,N}$ [mm]	$s_{cr,N}$ [mm]	k_8	$f_{c,cyl}$ [N/mm ²]	
78 296	84 681	145,5	291,0	2,000	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	0,793	1,000	1,000
k_1	$N_{Rk,c}^0$ [daN]	$\gamma_{M,c,p}$	$V_{Rd,cp}$ [daN]	V_{Ed} [daN]		
11,000	5 254,4	1,500	5 135,3	24,2		

www.hilti.fr

Société:		Page:	15
Adresse:		Prescripteur:	
Tel Fax:		E-mail:	
Design:	Garde-corps - 20 sept. 2023 (3)	Date:	04/10/2023
Sous projet Pos. N°:			

6.2.4.3 Rupture béton en bord de dalle en direction y-

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

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

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

$$\alpha = 0,1 \cdot \left(\frac{l_f}{c_1}\right)^{0,5} \quad \text{EN 1992-4, Éq. (7.42)}$$

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

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

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

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

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

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

l_f [mm]	d_{nom} [mm]	k_9	α	β	$f_{c,cyl}$ [N/mm ²]		
97,0	10,00	2,400	0,040	0,044	25,00		
c_1 [mm]	$A_{c,V}$ [mm ²]	$A_{c,V}^0$ [mm ²]					
605,0	290 250	1 647 112					
$\psi_{s,V}$	$\psi_{h,V}$	α_V [°]	$\psi_{\alpha,V}$	$e_{c,V}$ [mm]	$\psi_{ec,V}$	$\psi_{re,V}$	
1,000	2,460	0,00	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]			
23 950,4	1,0	1,500	6 920,7	24,2			

www.hilti.fr

Société:		Page:	16
Adresse:		Prescripteur:	
Tel Fax:		E-mail:	
Design:	Garde-corps - 20 sept. 2023 (3)	Date:	04/10/2023
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
0,910	0,009	2,000	83	OK

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

Rupture béton

β_N	β_V	α	Utilisation $\beta_{N,V}$ [%]	Statut
1,376	0,005	1,000	116	non recommandé

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

6.2.6 Déplacements (cheville la plus défavorable)

Charge à court terme:

N_{Sk}	=	1 303,4 [daN]	δ_N	=	0,1283 [mm]
V_{Sk}	=	9,0 [daN]	δ_V	=	0,0054 [mm]
			δ_{NV}	=	0,1284 [mm]

Charge à long terme

N_{Sk}	=	1 303,4 [daN]	δ_N	=	0,2139 [mm]
V_{Sk}	=	9,0 [daN]	δ_V	=	0,0072 [mm]
			δ_{NV}	=	0,2140 [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.
- Le nettoyage du trou doit être effectué selon le mode d'emploi (souffler 4x avec la pompe soufflante, brosser 4x, puis re-souffler 4x avec la pompe soufflante).
- Les adhérences caractéristiques dépendent des températures à court et long terme.
- Un renforcement de bord n'est pas requis pour éviter le fendage
- Les adhérences caractéristiques dépendent de la période de retour (durée de vie en années): 50



www.hilti.fr

Société:		Page:	17
Adresse:		Prescripteur:	
Tel Fax:		E-mail:	
Design:	Garde-corps - 20 sept. 2023 (3)	Date:	04/10/2023
Sous projet Pos. N°:			

La fixation ne remplit pas les critères de conception !

www.hilti.fr

Société:		Page:	18
Adresse:		Prescripteur:	
Tel Fax:		E-mail:	
Design:	Garde-corps - 20 sept. 2023 (3)	Date:	04/10/2023
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:

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

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

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

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

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)

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

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

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

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

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

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

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]	$f_{u,\min(\text{Plate,Profile})}$ [N/mm ²]	β_w	γ_{M2}	t_{web} [mm]	t_{flange} [mm]
1,00	235,00	360,00	0,80	1,25	2,5	-
a_{web} [mm]	a_{flange} [mm]	$a_{\min,flange}$ [mm]	$a_{\min,web}$ [mm]			
3,0	-	-	3,0			



www.hilti.fr

Société:		Page:	19
Adresse:		Prescripteur:	
Tel Fax:		E-mail:	
Design:	Garde-corps - 20 sept. 2023 (3)	Date:	04/10/2023
Sous projet Pos. N°:			

L'épaisseur de la soudure ne considère pas les règles pour le soudage des profils formés froids.

www.hilti.fr

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

Page: 20
 Prescripteur:
 E-mail:
 Date: 04/10/2023

 |
 Garde-corps - 20 sept. 2023 (3)

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: Creux rectangulaire, RRO 70x50x2.5 (EN 10219-2); (L x W x T) = 70,0 mm x 50,0 mm x 2,5 mm

 Diamètre du trou de passage: $d_r = 12,0\text{ mm}$

Epaisseur de platine (entrée): 10,0 mm

Epaisseur de platine recommandée: non calculé

Méthode de perçage: Perçage au perforateur

Nettoyage: Un nettoyage manuel du trou est requis conformément aux instructions de pose.

Type et diamètre de la cheville: HIT-HY 200-A + HAS-U 5.8 HDG M10

Code d'article: 2223861 HAS-U 5.8 HDG M10x130 (accessoire de pose) / 2022696 HIT-HY 200-A (mortier)

Couple de pose maximum: 20 Nm

Diamètre du trou dans le matériau de base: 12,0 mm

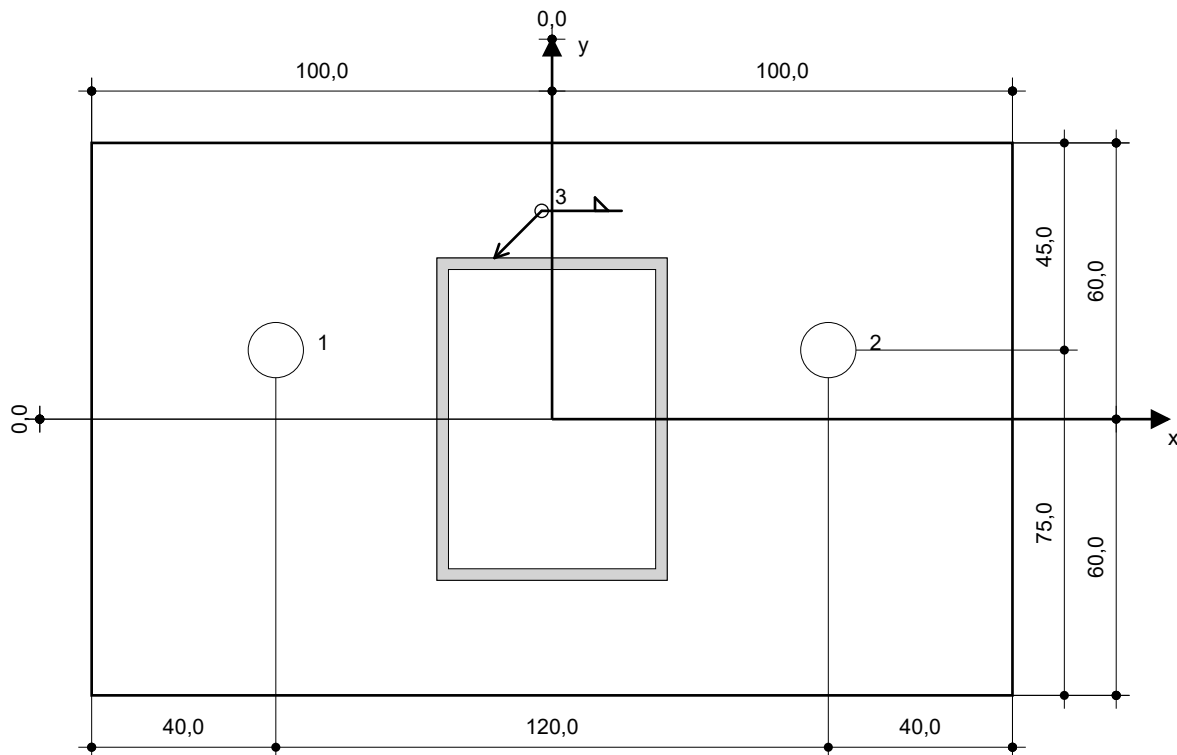
Profondeur du trou dans le matériau de base: 97,0 mm

