



PROFIS ENGINEERING DIAPHRAGME

Guide de conception



TABLE DES MATIÈRES

1.0 APERÇU DU MODULE DE CONCEPTION DE DIAPHRAGMES PROFIS ENGINEERING	2
2.0 CODES ET APPROBATIONS	2
3.0 DIAPHRAGMES DE PLATELAGE EN ACIER : CONCEPTION ET THÉORIE	3
3.1 Discussion générale	3
3.2 Programmes de test des fixations	4
3.3 Calculs de cisaillement et de rigidité du diaphragme	6
3.4 Exemples de conception	6
4.0 PLATELAGES REMPLIS DE BÉTON : CONCEPTION ET THÉORIE	13
4.1 Aperçu général	13
4.2 Calculs de cisaillement et de rigidité du diaphragme	13
4.3 Exemples de conception	13
5.0 OPTIMISATION DE LA CONCEPTION ET SOLUTIONS ALTERNATIVES	16
6.0 CALCULS DE DÉFLEXION	17
6.1 Définitions	17
6.2 Calculs	17
6.3 Exemples de conception	18
7.0 ESTIMATION DES FIXATIONS	19
7.1 Exemple de conception	20
8.0 TEXTE DE SPÉCIFICATION	21

1.0 VUE D'ENSEMBLE DU MODULE DE CONCEPTION DE DIAPHRAGMES PROFIS ENGINEERING

Le module de conception de diaphragmes PROFIS Engineering est un nouveau module de conception introduit dans PROFIS Engineering en 2023 pour la conception de diaphragmes de platelage en acier et de platelages remplis de béton fixés aux structures en acier pour transférer les charges latérales et les charges de soulèvement dans les principaux systèmes structurels. Le module de conception de diaphragmes de PROFIS Engineering a été conçu pour fournir une solution productive aux ingénieurs en structures pour réaliser des conceptions conformes aux codes.

Ce guide de conception est destiné à compléter le Guide technique des produits nord-américains Volume 1 : Guide technique de fixation directe. Pour consulter les informations complètes sur les produits de platelage en acier et les informations de conception, consultez le guide technique complet sur www.hilti.com.

2.0 CODES ET APPROBATIONS

Le module de conception de diaphragmes est basé sur les documents et les approbations suivants pour effectuer les calculs techniques pour les conceptions de diaphragmes de platelage dans le logiciel. Les calculs techniques peuvent être affichés dans les longs documents de rapport générés dans le logiciel.

Standard	Titre
AISI S100	Spécification nord-américaine pour la conception des éléments de charpente en acier formés à froid
AISI S310	Norme nord-américaine pour la conception des panneaux à membrane en acier profilé
SDI DDM04	Manuel de conception des diaphragmes de platelage en acier Institute, édition 4
ESR-2776	Diaphragmes de platelages en acier fixés avec des fixations à poudre de Hilti et des connecteurs de recouvrement latéral Hilti SLC
ESR-3693	Diaphragmes de platelages en acier fixés avec des fixations de cadre S-MD 12x24 x 1 5/8 M ou S-RT5+
ESR-2197	Platelage en acier et diaphragmes remplis de béton fixés avec des fixations Hilti



3.0 DIAPHRAGME DE PLATELAGE EN ACIER : CONCEPTION ET THÉORIE

3.2 PROGRAMMES DE TEST DES FIXATIONS

De nombreux programmes d'essais sur petits éléments et à grande échelle ont été menés à l'aide des fixations de platelage Hilti pour évaluer leurs performances.

1. Tests de connexion de petits éléments

Des tests d'assemblage de petits éléments sont utilisés pour déterminer la résistance au cisaillement et la rigidité des fixations à l'arrachement, à l'arrachement et aux joints à recouvrement avec de la tôle d'acier et de l'acier de base représentatifs d'une construction typique. Les données sont analysées et utilisées dans un modèle prédictif pour calculer les performances du plus grand ensemble ou système de diaphragme de platelage en acier. Ces tests sont effectués conformément aux normes suivantes et illustrés à la figure 2.

- AISI S905 Méthodes d'essai pour les assemblages en acier formés à froid fixés mécaniquement
- Méthodes d'essai standard ASTM E1190 pour la résistance des fixations à commande électrique installées dans les éléments structuraux
- Critères d'acceptation ICC-ES AC70 pour les fixations enfoncées dans les éléments en béton, en acier et en maçonnerie
- Critères d'acceptation ICC-ES AC118 pour les fixations à vis taraudeuses

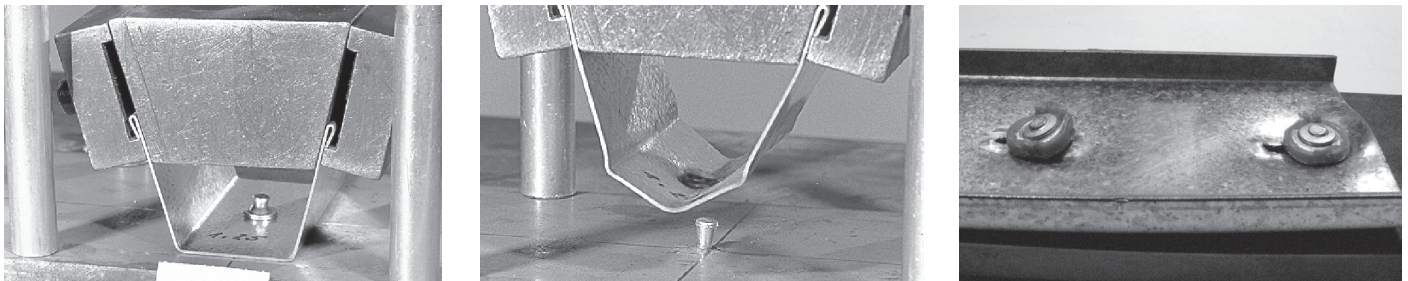


Figure 2 — Tests de connexion des petits éléments

2. Essais du système de membrane à grande échelle (essais en porte-à-faux)

Des tests de système de membrane à grande échelle sont utilisés pour déterminer directement la résistance et la rigidité d'un plus grand ensemble de membrane de platelage en acier. Les données sont analysées et intégrées dans un modèle prédictif pour prendre en compte différentes configurations d'acier de base, de platelage en acier, de combinaisons de fixations spécifiques et de travées. Ces tests sont effectués conformément aux normes suivantes et illustrés aux figures 3, 4 et 5.

- ICC-ES AC43 Critères d'acceptation pour les systèmes de toiture et de plancher de platelage en acier
- AISI S907 Méthode d'essai en porte-à-faux pour les diaphragmes en acier formés à froid
- Méthode d'essai standard ASTM E455 pour les essais de charge statique des constructions à charpente de plancher ou à membrane de toit pour les bâtiments

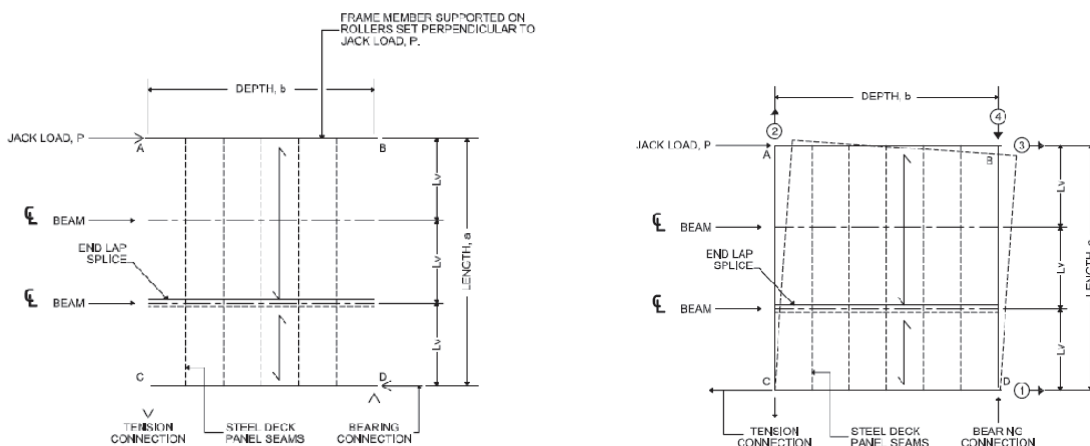


Figure 3 — Schémas du cadre de test de membrane ICC-ES AC43

3.0 DIAPHRAGME DE PLATELAGE EN ACIER : CONCEPTION ET THÉORIE

3.2 PROGRAMMES DE TEST DES FIXATIONS

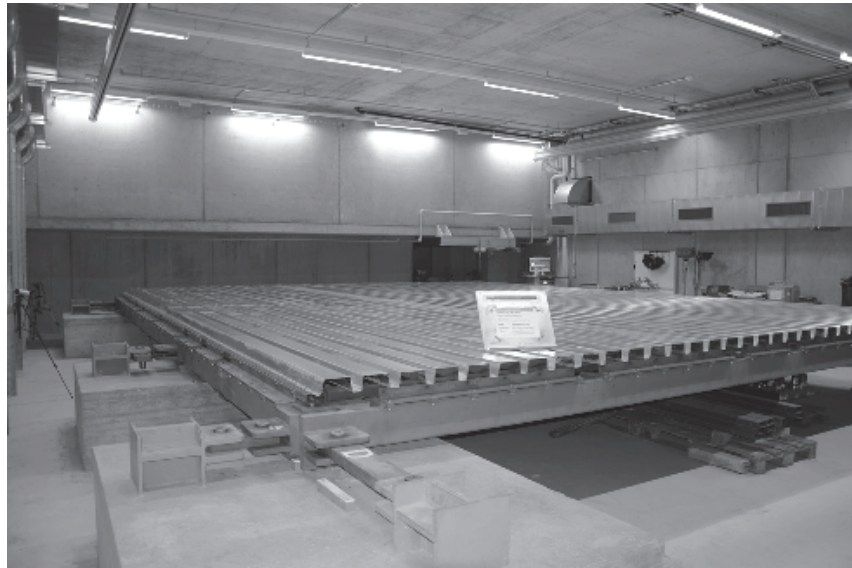


Figure 4 — Cadre d'essai de membrane AC43 Laboratoire de recherche sur les systèmes de fixation (FSRL), Schaan, Liechtenstein