Epaisseur minimum du matériau de base: 127,0 mm

 Hilti HAS-U tige filetée avec HIT-HY 200 Résine avec 97 mm implantation h_{ef} , M10, shérardisé/galvanisé à chaud, Perçage avec perforateur installation selon ETA 11/0493

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"> Pompe soufflante manuelle Ecouvillon du diamètre approprié 	<ul style="list-style-type: none"> Pince avec porte cartouche et buse Clé dynamométrique


Coordonnées des chevilles mm

Cheville	x	y	c_{-x}	c_{+x}	c_{-y}	c_{+y}
1	-60,0	15,0	-	-	605,0	45,0
2	60,0	15,0	-	-	605,0	45,0

www.hilti.fr

Société:		Page:	21
Adresse:		Prescripteur:	
Tel Fax:		E-mail:	
Design:	Garde-corps - 20 sept. 2023 (3)	Date:	04/10/2023
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 = -24,2;	V _y = 0,0;	V _z = 60,0;	M _x = 0,0;	M _y = 64,8;	M _z = 0,0	33
1.2-i	N = -17,9;	V _y = 0,0;	V _z = 60,0;	M _x = 0,0;	M _y = 64,8;	M _z = 0,0	33
2.1-i	N = -24,2;	V _y = 0,0;	V _z = 60,0;	M _x = 0,0;	M _y = 64,8;	M _z = 0,0	33
2.2-i	N = -17,9;	V _y = 0,0;	V _z = 60,0;	M _x = 0,0;	M _y = 64,8;	M _z = 0,0	33
3.1-i	N = -24,2;	V _y = 0,0;	V _z = 0,0;	M _x = 0,0;	M _y = 0,0;	M _z = 0,0	1
3.2-i	N = -17,9;	V _y = 0,0;	V _z = 0,0;	M _x = 0,0;	M _y = 0,0;	M _z = 0,0	1
4.1.1-i	N = -24,2;	V _y = 0,0;	V _z = 60,0;	M _x = 0,0;	M _y = 64,8;	M _z = 0,0	33
4.1.2-i	N = -24,2;	V _y = 0,0;	V _z = 42,0;	M _x = 0,0;	M _y = 45,4;	M _z = 0,0	24
4.2.1-i	N = -17,9;	V _y = 0,0;	V _z = 60,0;	M _x = 0,0;	M _y = 64,8;	M _z = 0,0	33
4.2.2-i	N = -17,9;	V _y = 0,0;	V _z = 42,0;	M _x = 0,0;	M _y = 45,4;	M _z = 0,0	24
5.1.1-i	N = -24,2;	V _y = 0,0;	V _z = 60,0;	M _x = 0,0;	M _y = 64,8;	M _z = 0,0	33
5.1.2-i	N = -24,2;	V _y = 0,0;	V _z = 42,0;	M _x = 0,0;	M _y = 45,4;	M _z = 0,0	24
5.1.3-i	N = -24,2;	V _y = 0,0;	V _z = 42,0;	M _x = 0,0;	M _y = 45,4;	M _z = 0,0	24
5.2.1-i	N = -17,9;	V _y = 0,0;	V _z = 60,0;	M _x = 0,0;	M _y = 64,8;	M _z = 0,0	33
5.2.2-i	N = -17,9;	V _y = 0,0;	V _z = 42,0;	M _x = 0,0;	M _y = 45,4;	M _z = 0,0	24
5.2.3-i	N = -17,9;	V _y = 0,0;	V _z = 42,0;	M _x = 0,0;	M _y = 45,4;	M _z = 0,0	24
5.3.1-i	N = -24,2;	V _y = 0,0;	V _z = 0,0;	M _x = 0,0;	M _y = 0,0;	M _z = 0,0	1
1.1-o	N = -24,2;	V _y = 0,0;	V _z = -239,7;	M _x = 0,0;	M _y = -225,3;	M _z = 0,0	114
1.2-o	N = -17,9;	V _y = 0,0;	V _z = -239,7;	M _x = 0,0;	M _y = -225,3;	M _z = 0,0	114
2.1-o	N = -24,2;	V _y = 0,0;	V _z = -239,7;	M _x = 0,0;	M _y = -225,3;	M _z = 0,0	114
2.2-o	N = -17,9;	V _y = 0,0;	V _z = -239,7;	M _x = 0,0;	M _y = -225,3;	M _z = 0,0	114
3.1-o	N = -24,2;	V _y = 0,0;	V _z = 0,0;	M _x = 0,0;	M _y = 0,0;	M _z = 0,0	1
3.2-o	N = -17,9;	V _y = 0,0;	V _z = 0,0;	M _x = 0,0;	M _y = 0,0;	M _z = 0,0	1
4.1.1-o	N = -24,2;	V _y = 0,0;	V _z = -239,7;	M _x = 0,0;	M _y = -225,3;	M _z = 0,0	114
4.1.2-o	N = -24,2;	V _y = 0,0;	V _z = -167,8;	M _x = 0,0;	M _y = -157,7;	M _z = 0,0	80
4.2.1-o	N = -17,9;	V _y = 0,0;	V _z = -239,7;	M _x = 0,0;	M _y = -225,3;	M _z = 0,0	114
4.2.2-o	N = -17,9;	V _y = 0,0;	V _z = -167,8;	M _x = 0,0;	M _y = -157,7;	M _z = 0,0	80
5.1.1-o	N = -24,2;	V _y = 0,0;	V _z = -239,7;	M _x = 0,0;	M _y = -225,3;	M _z = 0,0	114
5.1.2-o	N = -24,2;	V _y = 0,0;	V _z = -167,8;	M _x = 0,0;	M _y = -157,7;	M _z = 0,0	80
5.1.3-o	N = -24,2;	V _y = 0,0;	V _z = -167,8;	M _x = 0,0;	M _y = -157,7;	M _z = 0,0	80
5.2.1-o	N = -17,9;	V _y = 0,0;	V _z = -239,7;	M _x = 0,0;	M _y = -225,3;	M _z = 0,0	114
5.2.2-o	N = -17,9;	V _y = 0,0;	V _z = -167,8;	M _x = 0,0;	M _y = -157,7;	M _z = 0,0	80
5.2.3-o	N = -17,9;	V _y = 0,0;	V _z = -167,8;	M _x = 0,0;	M _y = -157,7;	M _z = 0,0	80
5.3.1-o	N = -24,2;	V _y = 0,0;	V _z = 0,0;	M _x = 0,0;	M _y = 0,0;	M _z = 0,0	1
6.1	N = -24,2;	V _y = 0,0;	V _z = 0,0;	M _x = 0,0;	M _y = 0,0;	M _z = 0,0	1
6.2	N = -17,9;	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 au niveau de la section prépondérante: 2-2)

Combinaison de charges	Forces [daN] / Moment [daNm]						Taux de travail max. connecteur
1.1-i	N = -60,0;	V _y = 0,0;	V _z = 24,2;	M _x = 0,0;	M _y = 64,8;	M _z = 0,0	34
1.2-i	N = -60,0;	V _y = 0,0;	V _z = 17,9;	M _x = 0,0;	M _y = 64,8;	M _z = 0,0	34
2.1-i	N = -60,0;	V _y = 0,0;	V _z = 24,2;	M _x = 0,0;	M _y = 64,8;	M _z = 0,0	34
2.2-i	N = -60,0;	V _y = 0,0;	V _z = 17,9;	M _x = 0,0;	M _y = 64,8;	M _z = 0,0	34
3.1-i	N = 0,0;	V _y = 0,0;	V _z = 24,2;	M _x = 0,0;	M _y = 0,0;	M _z = 0,0	1
3.2-i	N = 0,0;	V _y = 0,0;	V _z = 17,9;	M _x = 0,0;	M _y = 0,0;	M _z = 0,0	1
4.1.1-i	N = -60,0;	V _y = 0,0;	V _z = 24,2;	M _x = 0,0;	M _y = 64,8;	M _z = 0,0	34
4.1.2-i	N = -42,0;	V _y = 0,0;	V _z = 24,2;	M _x = 0,0;	M _y = 45,4;	M _z = 0,0	24
4.2.1-i	N = -60,0;	V _y = 0,0;	V _z = 17,9;	M _x = 0,0;	M _y = 64,8;	M _z = 0,0	34
4.2.2-i	N = -42,0;	V _y = 0,0;	V _z = 17,9;	M _x = 0,0;	M _y = 45,4;	M _z = 0,0	24
5.1.1-i	N = -60,0;	V _y = 0,0;	V _z = 24,2;	M _x = 0,0;	M _y = 64,8;	M _z = 0,0	34
5.1.2-i	N = -42,0;	V _y = 0,0;	V _z = 24,2;	M _x = 0,0;	M _y = 45,4;	M _z = 0,0	24
5.1.3-i	N = -42,0;	V _y = 0,0;	V _z = 24,2;	M _x = 0,0;	M _y = 45,4;	M _z = 0,0	24
5.2.1-i	N = -60,0;	V _y = 0,0;	V _z = 17,9;	M _x = 0,0;	M _y = 64,8;	M _z = 0,0	34
5.2.2-i	N = -42,0;	V _y = 0,0;	V _z = 17,9;	M _x = 0,0;	M _y = 45,4;	M _z = 0,0	24
5.2.3-i	N = -42,0;	V _y = 0,0;	V _z = 17,9;	M _x = 0,0;	M _y = 45,4;	M _z = 0,0	24
5.3.1-i	N = 0,0;	V _y = 0,0;	V _z = 24,2;	M _x = 0,0;	M _y = 0,0;	M _z = 0,0	1
1.1-o	N = 239,7;	V _y = 0,0;	V _z = 24,2;	M _x = 0,0;	M _y = -225,3;	M _z = 0,0	117
1.2-o	N = 239,7;	V _y = 0,0;	V _z = 17,9;	M _x = 0,0;	M _y = -225,3;	M _z = 0,0	117
2.1-o	N = 239,7;	V _y = 0,0;	V _z = 24,2;	M _x = 0,0;	M _y = -225,3;	M _z = 0,0	117
2.2-o	N = 239,7;	V _y = 0,0;	V _z = 17,9;	M _x = 0,0;	M _y = -225,3;	M _z = 0,0	117
3.1-o	N = 0,0;	V _y = 0,0;	V _z = 24,2;	M _x = 0,0;	M _y = 0,0;	M _z = 0,0	1
3.2-o	N = 0,0;	V _y = 0,0;	V _z = 17,9;	M _x = 0,0;	M _y = 0,0;	M _z = 0,0	1
4.1.1-o	N = 239,7;	V _y = 0,0;	V _z = 24,2;	M _x = 0,0;	M _y = -225,3;	M _z = 0,0	117
4.1.2-o	N = 167,8;	V _y = 0,0;	V _z = 24,2;	M _x = 0,0;	M _y = -157,7;	M _z = 0,0	82
4.2.1-o	N = 239,7;	V _y = 0,0;	V _z = 17,9;	M _x = 0,0;	M _y = -225,3;	M _z = 0,0	117
4.2.2-o	N = 167,8;	V _y = 0,0;	V _z = 17,9;	M _x = 0,0;	M _y = -157,7;	M _z = 0,0	82
5.1.1-o	N = 239,7;	V _y = 0,0;	V _z = 24,2;	M _x = 0,0;	M _y = -225,3;	M _z = 0,0	117
5.1.2-o	N = 167,8;	V _y = 0,0;	V _z = 24,2;	M _x = 0,0;	M _y = -157,7;	M _z = 0,0	82
5.1.3-o	N = 167,8;	V _y = 0,0;	V _z = 24,2;	M _x = 0,0;	M _y = -157,7;	M _z = 0,0	82
5.2.1-o	N = 239,7;	V_y = 0,0;	V_z = 17,9;	M_x = 0,0;	M_y = -225,3;	M_z = 0,0	117
5.2.2-o	N = 167,8;	V _y = 0,0;	V _z = 17,9;	M _x = 0,0;	M _y = -157,7;	M _z = 0,0	82
5.2.3-o	N = 167,8;	V _y = 0,0;	V _z = 17,9;	M _x = 0,0;	M _y = -157,7;	M _z = 0,0	82
5.3.1-o	N = 0,0;	V _y = 0,0;	V _z = 24,2;	M _x = 0,0;	M _y = 0,0;	M _z = 0,0	1
6.1	N = 0,0;	V _y = 0,0;	V _z = 24,2;	M _x = 0,0;	M _y = 0,0;	M _z = 0,0	1
6.2	N = 0,0;	V _y = 0,0;	V _z = 17,9;	M _x = 0,0;	M _y = 0,0;	M _z = 0,0	1

www.hilti.fr

Société:		Page:	23
Adresse:		Prescripteur:	
Tel Fax:		E-mail:	
Design:	Garde-corps - 20 sept. 2023 (3)	Date:	04/10/2023
Sous projet Pos. N°:			