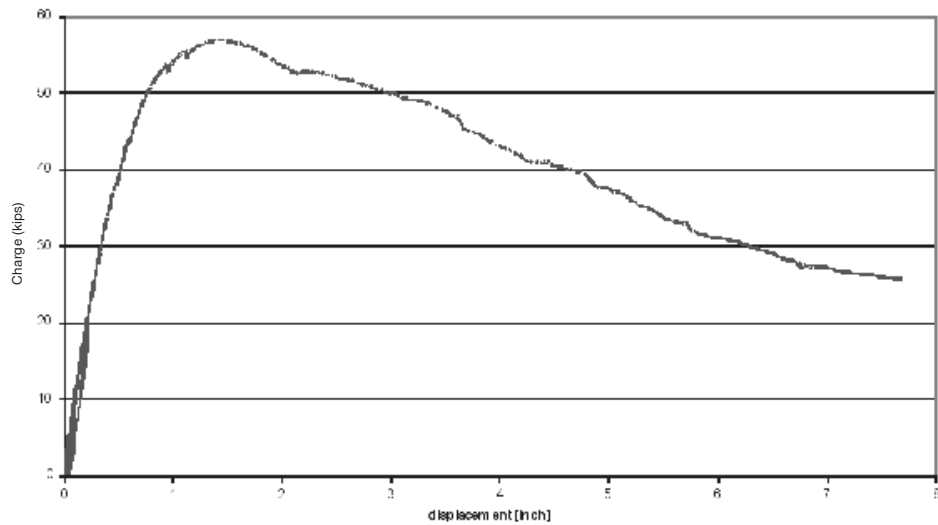


Figure 5 — Courbe de déplacement de charge du diaphragme de platelage AC43

Déplacement (pouce)

3.0 DIAPHRAGME DE PLATELAGE EN ACIER : CONCEPTION ET THÉORIE

3.3 CALCULS DE CISAILLEMENT ET DE RIGIDITÉ DU DIAPHRAGME

Contexte : Un vaste programme d'essais en laboratoire indépendant a été mené pour étudier les performances des diaphragmes de platelage en acier fixés avec des fixations Hilti. La portée des tests du programme comprenait des tests de systèmes de membrane à grande échelle effectués conformément aux normes ICC-ES AC43 et AISI S907, ainsi que des tests comparatifs de cisaillement de joints à recouvrement de petits éléments réalisés conformément aux méthodes d'essai AISI S905 pour les connexions en acier formées à froid fixées mécaniquement. Les données d'essais à grande échelle et sur petits éléments ont été analysées et des équations prédictives ont été développées pour la résistance et la rigidité du système de diaphragme du platelage en acier, à l'aide de combinaisons spécifiques de fixations Hilti.

Les équations de la méthode de la norme S310 de l'American Iron and Steel Institute (AISI) pour la conception de panneaux à membrane en acier profilés sont utilisées comme base pour déterminer la résistance et la rigidité du diaphragme du platelage en acier. Les valeurs spécifiques de résistance et de rigidité des fixations Hilti ainsi que les facteurs d'ajustement de corrélation des données de test ont été développés pour fournir une précision de 95 % ou plus avec les résultats des tests conformément aux exigences ICC-ES AC43.

Les informations de conception qui en résultent sont documentées dans le Guide technique des produits nord-américains Volume 1 : Guide technique de fixation directe et dans ICC-ES ESR-2776, ESR-2197 et ESR-3693.

Conception : Les données des rapports ICC-ES susmentionnés sont ensuite utilisées avec les équations trouvées dans la section D de l'AISI S310 pour calculer la résistance (S) et la rigidité (G') ou le facteur de flexibilité (F) du diaphragme pour les fixations de cadre X-HSN 24, X-ENP-19 L15, S-RT5+, ou S-MD 12-14x1-5/8 M HWH5 (RT5) de Hilti et les connecteurs de recouvrement latéral de Hilti (SLC). Le module de diaphragme de PROFIS Engineering est également capable d'effectuer des calculs AISI S310 pour les méthodes de fixation non spécifiques à Hilti telles que le soudage, les vis non exclusives et le poinçonnage du platelage.

Rehaussement et chargement combiné : La résistance nominale au soulèvement pour une fixation de cadre et un modèle de fixation donnés est calculée à l'aide des méthodes trouvées dans le SDI DDM04 et vérifiée par rapport à la demande de soulèvement du système.

Pour le chargement combiné, lorsqu'une charge de soulèvement est spécifiée par l'utilisateur, les équations sont appliquées à partir de la section D d'AISI S310 pour trouver l'effet de tension sur la résistance des fixations du cadre au cisaillement. Cela se traduira par une capacité de cisaillement réduite du diaphragme basée sur l'effet de soulèvement en traction.



3.4 EXEMPLES DE CONCEPTION

Cette comparaison côte à côte vise à mettre en évidence les avantages des approbations d'essais grandeur nature Hilti par rapport à l'utilisation d'équations standard dans le SDI. Le premier cas utilise les fixations à recouvrement latéral Hilti X-HSN 24 et S-SLC 02 combinées dans un système approuvé selon ICC-ES ESR-2776. Le second présente un système similaire utilisant le X-HSN 24 et une vis autoperceuse n° 12 avec des calculs basés sur les informations trouvées dans le SDI DDM04. Vous pouvez voir dans les calculs de cisaillement du diaphragme que les valeurs ICC-ES ESR 2776 sont utilisées avec le système propriétaire de Hilti plutôt que les valeurs calculées du DDM du SDI 4e édition pour les calculs de fixation de cadre et de fixation de recouvrement latéral.

Exemple de conception n° 1 :

Platelage de toit en acier

Platelage B de 1 1/2 po 50 ksi avec solives à barres espacées de 6 pi

Platelage emboîtable – largeur de panneau de 36 po

Épaisseur minimale des solives – 0,25 po

Méthode de conception – ASD

Charges de vent

Exigences du système :

Cisaillement du diaphragme : $Q = 300$ plf

Rehaussement : $W = 20$ psf

Rigidité, $G' = 15$ k/po

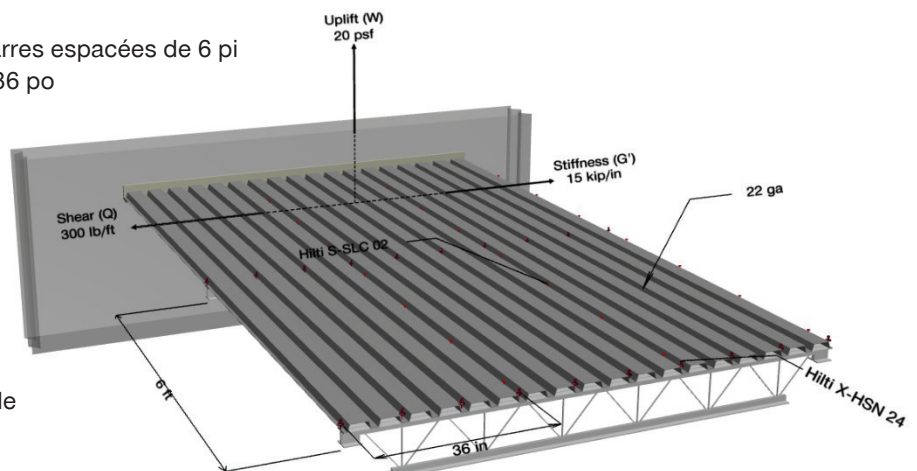
Comparez le système Hilti testé à grande échelle

avec les fixations à recouvrement latéral

Hilti X-HSN-24 et S-SLC 02 selon

l'ICC ESR-2776 au Hilti X-HSN24 avec la vis autoperceuse

n° 12 en utilisant les valeurs calculées selon SDI DDM04.



3.0 DIAPHRAGME DE PLATELAGE EN ACIER : CONCEPTION ET THÉORIE

3.4 EXEMPLES DE CONCEPTION

Exemple de conception n° 1 : Platelage de toit en acier (suite)

Système :

Platelage de calibre 22
Modèle 36/4 avec fixations Hilti X-HSN 24



Fixations à recouvrement latéral Hilti S-SLC02 à 24 po c/c.



Système :

Platelage de calibre 22
Modèle 36/4 avec fixations Hilti X-HSN 24



Fixations latérales à vis autoperceuse n° 12 Hilti à 24 po c/c.



Area 1

Zone	Gabarit de platelage	Modèle de fixation du cadre	Fixation d'encadrement	Connecteur de recouvrement latéral	Espacement des connecteurs de recouvrement latéral	Cisaillement du diaphragme, Q	Rehaussement, W	Rigidité, G'	Statut
1 Test à grande échelle	22 ga	36/4	Hilti X-HSN 24	Connecteur de recouvrement latéral SLC 02 M HWH	24 dans o.c.	355.49 plf	83.33 psf	16.59 kip/po	OK
2 équations SDI	22 ga	36/4	Hilti X-HSN 24	Vis autoperceuse Hilti n° 12	24 dans o.c.	264.06 plf	83.33 psf	16.59 kip/po	Non recommandé

Une ou plusieurs zones ne répondent pas aux exigences de conception

Vérifications de conception :

Cisaille de conception = 355.49 plf >= Q = 300.00 plf => OK
Conception au soulèvement = 83.33 psf >= T = 20.00 psf => OK
Facteur de rigidité G = 16.59 kip/po >= G' = 15.00 kip/po => OK

Vérifications de conception :

Cisaille de conception = 264.06 plf >= Q = 300.00 plf => Non recommandé
Conception au soulèvement = 83.33 psf >= T = 20.00 psf => OK
Facteur de rigidité G = 16.59 kip/po >= G' = 15.00 kip/po => OK

Conception correcte

Calcul de l'interaction de soulèvement et de cisaillement-tension de conception pour la zone A-1

Résistance nominale au soulèvement :

$T_{n,F}$ = Hilti ESR ICC ESR-2776, Tableau 10 et 11
Manuel de construction de platelage de toit

C (ft)	K	I_v (ft)	$T_{n,F}$ (lb)	T_n (psf)
3.00	3.00	6.00	1,500	250

Résistance de conception au soulèvement :

T_n (psf)	Ω	$T_{n,allow}$ (psf)	T (psf)
250	3.00	83	20

Force de tension par fixation :

$T_{FF} = \frac{C \cdot I_v \cdot T}{K}$ Manuel de construction de platelage de toit

C (ft)	K	I_v (ft)	T (psf)	T_{FF} (lb)
3.00	3.00	6.00	20	120

Effet de la tension sur la résistance des fixations du cadre de cisaillement :

$$\frac{P_{nft}}{P_{nf}} + \frac{T}{\min\left(\frac{P_{nox}}{\Omega_{tox}}, \frac{P_{not}}{\Omega_{tot}}\right)} = 1.0 \rightarrow \frac{Q_{F,red}}{Q_F} + \frac{\Omega_{up} \cdot T_{FF}}{T_{n,F}} = 1.0 \quad \text{AISI S310 Eq. D3.1.3-1a}$$

$Q_{F,red}$	Q_F (lb)	T_{FF} (lb)	$T_{n,F}$ (lb)	Ω_{up}	$Q_{F,red}$ (lb)
	1,590	120	1,500	3.00	1,208

Conception non recommandée

Calcul de l'interaction de soulèvement et de cisaillement-tension de conception pour la zone A-1

Résistance nominale au soulèvement :

$T_{n,F}$ = Hilti ESR ICC ESR-2776, Tableau 10 et 11
Manuel de construction de platelage de toit

C (ft)	K	I_v (ft)	$T_{n,F}$ (lb)	T_n (psf)
3.00	3.00	6.00	1,500	250

Résistance de conception au soulèvement :

T_n (psf)	Ω	$T_{n,allow}$ (psf)	T (psf)
250	3.00	83	20

Force de tension par fixation :

$T_{FF} = \frac{C \cdot I_v \cdot T}{K}$ Manuel de construction de platelage de toit

C (ft)	K	I_v (ft)	T (psf)	T_{FF} (lb)
3.00	3.00	6.00	20	120

Effet de la tension sur la résistance des fixations du cadre de cisaillement :

$$\frac{P_{nft}}{P_{nf}} + \frac{T}{\min\left(\frac{P_{nox}}{\Omega_{tox}}, \frac{P_{not}}{\Omega_{tot}}\right)} = 1.0 \rightarrow \frac{Q_{F,red}}{Q_F} + \frac{\Omega_{up} \cdot T_{FF}}{T_{n,F}} = 1.0 \quad \text{AISI S310 Eq. D3.1.3-1a}$$

$Q_{F,red}$	Q_F (lb)	T_{FF} (lb)	$T_{n,F}$ (lb)	Ω_{up}	$Q_{F,red}$ (lb)
	1,489	120	1,500	3.00	1,131

3.0 DIAPHRAGME DE PLATELAGE EN ACIER : CONCEPTION ET THÉORIE

3.4 EXEMPLES DE CONCEPTION

Exemple de conception n° 1 : Platelage de toit en acier (suite)