6.3.3 Combinaison de charges (ULS, sollicitations internes au niveau de la section prépondérante: 3-3)

Combinaison de charges	Forces [daN] / Moment [daNm]						Taux de travail max. connecteur
1.1-i	N = -60,0;	V _y = 0,0;	V _z = -24,2;	M _x = 0,0;	M _y = 62,7;	M _z = 0,0	21
1.2-i	N = -60,0;	V _y = 0,0;	V _z = -17,9;	M _x = 0,0;	M _y = 63,3;	M _z = 0,0	21
2.1-i	N = -60,0;	V _y = 0,0;	V _z = -24,2;	M _x = 0,0;	M _y = 62,7;	M _z = 0,0	21
2.2-i	N = -60,0;	V _y = 0,0;	V _z = -17,9;	M _x = 0,0;	M _y = 63,3;	M _z = 0,0	21
3.1-i	N = 0,0;	V _y = 0,0;	V _z = -24,2;	M _x = 0,0;	M _y = -2,1;	M _z = 0,0	1
3.2-i	N = 0,0;	V _y = 0,0;	V _z = -17,9;	M _x = 0,0;	M _y = -1,5;	M _z = 0,0	1
4.1.1-i	N = -60,0;	V _y = 0,0;	V _z = -24,2;	M _x = 0,0;	M _y = 62,7;	M _z = 0,0	21
4.1.2-i	N = -42,0;	V _y = 0,0;	V _z = -24,2;	M _x = 0,0;	M _y = 43,3;	M _z = 0,0	15
4.2.1-i	N = -60,0;	V _y = 0,0;	V _z = -17,9;	M _x = 0,0;	M _y = 63,3;	M _z = 0,0	21
4.2.2-i	N = -42,0;	V _y = 0,0;	V _z = -17,9;	M _x = 0,0;	M _y = 43,8;	M _z = 0,0	15
5.1.1-i	N = -60,0;	V _y = 0,0;	V _z = -24,2;	M _x = 0,0;	M _y = 62,7;	M _z = 0,0	21
5.1.2-i	N = -42,0;	V _y = 0,0;	V _z = -24,2;	M _x = 0,0;	M _y = 43,3;	M _z = 0,0	15
5.1.3-i	N = -42,0;	V _y = 0,0;	V _z = -24,2;	M _x = 0,0;	M _y = 43,3;	M _z = 0,0	15
5.2.1-i	N = -60,0;	V _y = 0,0;	V _z = -17,9;	M _x = 0,0;	M _y = 63,3;	M _z = 0,0	21
5.2.2-i	N = -42,0;	V _y = 0,0;	V _z = -17,9;	M _x = 0,0;	M _y = 43,8;	M _z = 0,0	15
5.2.3-i	N = -42,0;	V _y = 0,0;	V _z = -17,9;	M _x = 0,0;	M _y = 43,8;	M _z = 0,0	15
5.3.1-i	N = 0,0;	V _y = 0,0;	V _z = -24,2;	M _x = 0,0;	M _y = -2,1;	M _z = 0,0	1
1.1-o	N = 239,7;	V _y = 0,0;	V _z = -24,2;	M _x = 0,0;	M _y = -227,3;	M _z = 0,0	74
1.2-o	N = 239,7;	V _y = 0,0;	V _z = -17,9;	M _x = 0,0;	M _y = -226,8;	M _z = 0,0	74
2.1-o	N = 239,7;	V _y = 0,0;	V _z = -24,2;	M _x = 0,0;	M _y = -227,3;	M _z = 0,0	74
2.2-o	N = 239,7;	V _y = 0,0;	V _z = -17,9;	M _x = 0,0;	M _y = -226,8;	M _z = 0,0	74
3.1-o	N = 0,0;	V _y = 0,0;	V _z = -24,2;	M _x = 0,0;	M _y = -2,1;	M _z = 0,0	1
3.2-o	N = 0,0;	V _y = 0,0;	V _z = -17,9;	M _x = 0,0;	M _y = -1,5;	M _z = 0,0	1
4.1.1-o	N = 239,7;	V _y = 0,0;	V _z = -24,2;	M _x = 0,0;	M _y = -227,3;	M _z = 0,0	74
4.1.2-o	N = 167,8;	V _y = 0,0;	V _z = -24,2;	M _x = 0,0;	M _y = -159,8;	M _z = 0,0	52
4.2.1-o	N = 239,7;	V _y = 0,0;	V _z = -17,9;	M _x = 0,0;	M _y = -226,8;	M _z = 0,0	74
4.2.2-o	N = 167,8;	V _y = 0,0;	V _z = -17,9;	M _x = 0,0;	M _y = -159,2;	M _z = 0,0	52
5.1.1-o	N = 239,7;	V _y = 0,0;	V _z = -24,2;	M _x = 0,0;	M _y = -227,3;	M _z = 0,0	74
5.1.2-o	N = 167,8;	V _y = 0,0;	V _z = -24,2;	M _x = 0,0;	M _y = -159,8;	M _z = 0,0	52
5.1.3-o	N = 167,8;	V _y = 0,0;	V _z = -24,2;	M _x = 0,0;	M _y = -159,8;	M _z = 0,0	52
5.2.1-o	N = 239,7;	V _y = 0,0;	V _z = -17,9;	M _x = 0,0;	M _y = -226,8;	M _z = 0,0	74
5.2.2-o	N = 167,8;	V _y = 0,0;	V _z = -17,9;	M _x = 0,0;	M _y = -159,2;	M _z = 0,0	52
5.2.3-o	N = 167,8;	V _y = 0,0;	V _z = -17,9;	M _x = 0,0;	M _y = -159,2;	M _z = 0,0	52
5.3.1-o	N = 0,0;	V _y = 0,0;	V _z = -24,2;	M _x = 0,0;	M _y = -2,1;	M _z = 0,0	1
6.1	N = 0,0;	V _y = 0,0;	V _z = -24,2;	M _x = 0,0;	M _y = -2,1;	M _z = 0,0	1
6.2	N = 0,0;	V _y = 0,0;	V _z = -17,9;	M _x = 0,0;	M _y = -1,5;	M _z = 0,0	1