Conception correcte							Conception non recommandée																																																																																																																				
Calcul de cisaillement/rigidité de conception pour la zone A-1							Calcul de cisaillement/rigidité de conception pour la zone A-1																																																																																																																				
Résistance des fixations du cadre :							Résistance des fixations du cadre :																																																																																																																				
$Q_F = \text{Hilti ESR}$ ICC ESR-2776, Tableau 5							$Q_F = 52 \cdot t \cdot (1 - t)$ SDI DDM, Quatrième édition																																																																																																																				
$Q_F \text{ (lb)}$		$Q_{F,red} \text{ (lb)}$					$t \text{ (in)}$		$Q_F \text{ (lb)}$		$Q_{F,red} \text{ (lb)}$																																																																																																																
1,590		1,208					0.0295		1,489		1,131																																																																																																																
Force du connecteur de recouvrement latéral :							Force du connecteur de recouvrement latéral :																																																																																																																				
$Q_S = \text{Hilti ESR}$ ICC ESR-2776, Tableau 5							$Q_S = 4.2 \cdot (t^3 \cdot d)^{1/2} \cdot F_u$ AISI S100 Eq. J4.3.1-1																																																																																																																				
$Q_S \text{ (lb)}$							$d \text{ (in)}$		$F_u \text{ (ksi)}$		$t \text{ (in)}$		$Q_S \text{ (lb)}$																																																																																																														
844							0.211		65		0.0295		636																																																																																																														
Calcul de la résistance au cisaillement :							Calcul de la résistance au cisaillement :																																																																																																																				
$S_{ne} = (2 \cdot \alpha_1 + n_p \cdot \alpha_2 + n_v) \cdot \frac{Q_F}{L}$ AISI S310-20 Eq. D1-3							$S_{ne} = (2 \cdot \alpha_1 + n_p \cdot \alpha_2 + n_v) \cdot \frac{Q_F}{L}$ AISI S310-20 Eq. D1-3																																																																																																																				
$S_{ni} = (2 \cdot A \cdot (\lambda - 1) + B) \cdot \frac{Q_F}{L}$ AISI S310-20 Eq. D1-1							$S_{ni} = (2 \cdot A \cdot (\lambda - 1) + B) \cdot \frac{Q_F}{L}$ AISI S310-20 Eq. D1-1																																																																																																																				
$\lambda = 1 - \frac{D \cdot l_v}{240 \cdot \sqrt{t}} \geq 0,7$ -							$\lambda = 1 - \frac{D \cdot l_v}{240 \cdot \sqrt{t}} \geq 0,7$ -																																																																																																																				
$B = n_s \cdot \alpha_s + \left[2 \cdot n_p \cdot \frac{\sum (x_p)^2}{w^2} + 4 \cdot \frac{\sum (x_v)^2}{w^2} \right]$ AISI S310-20 Eq. D1-6							$B = n_s \cdot \alpha_s + \left[2 \cdot n_p \cdot \frac{\sum (x_p)^2}{w^2} + 4 \cdot \frac{\sum (x_v)^2}{w^2} \right]$ AISI S310-20 Eq. D1-6																																																																																																																				
$\alpha_s = \frac{Q_S}{Q_F}$ -							$\alpha_s = \frac{Q_S}{Q_F}$ -																																																																																																																				
$S_{nc} = Q_F \cdot \sqrt{\frac{N^2 \cdot B^2}{l^2 \cdot N^2 + B^2}}$ AISI S310-20 Eq. D1-2							$S_{nc} = Q_F \cdot \sqrt{\frac{N^2 \cdot B^2}{l^2 \cdot N^2 + B^2}}$ AISI S310-20 Eq. D1-2																																																																																																																				
$S_{np} = n_d \cdot Q_F \cdot \frac{1}{wt}$ AISI S310-20 Eq. D1-4a							$S_{np} = n_d \cdot Q_F \cdot \frac{1}{wt}$ AISI S310-20 Eq. D1-4a																																																																																																																				
$S_n = \text{Min}(S_{ne}; S_{ni}; S_{nc}; S_{np})$ -							$S_n = \text{Min}(S_{ne}; S_{ni}; S_{nc}; S_{np})$ -																																																																																																																				
$S_n = S_n \cdot c$ -							$S_n = S_n \cdot c$ -																																																																																																																				
<table><tr><td>A</td><td>c</td><td>D (in)</td><td>l (ft)</td><td>l_v (ft)</td><td>N (ft⁻¹)</td><td>n_d</td></tr><tr><td>1</td><td>1.149</td><td>1.470</td><td>18.00</td><td>6.00</td><td>1.000</td><td>1.000</td></tr><tr><td>n_e</td><td>n_p</td><td>n_s</td><td>Q_F (lb)</td><td>t (in)</td><td>W (in)</td><td>w_t(in)</td></tr><tr><td>9.000</td><td>2</td><td>9.000</td><td>1,208</td><td>0.0295</td><td>36.000</td><td>6.000</td></tr><tr><td>α₁</td><td>α₂</td><td>Σ(x_e)²/W²</td><td>Σ(x_p)²/W²</td><td>B</td><td>α_s</td><td>λ</td></tr><tr><td>1.333</td><td>1.333</td><td>0.556</td><td>0.556</td><td>10.731</td><td>0.698</td><td>0.786</td></tr><tr><td>S_{nc} (plf)</td><td>S_{ne} (plf)</td><td>S_{ni} (plf)</td><td>S_{np} (plf)</td><td>S_n (plf)</td><td colspan="2"></td></tr><tr><td>619</td><td>962</td><td>692</td><td>2,417</td><td>711</td><td colspan="2"></td></tr></table>							A	c	D (in)	l (ft)	l _v (ft)	N (ft ⁻¹)	n _d	1	1.149	1.470	18.00	6.00	1.000	1.000	n _e	n _p	n _s	Q _F (lb)	t (in)	W (in)	w _t (in)	9.000	2	9.000	1,208	0.0295	36.000	6.000	α ₁	α ₂	Σ(x _e) ² /W ²	Σ(x _p) ² /W ²	B	α _s	λ	1.333	1.333	0.556	0.556	10.731	0.698	0.786	S _{nc} (plf)	S _{ne} (plf)	S _{ni} (plf)	S _{np} (plf)	S _n (plf)			619	962	692	2,417	711			<table><tr><td>A</td><td>D (in)</td><td>l (ft)</td><td>l_v (ft)</td><td>N (ft⁻¹)</td><td>n_d</td></tr><tr><td>1</td><td>1.470</td><td>18.00</td><td>6.00</td><td>1.000</td><td>1.000</td></tr><tr><td>n_e</td><td>n_p</td><td>n_s</td><td>Q_F (lb)</td><td>t (in)</td><td>W (in)</td><td>w_t(in)</td></tr><tr><td>9.000</td><td>2</td><td>9.000</td><td>1,131</td><td>0.0295</td><td>36.000</td><td>6.000</td></tr><tr><td>α₁</td><td>α₂</td><td>Σ(x_e)²/W²</td><td>Σ(x_p)²/W²</td><td>B</td><td>α_s</td><td>λ</td></tr><tr><td>1.333</td><td>1.333</td><td>0.556</td><td>0.556</td><td>9.500</td><td>0.562</td><td>0.786</td></tr><tr><td>S_{nc} (plf)</td><td>S_{ne} (plf)</td><td>S_{ni} (plf)</td><td>S_{np} (plf)</td><td>S_n (plf)</td><td colspan="2"></td></tr><tr><td>528</td><td>901</td><td>570</td><td>2,263</td><td>528</td><td colspan="2"></td></tr></table>							A	D (in)	l (ft)	l _v (ft)	N (ft ⁻¹)	n _d	1	1.470	18.00	6.00	1.000	1.000	n _e	n _p	n _s	Q _F (lb)	t (in)	W (in)	w _t (in)	9.000	2	9.000	1,131	0.0295	36.000	6.000	α ₁	α ₂	Σ(x _e) ² /W ²	Σ(x _p) ² /W ²	B	α _s	λ	1.333	1.333	0.556	0.556	9.500	0.562	0.786	S _{nc} (plf)	S _{ne} (plf)	S _{ni} (plf)	S _{np} (plf)	S _n (plf)			528	901	570	2,263	528		
A	c	D (in)	l (ft)	l _v (ft)	N (ft ⁻¹)	n _d																																																																																																																					
1	1.149	1.470	18.00	6.00	1.000	1.000																																																																																																																					
n _e	n _p	n _s	Q _F (lb)	t (in)	W (in)	w _t (in)																																																																																																																					
9.000	2	9.000	1,208	0.0295	36.000	6.000																																																																																																																					
α ₁	α ₂	Σ(x _e) ² /W ²	Σ(x _p) ² /W ²	B	α _s	λ																																																																																																																					
1.333	1.333	0.556	0.556	10.731	0.698	0.786																																																																																																																					
S _{nc} (plf)	S _{ne} (plf)	S _{ni} (plf)	S _{np} (plf)	S _n (plf)																																																																																																																							
619	962	692	2,417	711																																																																																																																							
A	D (in)	l (ft)	l _v (ft)	N (ft ⁻¹)	n _d																																																																																																																						
1	1.470	18.00	6.00	1.000	1.000																																																																																																																						
n _e	n _p	n _s	Q _F (lb)	t (in)	W (in)	w _t (in)																																																																																																																					
9.000	2	9.000	1,131	0.0295	36.000	6.000																																																																																																																					
α ₁	α ₂	Σ(x _e) ² /W ²	Σ(x _p) ² /W ²	B	α _s	λ																																																																																																																					
1.333	1.333	0.556	0.556	9.500	0.562	0.786																																																																																																																					
S _{nc} (plf)	S _{ne} (plf)	S _{ni} (plf)	S _{np} (plf)	S _n (plf)																																																																																																																							
528	901	570	2,263	528																																																																																																																							
Résistance au cisaillement de conception :							Résistance au cisaillement de conception :																																																																																																																				
$S_{n,allow} = \frac{S_n}{\Omega}$							$S_{n,allow} = \frac{S_n}{\Omega}$																																																																																																																				
$S_n \text{ (plf)}$		Ω			$S_{n,allow} \text{ (plf)}$		$S_n \text{ (plf)}$		Ω			$S_{n,allow} \text{ (plf)}$																																																																																																															
711		2.00			355		528		2.00			264																																																																																																															
Vérifier le flambage :							Vérifier le flambage :																																																																																																																				
$S_{nb} = \frac{7890}{l_v^2} \cdot \left(\frac{l^3 \cdot t^3 \cdot d}{s} \right) 0.25$							$S_{nb} = \frac{7890}{l_v^2} \cdot \left(\frac{l^3 \cdot t^3 \cdot d}{s} \right) 0.25$																																																																																																																				
$S_{nb,allow} = \frac{S_{nb}}{\Omega}$							$S_{nb,allow} = \frac{S_{nb}}{\Omega}$																																																																																																																				
$d \text{ (in)}$		$l \text{ (in}^4\text{/ft)}$		$l_v \text{ (ft)}$		$s \text{ (in)}$		$d \text{ (in)}$		$l \text{ (in}^4\text{/ft)}$		$l_v \text{ (ft)}$		$s \text{ (in)}$																																																																																																													
3.000		0.178		6.00		8.189		6.000		0.178		6.00		8.189																																																																																																													
						0.0295								0.0295																																																																																																													
						3,955								3,955																																																																																																													
						2.00								2.00																																																																																																													
$S_{nb,allow}$							$S_{nb,allow}$																																																																																																																				
1,978							1,978																																																																																																																				

3.0 DIAPHRAGME DE PLATELAGE EN ACIER : CONCEPTION ET THÉORIE

3.4 EXEMPLES DE CONCEPTION

Exemple de conception n° 1 : Platelage de toit en acier (suite)

Conception correcte	Conception non recommandée																																								
Calcul de cisaillement/rigidité de conception pour la zone A-1 Gouvernance : $S_{n,gov} = \text{Min} (S_{n,allow} \cdot S_{nb,allow}) \geq Q$ <table><tr><td>$S_{n,allow}$ (plf)</td><td>$S_{nb,allow}$ (plf)</td><td>$S_{n,gov}$ (plf)</td><td>Q (plf)</td></tr><tr><td>355</td><td>1,978</td><td>355</td><td>300</td></tr></table> Flexibilité des fixations du cadre : $S_F = \text{Hilti ESR}$ ICC ESR-2776, Tableau 6 <table><tr><td>S_F (in/kip)</td></tr><tr><td>0.0073</td></tr></table> Flexibilité du connecteur de recouvrement latéral : $S_s = \text{Hilti ESR}$ ICC ESR-2776, Tableau 6 <table><tr><td>S_s (in/kip)</td></tr><tr><td>0.0175</td></tr></table>	$S_{n,allow}$ (plf)	$S_{nb,allow}$ (plf)	$S_{n,gov}$ (plf)	Q (plf)	355	1,978	355	300	S_F (in/kip)	0.0073	S_s (in/kip)	0.0175	Calcul de cisaillement/rigidité de conception pour la zone A-1 Gouvernance : $S_{n,gov} = \text{Min} (S_{n,allow} \cdot S_{nb,allow}) \geq Q$ <table><tr><td>$S_{n,allow}$ (plf)</td><td>$S_{nb,allow}$ (plf)</td><td>$S_{n,gov}$ (plf)</td><td>Q (plf)</td></tr><tr><td>264</td><td>1,978</td><td>264</td><td>300</td></tr></table> Flexibilité des fixations du cadre : $S_F = \frac{1.25}{1000 \cdot \sqrt{t}}$ AISI S310-20 Section D5.2 <table><tr><td>t (in)</td><td>S_F (in/kip)</td></tr><tr><td>0.0295</td><td>0.0073</td></tr></table> Flexibilité du connecteur de recouvrement latéral : $S_s = \frac{3}{1000 \cdot \sqrt{t}}$ AISI S310-20-Section D5.2 <table><tr><td>t (in)</td><td>S_s (in/kip)</td></tr><tr><td>0.0295</td><td>0.0175</td></tr></table>	$S_{n,allow}$ (plf)	$S_{nb,allow}$ (plf)	$S_{n,gov}$ (plf)	Q (plf)	264	1,978	264	300	t (in)	S_F (in/kip)	0.0295	0.0073	t (in)	S_s (in/kip)	0.0295	0.0175												
$S_{n,allow}$ (plf)	$S_{nb,allow}$ (plf)	$S_{n,gov}$ (plf)	Q (plf)																																						
355	1,978	355	300																																						
S_F (in/kip)																																									
0.0073																																									
S_s (in/kip)																																									
0.0175																																									
$S_{n,allow}$ (plf)	$S_{nb,allow}$ (plf)	$S_{n,gov}$ (plf)	Q (plf)																																						
264	1,978	264	300																																						
t (in)	S_F (in/kip)																																								
0.0295	0.0073																																								
t (in)	S_s (in/kip)																																								
0.0295	0.0175																																								
Calcul du facteur de rigidité / flexibilité au cisaillement : $G' = \frac{E \cdot t}{2.6 \cdot \frac{s}{d} + p \cdot D_n + C}$ AISI S310-20 Eq. D5.1.1-1 $G' = \frac{E \cdot t}{2.6 \cdot \frac{s}{d} + 0.9 \cdot \frac{D}{T} + K1 \cdot l}$ - $K1 = E \cdot t \cdot \frac{S_F}{l} \cdot \frac{2}{2 \cdot \alpha_1 + n_p \cdot \alpha_2 + 2 \cdot n_s \cdot \frac{S_c}{S_s}}$ - $F = \frac{1000}{G'}$ - <table><tr><td>D (in)</td><td>d (in)</td><td>E (ksi)</td><td>l (in)</td><td>s (in)</td><td>t (in)</td><td>W (in)</td></tr><tr><td>10,314.600</td><td>6.000</td><td>29,500.000</td><td>216.000</td><td>8.189</td><td>0.0295</td><td>36.000</td></tr></table> <table><tr><td>K1 (in⁻¹)</td><td>G' (kip/in)</td><td>F (in/kip)</td></tr><tr><td>0.0274</td><td>16.5924</td><td>0.0603</td></tr></table>	D (in)	d (in)	E (ksi)	l (in)	s (in)	t (in)	W (in)	10,314.600	6.000	29,500.000	216.000	8.189	0.0295	36.000	K1 (in ⁻¹)	G' (kip/in)	F (in/kip)	0.0274	16.5924	0.0603	Calcul du facteur de rigidité / flexibilité au cisaillement : $G' = \frac{E \cdot t}{2.6 \cdot \frac{s}{d} + p \cdot D_n + C}$ AISI S310-20 Eq. D5.1.1-1 $G' = \frac{E \cdot t}{2.6 \cdot \frac{s}{d} + 0.9 \cdot \frac{D}{T} + K1 \cdot l}$ - $K1 = E \cdot t \cdot \frac{S_F}{l} \cdot \frac{2}{2 \cdot \alpha_1 + n_p \cdot \alpha_2 + 2 \cdot n_s \cdot \frac{S_c}{S_s}}$ - $F = \frac{1000}{G'}$ - <table><tr><td>D (in)</td><td>d (in)</td><td>E (ksi)</td><td>l (in)</td><td>s (in)</td><td>t (in)</td><td>W (in)</td></tr><tr><td>10,314.600</td><td>6.000</td><td>29,500.000</td><td>216.000</td><td>8.189</td><td>0.0295</td><td>36.000</td></tr></table> <table><tr><td>K1 (in⁻¹)</td><td>G' (kip/in)</td><td>F (in/kip)</td></tr><tr><td>0.0274</td><td>16.5924</td><td>0.0603</td></tr></table>	D (in)	d (in)	E (ksi)	l (in)	s (in)	t (in)	W (in)	10,314.600	6.000	29,500.000	216.000	8.189	0.0295	36.000	K1 (in ⁻¹)	G' (kip/in)	F (in/kip)	0.0274	16.5924	0.0603
D (in)	d (in)	E (ksi)	l (in)	s (in)	t (in)	W (in)																																			
10,314.600	6.000	29,500.000	216.000	8.189	0.0295	36.000																																			
K1 (in ⁻¹)	G' (kip/in)	F (in/kip)																																							
0.0274	16.5924	0.0603																																							
D (in)	d (in)	E (ksi)	l (in)	s (in)	t (in)	W (in)																																			
10,314.600	6.000	29,500.000	216.000	8.189	0.0295	36.000																																			
K1 (in ⁻¹)	G' (kip/in)	F (in/kip)																																							
0.0274	16.5924	0.0603																																							

3.0 DIAPHRAGME DE PLATELAGE EN ACIER : CONCEPTION ET THÉORIE

3.4 EXEMPLES DE CONCEPTION

Exemple de conception n° 2 :

Platelage de toit en acier

Platelage N de 3 po – Nervures profondes ou 3DR avec poutres espacées de 7 pi

Emboîtable – largeur de panneau de 24 po

Épaisseur minimale des solives – 0,5 po

Méthode de conception – LRFD

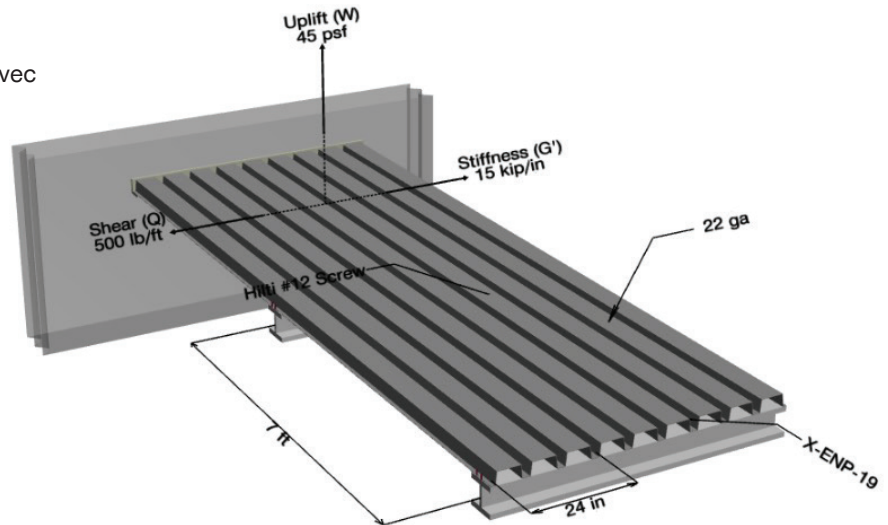
Charges sismiques

Charges :

Cisaillement du diaphragme - Q = 500 lb/pi

Rehaussement - W = 45 psf

Facteur de rigidité - G' = 15 k/po



Système :

Platelage de calibre 22

Modèle 24/8 avec fixations Hilti X-ENP 19



Fixations latérales à vis autoperceuse n° 12 Hilti à 24 po o.



Zone	Gabarit de platelage	Modèle de fixation du cadre	Fixation d'encadrement	Connecteur de recouvrement latéral	Espacement des connecteurs de recouvrement latéral	Cisaillement du diaphragme, Q	Rehaussement, W	Rigidité, G'	Statut
1 Typique	22 ga	24/8	X-ENP-19	Vis autoperceuse Hilti n° 12	24 dans o.c.	577.08 plf	424 psf	24.77 kip/po	OK

Vérifications de conception :

Cisaille de conception = 577.08 plf >= Q = 500.00 plf => OK

Conception au soulèvement = 424 psf >= T = 45.00 psf => OK

Facteur de rigidité G = 24.77 kip/po >= G' = 15.00 kip/po => OK

Conception correcte

Calcul de l'interaction de soulèvement et de cisaillement-tension de conception pour la zone A-1

Résistance nominale au soulèvement :

$$T_{n,F} = \text{Hilti ESR}$$

$$T_n = \frac{K \cdot T_{n,F}}{C \cdot l_v}$$

C (ft)	K	l_v (ft)	$T_{n,F}$ (lb)	T_n (psf)
2.00	6.00	7.00	1,980	849

Résistance de conception au soulèvement :

$$T_{n,allow} = T_n \cdot \phi$$

T_n (psf)	ϕ	$T_{n,allow}$ (psf)	T (psf)
849	0.500	424	45

3.0 DIAPHRAGME DE PLATELAGE EN ACIER : CONCEPTION ET THÉORIE

3.4 EXEMPLES DE CONCEPTION

Exemple de conception n° 2 : Platelage de toit en acier (suite)

Conception correcte

Calcul de l'interaction de soulèvement et de cisaillement-tension de conception pour la zone A-1

Force de tension par fixation :

$$T_{FF} = \frac{C \cdot l_v \cdot T}{K}$$

Manuel de construction de
platelage de toit

C (ft)	K	l_v (ft)	T (psf)	T_{FF} (lb)
2.00	6.00	7.00	45	105

Effet de la tension sur la résistance des fixations du cadre de cisaillement :

$$\frac{P_{nft}}{P_{nf}} + \frac{T}{\min(\phi_{nov} \cdot P_{nov}, \phi_{tot} \cdot P_{tot})} = 1.0 \rightarrow \frac{Q_{F,red}}{Q_F} + \frac{T_{FF}}{\phi_{up} \cdot T_{n,F}} = 1.0$$

AISI S310 Eq. D3.1.3-1b

$$Q_{F,red} = \left(1 - \frac{T_{FF}}{\phi_{up} \cdot T_{n,F}}\right) \cdot Q_F$$

Q_F (lb)	T_{FF} (lb)	$T_{n,F}$ (lb)	ϕ_{up}	$Q_{F,red}$ (lb)
1,603	105	1,980	0.500	1,433

Calcul de cisaillement/rigidité de conception pour la zone A-1

Résistance des fixations du cadre :