6.3.4 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 = 0,0;	M _z = 1,3	1
1.2-i	N = 0,0;	V _y = 0,0;	V _z = 0,0;	M _x = 0,0;	M _y = 0,0;	M _z = 1,0	1
2.1-i	N = 0,0;	V _y = 0,0;	V _z = 0,0;	M _x = 0,0;	M _y = 0,0;	M _z = 1,3	1
2.2-i	N = 0,0;	V _y = 0,0;	V _z = 0,0;	M _x = 0,0;	M _y = 0,0;	M _z = 1,0	1
3.1-i	N = 0,0;	V _y = 0,0;	V _z = 0,0;	M _x = 0,0;	M _y = 0,0;	M _z = 1,3	1
3.2-i	N = 0,0;	V _y = 0,0;	V _z = 0,0;	M _x = 0,0;	M _y = 0,0;	M _z = 1,0	1
4.1.1-i	N = 0,0;	V _y = 0,0;	V _z = 0,0;	M _x = 0,0;	M _y = 0,0;	M _z = 1,3	1
4.1.2-i	N = 0,0;	V _y = 0,0;	V _z = 0,0;	M _x = 0,0;	M _y = 0,0;	M _z = 1,3	1
4.2.1-i	N = 0,0;	V _y = 0,0;	V _z = 0,0;	M _x = 0,0;	M _y = 0,0;	M _z = 1,0	1
4.2.2-i	N = 0,0;	V _y = 0,0;	V _z = 0,0;	M _x = 0,0;	M _y = 0,0;	M _z = 1,0	1
5.1.1-i	N = 0,0;	V _y = 0,0;	V _z = 0,0;	M _x = 0,0;	M _y = 0,0;	M _z = 1,3	1
5.1.2-i	N = 0,0;	V _y = 0,0;	V _z = 0,0;	M _x = 0,0;	M _y = 0,0;	M _z = 1,3	1
5.1.3-i	N = 0,0;	V _y = 0,0;	V _z = 0,0;	M _x = 0,0;	M _y = 0,0;	M _z = 1,3	1
5.2.1-i	N = 0,0;	V _y = 0,0;	V _z = 0,0;	M _x = 0,0;	M _y = 0,0;	M _z = 1,0	1
5.2.2-i	N = 0,0;	V _y = 0,0;	V _z = 0,0;	M _x = 0,0;	M _y = 0,0;	M _z = 1,0	1
5.2.3-i	N = 0,0;	V _y = 0,0;	V _z = 0,0;	M _x = 0,0;	M _y = 0,0;	M _z = 1,0	1
5.3.1-i	N = 0,0;	V _y = 0,0;	V _z = 0,0;	M _x = 0,0;	M _y = 0,0;	M _z = 1,3	1
1.1-o	N = 0,0;	V _y = 0,0;	V _z = 0,0;	M _x = 0,0;	M _y = 31,8;	M _z = 1,3	3
1.2-o	N = 0,0;	V _y = 0,0;	V _z = 0,0;	M _x = 0,0;	M _y = 31,8;	M _z = 1,0	3
2.1-o	N = 0,0;	V _y = 0,0;	V _z = 0,0;	M _x = 0,0;	M _y = 31,8;	M _z = 1,3	3
2.2-o	N = 0,0;	V _y = 0,0;	V _z = 0,0;	M _x = 0,0;	M _y = 31,8;	M _z = 1,0	3
3.1-o	N = 0,0;	V _y = 0,0;	V _z = 0,0;	M _x = 0,0;	M _y = 0,0;	M _z = 1,3	1
3.2-o	N = 0,0;	V _y = 0,0;	V _z = 0,0;	M _x = 0,0;	M _y = 0,0;	M _z = 1,0	1
4.1.1-o	N = 0,0;	V _y = 0,0;	V _z = 0,0;	M _x = 0,0;	M _y = 31,8;	M _z = 1,3	3
4.1.2-o	N = 0,0;	V _y = 0,0;	V _z = 0,0;	M _x = 0,0;	M _y = 22,3;	M _z = 1,3	2
4.2.1-o	N = 0,0;	V _y = 0,0;	V _z = 0,0;	M _x = 0,0;	M _y = 31,8;	M _z = 1,0	3
4.2.2-o	N = 0,0;	V _y = 0,0;	V _z = 0,0;	M _x = 0,0;	M _y = 22,3;	M _z = 1,0	2
5.1.1-o	N = 0,0;	V _y = 0,0;	V _z = 0,0;	M _x = 0,0;	M _y = 31,8;	M _z = 1,3	3
5.1.2-o	N = 0,0;	V _y = 0,0;	V _z = 0,0;	M _x = 0,0;	M _y = 22,3;	M _z = 1,3	2
5.1.3-o	N = 0,0;	V _y = 0,0;	V _z = 0,0;	M _x = 0,0;	M _y = 22,3;	M _z = 1,3	2
5.2.1-o	N = 0,0;	V _y = 0,0;	V _z = 0,0;	M _x = 0,0;	M _y = 31,8;	M _z = 1,0	3
5.2.2-o	N = 0,0;	V _y = 0,0;	V _z = 0,0;	M _x = 0,0;	M _y = 22,3;	M _z = 1,0	2
5.2.3-o	N = 0,0;	V _y = 0,0;	V _z = 0,0;	M _x = 0,0;	M _y = 22,3;	M _z = 1,0	2
5.3.1-o	N = 0,0;	V _y = 0,0;	V _z = 0,0;	M _x = 0,0;	M _y = 0,0;	M _z = 1,3	1
6.1	N = 0,0;	V _y = 0,0;	V _z = 0,0;	M _x = 0,0;	M _y = 0,0;	M _z = 1,3	1
6.2	N = 0,0;	V _y = 0,0;	V _z = 0,0;	M _x = 0,0;	M _y = 0,0;	M _z = 1,0	1

www.hilti.fr

Société:
 Adresse:
 Tel | Fax: |
 Design: Garde-corps - 20 sept. 2023 (3)
 Sous projet | Pos. N°:

Page: 25
 Prescripteur:
 E-mail:
 Date: 04/10/2023

6.3.5 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 = 5,5;	V _z = 0,0;	M _x = 0,0;	M _y = 0,0;	M _z = -1,6	1
1.2-i	N = 0,0;	V _y = 4,1;	V _z = 0,0;	M _x = 0,0;	M _y = 0,0;	M _z = -1,2	1
2.1-i	N = 0,0;	V _y = 5,5;	V _z = 0,0;	M _x = 0,0;	M _y = 0,0;	M _z = -1,6	1
2.2-i	N = 0,0;	V _y = 4,1;	V _z = 0,0;	M _x = 0,0;	M _y = 0,0;	M _z = -1,2	1
3.1-i	N = 0,0;	V _y = 5,5;	V _z = 0,0;	M _x = 0,0;	M _y = 0,0;	M _z = -1,6	1
3.2-i	N = 0,0;	V _y = 4,1;	V _z = 0,0;	M _x = 0,0;	M _y = 0,0;	M _z = -1,2	1
4.1.1-i	N = 0,0;	V _y = 5,5;	V _z = 0,0;	M _x = 0,0;	M _y = 0,0;	M _z = -1,6	1
4.1.2-i	N = 0,0;	V _y = 5,5;	V _z = 0,0;	M _x = 0,0;	M _y = 0,0;	M _z = -1,6	1
4.2.1-i	N = 0,0;	V _y = 4,1;	V _z = 0,0;	M _x = 0,0;	M _y = 0,0;	M _z = -1,2	1
4.2.2-i	N = 0,0;	V _y = 4,1;	V _z = 0,0;	M _x = 0,0;	M _y = 0,0;	M _z = -1,2	1
5.1.1-i	N = 0,0;	V _y = 5,5;	V _z = 0,0;	M _x = 0,0;	M _y = 0,0;	M _z = -1,6	1
5.1.2-i	N = 0,0;	V _y = 5,5;	V _z = 0,0;	M _x = 0,0;	M _y = 0,0;	M _z = -1,6	1
5.1.3-i	N = 0,0;	V _y = 5,5;	V _z = 0,0;	M _x = 0,0;	M _y = 0,0;	M _z = -1,6	1
5.2.1-i	N = 0,0;	V _y = 4,1;	V _z = 0,0;	M _x = 0,0;	M _y = 0,0;	M _z = -1,2	1
5.2.2-i	N = 0,0;	V _y = 4,1;	V _z = 0,0;	M _x = 0,0;	M _y = 0,0;	M _z = -1,2	1
5.2.3-i	N = 0,0;	V _y = 4,1;	V _z = 0,0;	M _x = 0,0;	M _y = 0,0;	M _z = -1,2	1
5.3.1-i	N = 0,0;	V _y = 5,5;	V _z = 0,0;	M _x = 0,0;	M _y = 0,0;	M _z = -1,6	1
1.1-o	N = 0,0;	V _y = 5,5;	V _z = 126,3;	M _x = 0,0;	M _y = -29,6;	M _z = -1,6	3
1.2-o	N = 0,0;	V _y = 4,1;	V _z = 126,3;	M _x = 0,0;	M _y = -29,6;	M _z = -1,2	3
2.1-o	N = 0,0;	V _y = 5,5;	V _z = 126,3;	M _x = 0,0;	M _y = -29,6;	M _z = -1,6	3
2.2-o	N = 0,0;	V _y = 4,1;	V _z = 126,3;	M _x = 0,0;	M _y = -29,6;	M _z = -1,2	3
3.1-o	N = 0,0;	V _y = 5,5;	V _z = 0,0;	M _x = 0,0;	M _y = 0,0;	M _z = -1,6	1
3.2-o	N = 0,0;	V _y = 4,1;	V _z = 0,0;	M _x = 0,0;	M _y = 0,0;	M _z = -1,2	1
4.1.1-o	N = 0,0;	V _y = 5,5;	V _z = 126,3;	M _x = 0,0;	M _y = -29,6;	M _z = -1,6	3
4.1.2-o	N = 0,0;	V _y = 5,5;	V _z = 88,4;	M _x = 0,0;	M _y = -20,7;	M _z = -1,6	2
4.2.1-o	N = 0,0;	V _y = 4,1;	V _z = 126,3;	M _x = 0,0;	M _y = -29,6;	M _z = -1,2	3
4.2.2-o	N = 0,0;	V _y = 4,1;	V _z = 88,4;	M _x = 0,0;	M _y = -20,7;	M _z = -1,2	2
5.1.1-o	N = 0,0;	V _y = 5,5;	V _z = 126,3;	M _x = 0,0;	M _y = -29,6;	M _z = -1,6	3
5.1.2-o	N = 0,0;	V _y = 5,5;	V _z = 88,4;	M _x = 0,0;	M _y = -20,7;	M _z = -1,6	2
5.1.3-o	N = 0,0;	V _y = 5,5;	V _z = 88,4;	M _x = 0,0;	M _y = -20,7;	M _z = -1,6	2
5.2.1-o	N = 0,0;	V _y = 4,1;	V _z = 126,3;	M _x = 0,0;	M _y = -29,6;	M _z = -1,2	3
5.2.2-o	N = 0,0;	V _y = 4,1;	V _z = 88,4;	M _x = 0,0;	M _y = -20,7;	M _z = -1,2	2
5.2.3-o	N = 0,0;	V _y = 4,1;	V _z = 88,4;	M _x = 0,0;	M _y = -20,7;	M _z = -1,2	2
5.3.1-o	N = 0,0;	V _y = 5,5;	V _z = 0,0;	M _x = 0,0;	M _y = 0,0;	M _z = -1,6	1
6.1	N = 0,0;	V _y = 5,5;	V _z = 0,0;	M _x = 0,0;	M _y = 0,0;	M _z = -1,6	1
6.2	N = 0,0;	V _y = 4,1;	V _z = 0,0;	M _x = 0,0;	M _y = 0,0;	M _z = -1,2	1

6.3.6 Combinaison de charges (SLS, sollicitations internes au niveau de la section prépondérante: 2-2)

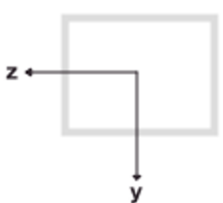
Combinaison de charges	Forces [daN]			Taux de travail max. connecteur
SLS	N = -17,9;	V _y = 0,0;	V _z = -159,8;	32

www.hilti.fr

Société: Adresse: Tel Fax: Design: Sous projet Pos. N°:	Page: 26 Prescripteur: E-mail: Date: 04/10/2023
 Garde-corps - 20 sept. 2023 (3)	

6.3.7 Main courante

6.3.7.1 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]
559	326	233	380 100	225 900
I _t [mm ⁴]	W _{el,y} [mm ³]	W _{el,z} [mm ³]	W _{pl,y} [mm ³]	W _{pl,z} [mm ³]
456 400	10 860	9 040	13 160	10 450

Profil: RRO 70x50x2.5 (EN 10219-2)

 Définir l'orientation: $\alpha = 0^\circ$

6.3.7.2 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

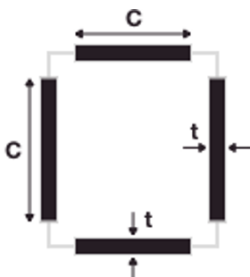
Classification des sections

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

$$\varepsilon = 1,000$$

Limites (éléments soumis à une contrainte de compression)

Classe 1	2	3
33 · ε	38 · ε	42 · ε
33	38	42



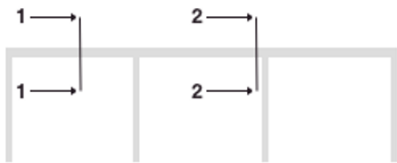
Élément	c [mm]	t [mm]	c / t	Classe
Flange (y)	40,0	2,5	16,000	1
Web (z)	60,0	2,5	24,000	1
Classification générale				1

www.hilti.fr

Société:		Page:	27
Adresse:		Prescripteur:	
Tel Fax:		E-mail:	
Design:	Garde-corps - 20 sept. 2023 (3)	Date:	04/10/2023
Sous projet Pos. N°:			