SDI DDM, Quatrième édition

$$Q_F = 56 \cdot t \cdot (1 - t)$$

t (in)	Q_F (lb)	$Q_{F,red}$ (lb)
0.0295	1,603	1,433

Force du connecteur de recouvrement latéral :

SDI DDM, Quatrième édition

$$Q_S = 4.2 \cdot (t^3 \cdot d)^{1/6} \cdot F_u$$

d (in)	F_u (ksi)	t (in)	Q_S (lb)
0.211	55	0.0295	538

Calcul de la résistance au cisaillement :

$$S_{ne} = (2 \cdot \alpha_1 + n_p \cdot \alpha_2 + n_\phi) \cdot \frac{Q_F}{L}$$

AISI S310-20 Eq. D1-3

$$S_{ni} = (2 \cdot A \cdot (\lambda - 1) + B) \cdot \frac{Q_F}{L}$$

AISI S310-20 Eq. D1-1

$$\lambda = 1 - \frac{D \cdot l_v}{240 \cdot \sqrt{t}} \geq 0.7$$

$$B = n_s \cdot \alpha_s + \left[2 \cdot n_p \cdot \frac{\sum (x_p)^2}{W^2} + 4 \cdot \frac{\sum (x_\phi)^2}{W^2} \right]$$

AISI S310-20 Eq. D1-6

$$\alpha_s = \frac{Q_S}{Q_F}$$

$$S_{nc} = Q_F \cdot \sqrt{\frac{N^2 \cdot B^2}{I^2 \cdot N^2 + B^2}}$$

AISI S310-20 Eq. D1-2

$$S_{np} = n_d \cdot Q_F \cdot \frac{1}{wt}$$

AISI S310-20 Eq. D1-4a

$$S_n = \min(S_{ne}; S_{ni}; S_{nc}; S_{np})$$

A	D (in)	l (ft)	l_v (ft)	N (ft ⁻¹)	n_d	
0	3.000	21.00	7.00	3.000	2.000	
n_e	n_p	n_s	Q_F (lb)	t (in)	W (in)	w_l (in)
10.500	2	10.500	1,433	0.0295	24.000	8.000
α_1	α_2	$\Sigma(x_e)^2/W^2$	$\Sigma(x_p)^2/W^2$	B	α_s	λ
2.600	2.600	1.046	1.046	12.308	0.375	0.700
S_{nc} (plf)	S_{ne} (plf)	S_{ni} (plf)	S_{np} (plf)	S_n (plf)		
824	1,426	840	4,300	824		

3.0 DIAPHRAGME DE PLATELAGE EN ACIER : CONCEPTION ET THÉORIE

3.4 EXEMPLES DE CONCEPTION

Exemple de conception n° 2 : Platelage de toit en acier (suite)

Conception correcte

Calcul de cisaillement/rigidité de conception pour la zone A-1

Résistance au cisaillement de conception :

$$S_{n,allow} = S_n \cdot \phi$$

S_n (plf)	ϕ	$S_{n,allow}$ (plf)
824	0.700	577

Vérifier le flambage :

$$S_{nb} = \frac{7890}{I_v^2} \cdot \left(I_v^3 \cdot t^3 \cdot d \right) 0.25$$

AISI S310-20 (Eq. D2.1-1)

$$S_{nb,allow} = S_{nb} \cdot \phi$$

d (in)	I (in ⁴ /ft)	I _v (ft)	s (in)	t (in)	S_{nb} (plf)	ϕ
8.000	0.808	7.00	12.863	0.0295	8,674	0.800
$S_{nb,allow}$ (plf)						6,940

Gouvernance :

$$S_{n,gov} = \min(S_{n,allow}, S_{nb,allow}) \geq Q$$

$S_{n,allow}$ (plf)	$S_{nb,allow}$ (plf)	$S_{n,gov}$ (plf)	Q (plf)
577	6,940	577	500

Flexibilité des fixations du cadre :

$$S_F = \frac{0.75}{1000 \cdot \sqrt{t}}$$

AISI S310-20 Section D5.2

t (in)	S_F (in/kip)
0.0295	0.0044

Flexibilité du connecteur de recouvrement latéral :

$$S_s = \frac{3}{1000 \cdot \sqrt{t}}$$

AISI S310-20 Section D5.2

t (in)	S_s (in/kip)
0.0295	0.0175

Calcul du facteur de rigidité / flexibilité au cisaillement :

$$G' = \frac{E \cdot t}{2.6 \cdot \frac{s}{d} + \frac{D}{p} D_n + C}$$

AISI S310-20 Eq. D5.1.1-1

$$G' = \frac{E \cdot t}{2.6 \cdot \frac{s}{d} + 0.9 \cdot \frac{D}{T} + K1 \cdot I}$$

$$K1 = E \cdot t \cdot \frac{S_F}{I} \cdot \frac{2}{2 \cdot \alpha_1 + n_p \cdot \alpha_2 + 2 \cdot n_s \cdot \frac{S_s}{S_s}}$$

$$F = \frac{1000}{G'}$$

D (in)	d (in)	E (ksi)	I (in)	s (in)	t (in)	W (in)
7,237.171	8.000	29,500.000	252.000	12.863	0.0295	24.000

K1 (in ⁻¹)	G' (kip/in)	F (in/kip)
0.0202	24.7746	0.0404

4.0 DIAPHRAGMES REMPLIS DE BÉTON : CONCEPTION ET THÉORIE

4.1 APERÇU GÉNÉRAL

Équations de conception pour calculer la résistance (S) et la rigidité (G') ou le facteur de flexibilité (F) du diaphragme du platelage en acier avec les fixations de cadre X-HSN 24, X-ENP-19 L15 ou S-MD 12-24x1-5/8 M HWH5 (RT5) de Hilti et des les connecteurs de recouvrement latéral de Hilti (SLC) sont fournis. Les numéros d'équation correspondent aux numéros d'équation fournis dans l'AISI S310.

4.2 CALCULS DE CISAILLEMENT ET DE RIGIDITÉ DU DIAPHRAGME

Pour les diaphragmes remplis de béton, les équations de la section D4 d'AISI S310 sont utilisées pour déterminer la capacité de cisaillement du diaphragme. Semblable aux calculs de platelage de toit, les utilisateurs peuvent sélectionner une méthode de conception parmi le design aux contraintes admissibles (ASD), le design avec facteur de résistance à la charge (LRFD) ou le design aux états limites (LSD) pour ces calculs. Le rehaussement n'est pas pris en compte pour les diaphragmes remplis de béton en raison de l'effet du poids du béton.

Le logiciel propose plusieurs types de béton que les utilisateurs peuvent sélectionner lors de la modélisation, notamment :

- Béton isolant léger sans panneaux de remplissage
- Béton isolant léger avec panneaux de remplissage
- Béton structurel léger
- Béton structurel de poids normal
- Béton structurel léger au sable

4.3 EXEMPLES DE CONCEPTION

Exemple de conception n° 1 :

Platelage structural rempli de béton de poids normal

Béton de poids normal de 3 000 psi

4 pouces de remblai de béton sur le dessus
d'un platelage en composite
2 x 12 avec solives à barres espacées
de 6 pi

Platelage emboîtable – largeur de
panneau de 36 po

Épaisseur minimale des solives – 0,25 po

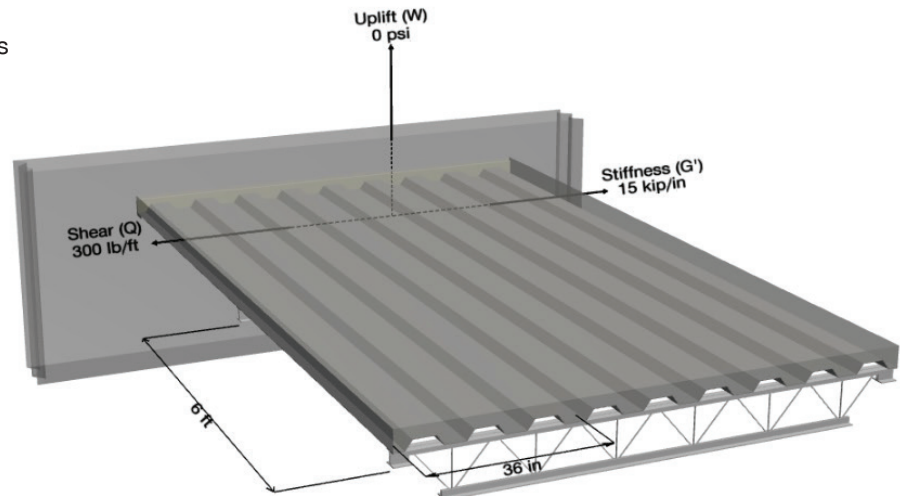
Méthode de conception – ASD

Charges de vent

Charges :

Cisaillement du diaphragme : $Q = 300$ plf

Rigidité, $G' = 15$ k/po



Système :

Platelage de calibre 22

Modèle 36/4 avec fixations à vis Hilti S-RT5+ M9



Fixations à recouvrement latéral Hilti S-SLC02 à 24 po c/c.