6.3.7.3 Résistance de la section - MultipleSpans

	Taux de travail max. connecté	Status
Résistance à la force de cisaillement	3	OK
Résistance au moment de flexion et à la force axiale	3	OK

Sollicitations et moments


Section	LC	V _{z,Ed} [daN]	V _{y,Ed} [daN]	M _{y,Ed} [daNm]	M _{z,Ed} [daNm]
FIELD	5.2.1-o	-	-	31,8	1,0
SUPPORT	5.2.1-o	126,3	4,1	-29,6	-1,2

Résistance à la force de cisaillement

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

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

Section	LC	V _{z,Ed} [daN]	V _{z,pl,d} [daN]	Utilisation [%]	V _{y,Ed} [daN]	V _{y,pl,d} [daN]	Utilisation [%]
FIELD	5.2.1-o	-	-	NA	-	-	NA
SUPPORT	5.2.1-o	126,3	4 423,1	3	4,1	3 161,3	1

Résistance au moment de flexion et à la force axiale

$$\left[\frac{M_{y,Ed}}{M_{y,Rd}} \right]^\alpha + \left[\frac{M_{z,Ed}}{M_{z,Rd}} \right]^\alpha \leq 1$$

$$\alpha = \beta = \frac{1,66}{1 - 1,13 \cdot n^2} \leq 6$$

$$\alpha = \beta = 1,66$$

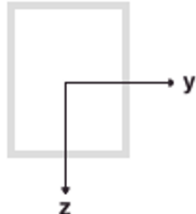
Section	LC	M _{y,Ed} [daNm]	M _{z,Ed} [daNm]	M _{y,Rd} [daNm]	M _{z,Rd} [daNm]	Utilisation [%]
FIELD	5.2.1-o	31,8	1,0	309,3	245,6	3
SUPPORT	5.2.1-o	-29,6	-1,2	309,3	245,6	3

www.hilti.fr

Société:		Page:	28
Adresse:		Prescripteur:	
Tel Fax:		E-mail:	
Design:	Garde-corps - 20 sept. 2023 (3)	Date:	04/10/2023
Sous projet Pos. N°:			

6.3.8 Montant de garde-corps (Montant central)

6.3.8.1 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]
	559	326	233	380 100	225 900
	I_t [mm ⁴]	I_ω [mm ⁶]	$W_{el,y}$ [mm ³]	$W_{el,z}$ [mm ³]	$W_{pl,y}$ [mm ³]
	456 400	3 800 000	10 860	9 040	13 160
	$W_{pl,z}$ [mm ³]				
	10 450				

Profil: RRO 70x50x2.5 (EN 10219-2)

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

6.3.8.2 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

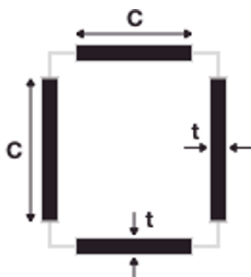
Classification des sections

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

$$\varepsilon = 1,000$$

Limites (éléments soumis à une contrainte de compression)

Classe 1	2	3
$33 \cdot \varepsilon$	$38 \cdot \varepsilon$	$42 \cdot \varepsilon$
33	38	42



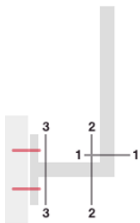
Élément	c [mm]	t [mm]	c / t	Classe
Flange (y)	40,0	2,5	16,000	1
Web (z)	60,0	2,5	24,000	1
Classification générale				1

www.hilti.fr

Société:		Page:	29
Adresse:		Prescripteur:	
Tel Fax:		E-mail:	
Design:	Garde-corps - 20 sept. 2023 (3)	Date:	04/10/2023
Sous projet Pos. N°:			

6.3.8.3 Résistance de la section

	Taux de travail max. connecté	Status
Résistance à la force de cisaillement	6	OK
Résistance au moment de flexion et à la force axiale-Plastique	74	OK
Résistance au moment de flexion et à la force axiale-Élastique	NA	NA
Résistance bielle et tirant effort axial	2	OK
Résistance bielle et tirant, moment de flexion et effort axial	117	non recommandé

Sollicitations et moments


Section	LC	N _{Ed} [daN]	M _{y,Ed} [daNm]	V _{z,Ed} [daN]
1-1	5.2.1-o	-17,9	-225,3	-239,7
2-2	5.2.1-o	239,7	-225,3	17,9
3-3	5.2.1-o	239,7	-226,8	-17,9

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	5.2.1-o	-239,7	4 423,1	6
2-2	5.2.1-o	17,9	4 423,1	1
3-3	5.2.1-o	-17,9	4 423,1	1

Résistance au moment de flexion et à la force axiale

Plastique

$$M_{y,Ed} \leq M_{N,y,Rd} = M_{pl,y,Rd} \cdot \frac{(1 - n)}{(1 - 0,5 \cdot a_{w,y})} \leq M_{pl,y,Rd}$$

$$n = \frac{|N_{Ed}|}{N_{pl,Rd}}$$

$$a_{w,y} = \frac{(A - 2 \cdot \text{largeur} \cdot t)}{A}$$

N _{pl,Rd} [daN]	M _{pl,y,Rd} [daNm]	A [mm ²]	largeur [mm]	t [mm]	a _{w,y}	
13 136,5	309,3	559	50,0	2,5	0,500	
Section	LC	N _{Ed} [daN]	M _{y,Ed} [daNm]	n	M _{N,y,Rd} [daNm]	Utilisation [%]
3-3	5.2.1-o	239,7	-226,8	0,018	309,3	74

www.hilti.fr

 Société:
 Adresse:
 Tel | Fax: |
 Design: Garde-corps - 20 sept. 2023 (3)
 Sous projet | Pos. N°:

 Page: 30
 Prescripteur:
 E-mail:
 Date: 04/10/2023

Résistance bielle (EN 1992-4, Tableau 7.16)

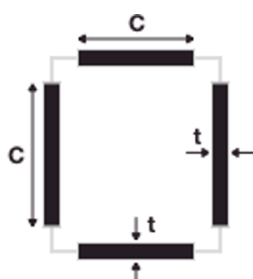
Classification des sections

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

$$\varepsilon = 1,000$$

Limites (éléments soumis à la flexion)

Classe 1, Flange	Classe 1, Web
$33 \cdot \varepsilon$	$72 \cdot \varepsilon$
33	72



Élément	c [mm]	t [mm]	c / t	Classe
Flange (y)	40,0	2,5	16,000	1
Web (z)	60,0	2,5	24,000	1
Classification générale				1