Zone	Gabarit de platelage	Modèle de fixation du cadre	Fixation d'encadrement	Connecteur de recouvrement latéral	Espacement des connecteurs de recouvrement latéral	Cisaillement du diaphragme, Q	Rehaussement, W	Rigidité, G'	Statut
1 Zone	22 ga	36/4	S-RT5+ Vis	Connecteur de recouvrement latéral SLC 02 M HWH	24 dans o.c.	5498.59 plf	0.00 psf	3898.95 kip/po	OK

4.0 DIAPHRAGMES REMPLIS DE BÉTON : CONCEPTION ET THÉORIE

4.3 EXEMPLES DE CONCEPTION

Exemple de conception n° 1 : Platelage structural rempli de béton de poids normal Béton de poids normal de 3 000 psi (suite)

Calcul de cisaillement/rigidité de conception pour la zone A-1

Résistance des fixations du cadre :

AISI S100 Eq. J4.3.1-4

$$Q_F = 2.7 \cdot t_1 \cdot d \cdot F_{u1}$$

d (psf)	F _{u1} (ksi)	t ₁ (in)	Q _F (lb)
0.228	45	0.0295	817

Force du connecteur de recouvrement latéral :

AISI S100 Eq. J4.3.1-1

$$Q_S = 4.2 \cdot (t_3 \cdot d)^{3/4} \cdot F_{u1}$$

d (in)	F _{u1} (ksi)	t (in)	Q _S (lb)
0.211	45	0.0295	440

Calcul de la résistance au cisaillement :

$$S_n = k_c \cdot \lambda_{LW} \cdot b \cdot t_c \cdot \sqrt{f'_c}$$

AISI S310-20 Eq. D4.1.1-1

$$k_c = 3.2/1000$$

AISI S310-20 Eq. D4.1.1-2a

$$t_c = t_a + n_{sc} \cdot t \cdot \frac{d}{s}$$

AISI S310-20 Eq. D4.1.1-3

$$n_{sc} = \frac{E}{E_c}$$

AISI S310-20 Eq. D4.1.1-4

$$E_c = w_c^{1.5} \cdot 33 \cdot \sqrt{f'_c}$$

ACI 318-19- Eq. 19.2.2.1.a

b (in)	d (in)	E (psi)	f'c (psi)	s (in)	r (in)	ta (in)
12.000	12.000	29,500,000.000	3,000	14.472	0.0295	5.0000
wc (lb/ft²)	λLW	Ec (psi)	nsc	tc (in)	Sn (plf)	
145.0	1.00	3,155,924.251	9.347	5.2286	10,997	

Résistance au cisaillement de conception :

$$S_{n,allow} = \frac{S_n}{\Omega}$$

-

S _n (plf)	Ω	S _{n,allow} (plf)
10,997	2.00	5,499

Flexibilité des fixations du cadre :

$$S_F = \frac{1.25}{1000 \cdot \sqrt{t}}$$

AISI S310-20 Section D5.2

t (in)	S _F (in/kip)
--------	-------------------------

4.0 DIAPHRAGMES REMPLIS DE BÉTON : CONCEPTION ET THÉORIE

4.3 EXEMPLES DE CONCEPTION

Exemple de conception n° 1 : Platelage structural rempli de béton de poids normal Béton de poids normal de 3 000 psi (suite)

Calcul de cisaillement/rigidité de conception pour la zone A-1

Flexibilité du connecteur de recouvrement latéral :

$$S_s = \frac{3}{1000 \cdot \sqrt{t}}$$

AISI S310-20 Section D5.2

t (in)	S _s (in/kip)
0.0295	0.0175

Calcul des fixations périmétriques :

$$N = \frac{S_n}{Q_f}$$

AISI S310-16 Eq. D4.4-3

$$n_e = \frac{S_n \cdot L}{Q_f}$$

AISI S310-16 Eq. D4.4-1

$$n_e = \text{Max} \left(\frac{S_n \cdot L}{Q_f}, \frac{L}{\alpha} \right)$$

AISI S310-16 Eq. D4.4-2

L (ft)	Sn (plf)	QF (lb)	n _e	α	N
18.00	10,997	817	242.5	3.0	13.5

Remarque : Lorsque des goujons de cisaillement sont inclus, l'espacement des fixations périmétriques peut ne pas être pertinent. Les goujons de cisaillement sont supposés transférer les forces de cisaillement du diaphragme aux éléments résistant aux forces latérales verticales. L'ingénieur doit vérifier les goujons de cisaillement pour déterminer s'ils possèdent une capacité suffisante pour les forces du diaphragme en plus de l'action des poutres composites.

Calcul du facteur de rigidité au cisaillement / flexibilité :

$$G' = \frac{E \cdot t}{2.6 \cdot \frac{s}{d} + C} + 3.5 \cdot d_c \cdot (f'_c)^{0.7}$$

AISI S310-20 Section D5.4

$$G' = \frac{E \cdot t}{2.6 \cdot \frac{s}{d} + K1 \cdot l} + 3.5 \cdot d_c \cdot (f'_c)^{0.7}$$

-

$$K1 = E \cdot t \cdot \frac{S_s}{l} \cdot \frac{2}{2 \cdot \alpha_1 + n_p \cdot \alpha_2 + 2 \cdot n_s \cdot \frac{S_s}{S_c}}$$

-

$$F = \frac{1000}{G'}$$

-

d (in)	d _c (in)	E (psi)	f' _c (psi)	l (in)	n _p	n _s
12.000	4.000	29,500,000.000	3,000	216.000	2	9.000
s (in)	S _f (in/kip)	S _s (in/kip)	t (in)	W (in)	α ₁	α ₂
14.472	0.0073	0.0175	0.0295	36.000	1.333	1.333
K1 (in ⁻¹)	G' (kip/in)		F (in/kip)			
0.0274	3,898.9531		0.0003			

5.0 OPTIMISATION DE LA CONCEPTION ET SOLUTIONS ALTERNATIVES

Le module de conception de diaphragme offre plusieurs façons de recherche de solutions productives et rentables aux problèmes de conception de diaphragme de platelage, grâce aux solutions d'optimisation de conception proposées dans le logiciel. L'optimisation de la conception sélectionne un système en fonction du coût total du système installé et propose une solution pour le système le plus efficace en fonction des charges saisies pour la conception. L'utilisateur final peut permettre au logiciel d'optimiser tous les paramètres par rapport à la demande du système pour obtenir le résultat le plus optimisé. Cependant, certains paramètres peuvent être définis par d'autres conditions, par exemple le gabarit de platelage peut déjà être sélectionné pour tenir compte de la neige ou des charges permanentes. Le logiciel permet donc à l'utilisateur de présélectionner les paramètres existants et d'optimiser le système pour les paramètres restants. L'optimisation prend en compte le nombre et le coût des fixations, le coût du matériau du platelage, la rapidité d'installation et renvoie le système le plus rentable pour votre projet.

Area: Design Example #1		Type	Loads (ASD)			Diaphragm Details (Optional)							Results		
Zone			Q	W	G'	Deck Gauge	Pattern	Frame Fastener	Sidelap Connection	Sidelap	Q	W	G'		
1	Full Scale Testing		300 lb/ft	20 psf	15 kip/in	22 ga	36/4	Hilti X-HSN 24	S-SLC 02 M HWH Sidelap...	24 in	355.40 lb/ft	83 psf	16.50 kip/in		
2	SDI Calculations		300 lb/ft	20 psf	15 kip/in	22 ga	36/4	Hilti X-HSN 24	Hilti #12 Drill Screw	17 in	300.11 lb/ft	83 psf	16.06 kip/in		

Vous n'avez pas besoin de réaliser une conception à l'aide de la fonction d'optimisation; cependant, vous n'utilisez peut-être pas le système le plus rentable pour vos conceptions. Si vous souhaitez examiner des solutions alternatives, vous pouvez sélectionner le bouton « Autres solutions » en bas du panneau Zones. Cela vous permet de comparer des solutions alternatives à la solution sélectionnée, que vous ayez optimisé ou sélectionné une solution, pour voir d'autres solutions qui fonctionnent pour vos charges. Vous pouvez sélectionner jusqu'à trois solutions à inclure dans le tableau récapitulatif inclus dans le rapport.