Résistance bielle et tirant au moment de flexion et à l'effort axial

$$\beta_N = \frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}} \leq 0,2$$

$$\beta_M = \frac{M_{Ed}}{M_{pl,Rd}}$$

$$\kappa = \frac{3 \cdot \sqrt{b_0 / h_0}}{[b_0 / t_0]^{0,8}} + \frac{1}{1 + 2 \cdot b_0 / h_0}$$

$$\frac{\beta_N + \beta_M}{\kappa} \leq 1,0$$

Section	LC	N_{Ed} [daN]	M_{Ed} [daNm]	β_N	β_M	$(\beta_N + \beta_M) / \kappa$	Utilisation[%]
1-1	5.2.1-o	-17,9	-225,3	0,001	0,728	1,136	114
2-2	5.2.1-o	239,7	-225,3	0,018	0,728	1,162	117

b_0 [mm]	h_0 [mm]	t_0 [mm]	κ
50,0	70,0	2,5	0,64

N_{Ed} [daN]	$N_{pl,Rd}$ [daN]	M_{Ed} [daNm]	$M_{pl,Rd}$ [daNm]
239,7	13 136,5	-225,3	309,3

β_N	β_M	$(\beta_N + \beta_M) / \kappa$	Utilisation[%]
0,018	0,728	1,162	117

www.hilti.fr

Société:		Page:	31
Adresse:		Prescripteur:	
Tel Fax:		E-mail:	
Design:	Garde-corps - 20 sept. 2023 (3)	Date:	04/10/2023
Sous projet Pos. N°:			

6.3.8.4 Flambage / stabilité (section 1-1)

	Taux de travail max. connecté	Status
Flambage / stabilité perpendiculaire Axe Y	0	NA
Flambage / stabilité parallèle Axe z	0	NA

Sollicitations et moments

Section	LC	N _{Ed} [daN]	M _{y,Ed} [daNm]
1-1	5.2.1-o	17,9	225,3

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
0,882	0,200	0,040	17,9	16 885,3	0,001	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
0,120	0,200	0,040	225,3	21 563,6	0,010	non

Flambage / stabilité perpendiculaire Axe Y

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

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

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

LC	N _{Ed} [daN]	N _{b,y,Rd} [daN]	k _{yy}	M _{y,Ed} [daNm]	M _{b,y,Rd} [daNm]	Utilisation [%]
5.2.1-o	17,9	8 025,2	0,000	225,3	309,3	0

www.hilti.fr

 Société:
 Adresse:
 Tel | Fax: |
 Design: Garde-corps - 20 sept. 2023 (3)
 Sous projet | Pos. N°:

 Page: 32
 Prescripteur:
 E-mail:
 Date: 04/10/2023

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	1 080,0	210 000,00	380 100	16 885,3	559	235,00
λ_y	λ_0	α	ϕ	χ_y	γ_{M1}	$N_{b,y,Rd}$ [daN]
0,882	0,200	0,490	1,056	0,611	1,000	8 025,2

Flambage latéral torsionnel (FLT)

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

largeur [mm]	longueur [mm]	largeur/longueur	χ_{LT}	$M_{b,y,Rd}$ [daNm]
50,0	70,0	0,714	1,000	309,3

$$M_{cr,y} = c_1 \cdot \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_z}{L^2} \cdot \left(\sqrt{\frac{I_\omega}{I_z} + \frac{L^2 \cdot G \cdot I_T}{\pi^2 \cdot E \cdot I_z}} \right)$$

c_1	L [mm]	E [N/mm ²]	G [N/mm ²]	I_z [mm ⁴]	I_ω [mm ⁶]	I_T [mm ⁴]	$M_{cr,y}$ [daNm]
1,770	1 080,0	210 000,00	81 000,00	225 900	3 800 000	456 400	21 563,6

$$\lambda_{LT} = \sqrt{\frac{W_{pl,y} \cdot f_{yk}}{M_{cr,y}}}$$

$W_{pl,y}$ [mm ³]	f_y [N/mm ²]	$M_{cr,y}$ [daNm]	λ_{LT}
13 160	235,00	21 563,6	0,120

$$\chi_{LT} = 1,0$$

www.hilti.fr

Société:		Page:	33
Adresse:		Prescripteur:	
Tel Fax:		E-mail:	
Design:	Garde-corps - 20 sept. 2023 (3)	Date:	04/10/2023
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
0,400	0,200	0,040	17,9	81 920,3	0,000	non

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
0,120	0,200	0,040	225,3	21 563,6	0,010	non

Flambage / stabilité parallèle Axe z

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

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

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

LC	N_{Ed} [daN]	$N_{b,z,Rd}$ [daN]	k_{zy}	$M_{y,Ed}$ [daNm]	$M_{b,y,Rd}$ [daNm]	Utilisation [%]
5.2.1-o	17,9	11 784,6	0,000	225,3	309,3	0

www.hilti.fr

Société:
 Adresse:
 Tel | Fax: |
 Design: Garde-corps - 20 sept. 2023 (3)
 Sous projet | Pos. N°:

Page: 34
 Prescripteur:
 E-mail:
 Date: 04/10/2023

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	1 080,0	210 000,00	225 900	81 920,3	559	235,00
λ_z	λ_0	α	ϕ	χ_z	γ_{M1}	N _{b,z,Rd} [daN]
0,400	0,200	0,490	0,629	0,897	1,000	11 784,6

Flambage latéral torsionnel (FLT)

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

largeur [mm]	longueur [mm]	largeur/longueur	χ_{LT}	M _{b,y,Rd} [daNm]
50,0	70,0	0,714	1,000	309,3

$$M_{cr,y} = c_1 \cdot \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_z}{L^2} \cdot \left(\sqrt{\frac{I_\omega}{I_z} + \frac{L^2 \cdot G \cdot I_T}{\pi^2 \cdot E \cdot I_z}} \right)$$

c ₁	L [mm]	E [N/mm ²]	G [N/mm ²]	I _z [mm ⁴]	I _ω [mm ⁶]	I _T [mm ⁴]	M _{cr,y} [daNm]
1,770	1 080,0	210 000,00	81 000,00	225 900	3 800 000	456 400	21 563,6

$$\lambda_{LT} = \sqrt{\frac{W_{pl,y} \cdot f_{yk}}{M_{cr,y}}}$$

W _{pl,y} [mm ³]	f _y [N/mm ²]	M _{cr,y} [daNm]	λ_{LT}
13 160	235,00	21 563,6	0,120

$$\chi_{LT} = 1,0$$

www.hilti.fr

Société:		Page:	35
Adresse:		Prescripteur:	
Tel Fax:		E-mail:	
Design:	Garde-corps - 20 sept. 2023 (3)	Date:	04/10/2023
Sous projet Pos. N°:			

6.3.9 Flèches du garde-corps

Flèche maximale admissible: 30,0 [mm]

Élément	LC	Δ_H [mm]	Utilisation %	Status
Montant	SLS	8,5		
Garde-corps	SLS	0,8		
Total	SLS	9,3	32	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:	36
Adresse:		Prescripteur:	
Tel Fax:		E-mail:	
Design:	Garde-corps - 20 sept. 2023 (3)	Date:	04/10/2023
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.