OTHER SOLUTIONS									
Zone									
Deck Gauge	Pattern	Frame Fastener	Sidelap Connector	Sidelap Connector Spacing	Shear Utilization	Uplift Utilization	Shear Stiffness	Cost Index	
22 ga	36/4	S-RT5+ MB Screw	S-SLC 02 M HWH Sidelap Connector	24 in	0.47%	0%	3898.95 kip/in	0	
Alternative Solutions									
Deck Gauge	Pattern	Frame Fastener	Sidelap Connector	Sidelap Connector Spacing	Shear Utilization	Uplift Utilization	Shear Stiffness	Cost Index	
☐	22 ga	36/4	Hilti X-HSN 24	S-SLC 02 M HWH Sidelap Connector	9 in	0.47%	0%	124064.14 kip/in	1.00
☐	22 ga	36/4	Hilti X-HSN 24	S-SLC 01 M HWH Sidelap Connector	9 in	0.47%	0%	124064.14 kip/in	1.00
☐	22 ga	36/4	Hilti X-HSN 24	S-SLC 02 M HWH Sidelap Connector	8 in	0.47%	0%	124070.85 kip/in	1.00
☐	22 ga	36/4	Hilti X-HSN 24	S-SLC 01 M HWH Sidelap Connector	8 in	0.47%	0%	124070.85 kip/in	1.00
☐	22 ga	36/4	S-RT5+ MB Screw	S-SLC 02 M HWH Sidelap Connector	9 in	0.47%	0%	124064.14 kip/in	1.01
☐	22 ga	36/4	S-RT5+ MB Screw	S-SLC 01 M HWH Sidelap Connector	9 in	0.47%	0%	124064.14 kip/in	1.01
☐	22 ga	36/4	Hilti X-DRP-19-L15	S-SLC 02 M HWH Sidelap Connector	9 in	0.47%	0%	124073.32 kip/in	1.01
☐	22 ga	36/4	Hilti X-DRP-19-L15	S-SLC 01 M HWH Sidelap Connector	9 in	0.47%	0%	124073.32 kip/in	1.01
☐	22 ga	36/4	Hilti X-HSN 24	S-SLC 02 M HWH Sidelap Connector	7 in	0.47%	0%	124078.18 kip/in	1.01
☐	22 ga	36/4	Hilti X-HSN 24	S-SLC 01 M HWH Sidelap Connector	7 in	0.47%	0%	124078.18 kip/in	1.01
☐	22 ga	36/4	S-RT5+ MB Screw	S-SLC 02 M HWH Sidelap Connector	8 in	0.47%	0%	124070.85 kip/in	1.01
☐	22 ga	36/4	S-RT5+ MB Screw	S-SLC 01 M HWH Sidelap Connector	8 in	0.47%	0%	124070.85 kip/in	1.01
☐	22 ga	36/4	Hilti X-DRP-19-L15	S-SLC 02 M HWH Sidelap Connector	8 in	0.47%	0%	124078.81 kip/in	1.01
☐	22 ga	36/4	Hilti X-DRP-19-L15	S-SLC 01 M HWH Sidelap Connector	8 in	0.47%	0%	124078.81 kip/in	1.01
☐	22 ga	36/4	S-RT5+ MB Screw	S-SLC 02 M HWH Sidelap Connector	7 in	0.47%	0%	124078.18 kip/in	1.02
☐	22 ga	36/4	S-RT5+ MB Screw	S-SLC 01 M HWH Sidelap Connector	7 in	0.47%	0%	124078.18 kip/in	1.02
☐	22 ga	36/4	Hilti X-HSN 24	S-SLC 02 M HWH Sidelap Connector	6 in	0.47%	0%	124085.82 kip/in	1.02
☐	22 ga	36/4	Hilti X-HSN 24	Hilti #12 Drill Screw	9 in	0.47%	0%	124064.14 kip/in	1.02
☐	22 ga	36/4	Hilti X-HSN 24	Hilti #12 Drill Screw	9 in	0.47%	0%	124064.14 kip/in	1.02
☐	22 ga	36/4	Hilti X-HSN 24	Hilti #8 Drill Screw	9 in	0.47%	0%	124064.14 kip/in	1.02

Design Example # 1

Zone	Gabarit de platelage	Modèle de fixation du cadre	Fixation d'encadrement	Connecteur de recouvrement latéral	Espacement des connecteurs de recouvrement latéral	Cisaillement du diaphragme, Q	Rehaussement, W	Rigidité, G'	Statut
1 Zone	22 ga	36/4	S-RT5+ Vis	Connecteur de recouvrement latéral SLC 02 M HWH	24 dans o.c.	5498.59 plf	0.00 psi	3898.95 kip/po	OK
Alternative 1	22 ga	36/4	Hilti X-HSN 24	S-SLC 01 M HWH Connecteur de recouvrement latéral	9 dans o.c.	63565.05 plf	0.00 psi	124064.21 kip/po	OK
Alternative 2	22 ga	36/4	Hilti X-HSN 24	Vis autoperceuse Hilti n° 12	9 dans o.c.	63565.05 plf	0.00 psi	124064.21 kip/po	OK
Alternative 3	22 ga	36/4	Hilti X-HSN 24	Vis autoperceuse Hilti n° 8	9 dans o.c.	63565.05 plf	0.00 psi	124064.21 kip/po	OK

6.0 CALCUL DE DÉVIATION

Le module de conception de diaphragme permet à l'utilisateur d'effectuer un calcul simple de déflexion du diaphragme du platelage en utilisant les dispositions du manuel de conception de platelage du SDI (DDM 04). Voici les détails des différents paramètres utilisés dans le calcul de la déflexion dans le module de conception de diaphragme.

6.1 DÉFINITIONS

Zone d'angle A — Il s'agit de l'aire de la section transversale de l'angle ou de la poutre périphérique et est utilisée pour calculer le moment d'inertie, I , pour un élément en acier à membrure.

W_{vent} — La charge de vent résultante agissant sur la surface en force par unité de longueur (lb/pi).

Lorsque le W vent est défini, les déflexions correspondantes de la bride et de l'âme dues à la charge de vent seront calculées.

W_{sismique} — La charge sismique résultante agissant sur la surface en force par unité de longueur (lb/pi).

Lorsque le W_{sismique} est défini, les déflexions correspondantes de la bride et de l'âme dues à la charge sismique seront calculées.

6.2 CALCULS

La déflexion du diaphragme du platelage (ΔT) est composée de deux composantes : la flexion et la déflexion de l'âme. La déflexion en flexion (ΔF terme) concerne la semelle de poutre en acier périphérique ou les membrures du diaphragme, basée sur les équations classiques de déflexion de poutre. La flèche de l'âme (terme DW) est due à la flèche du diaphragme du platelage en acier lui-même et est basée sur le cisaillement moyen du diaphragme (q_{avg}) et la flexibilité des connexions du platelage (F).

$$\Delta = \frac{5qL^4}{384EI} + \frac{qL^2}{8bG'} \quad \Delta f = \frac{5 \cdot W \cdot I^4}{384 \cdot EI} \quad \Delta w = \frac{W \cdot I^2}{8 \cdot b \cdot G'}$$

$$q_{\text{avg}} = \frac{wI}{4d}$$

où :

w = valeur saisie à partir de la fenêtre de calcul de la déflexion (w_{wind} or w_{seismic})

L = longueur du diaphragme, perpendiculaire aux cannelures du platelage

I = moment d'inertie de l'élément de corde

E = est le module d'Young de l'acier

b = largeur de la zone du diaphragme, parallèle aux cannelures du platelage

G' = rigidité au cisaillement du diaphragme

6.0 CALCUL DE DÉVIATION

6.3 EXEMPLE DE CONCEPTION

En utilisant l'exemple de conception n° 1 des exemples de conception de platelage en acier, voir ci-dessous pour les calculs de déflexion. Le bâtiment est supposé mesurer 500 pieds de long sur 400 pieds de large avec un angle de périmètre L2x2x1/4 (A=0,944 po²). Les charges de conception sont de 200 plf pour le vent et de 300 plf pour les séismes. La zone 2 a été ajustée pour utiliser un espacement latéral de 12 pouces afin de permettre à la conception de fonctionner pour les charges. Tous les autres paramètres ont été conservés.

Area: Area 1		Type	Loads (ASD)			Diaphragm Details (Optional)					Results		
Zone			Q	W	G'	Deck Gauge	Pattern	Frame Fastener	Sidelap Connection	Side	Q	W	G'
1	Full Scale Testin		300 lb/ft	20 psf	15 kip/in	22 ga	36/4	Hilti X-HSN 24	S-SLC 02 M HWH Sid...	24 in	355.49 lb...	83 psf	16.59 kip...
2	SDI Equations		300 lb/ft	20 psf	15 kip/in	22 ga	36/4	Hilti X-HSN 24	Hilti #12 Drill Screw	12 in	355.72 lb...	83 psf	17.31 kip...

DEFLECTION CALCULATION

Area Properties

Length
Width

500 ft
400 ft

Deflections

Angle Area 1

0.944 in²

Moment of Inertia I

10874880 in⁴

W_{wind}

200 lb/ft

Flange Deflection Δf_{wind}

0.07 ft

Web Deflection ΔW_{wind}

0.08 ft

Total Deflection Δ_{wind}

0.15 ft

W_{seismic}

300 lb/ft

Flange Deflection Δf_{seismic}

0.11 ft

Web Deflection ΔW_{seismic}

0.12 ft

Total Deflection Δ_{seismic}

0.23 ft

Close

Les calculs de déflexion sont inclus dans le rapport de conception du rapport détaillé.

Déflexions pour l'exemple de conception n° 1 :

$$\Delta f = \frac{5 \cdot W \cdot l^4}{384 \cdot EI}$$
SDI DDM, Quatrième édition

$$\Delta w = \frac{W \cdot l^2}{8 \cdot b \cdot G'}$$
SDI DDM, Quatrième édition

$$I = 2 \cdot A \cdot \left(\frac{b}{2}\right)^2$$
SDI DDM, Quatrième édition

A (in ²)	b (ft)	E (ksi)	G' (kip/in)	l (ft)	I (in ⁴)
0.9	400.0	29,500.000	16.5924	500.0	10,874,880.000

Déflexions (vent)

W (plf)	Δf (in)	Δw (in)	Δw + Δf (in)
200	0.8767	0.9417	1.8184

Déflexions (sismiques)

W (plf)	Δf (in)	Δw (in)	Δw + Δf (in)
300	1.3150	1.4125	2.7276

7.0 ESTIMATION DES FIXATIONS

L'estimation des fixations estime le nombre de fixations de cadre et de recouvrement latéral nécessaires pour le projet en fonction des paramètres de conception du projet.

Fixations du cadre :

Nombre de fixations de cadre sans déchets = superficie de la zone * ($N_{ffpf} * 100 * (100/\text{portée} + 1) + 2 * (\text{portée} * 12 / \text{espacement des fixations périmétriques} - 1) (100/\text{portée}) / 100 * 100$)

Fixations du cadre par pied linéaire d'élément de support, N_{ffpf} est calculé en fonction du type de platelage et du modèle de fixation.

Remarque : certaines valeurs de N_{ffpf} sont affichées, mais le tableau n'inclut pas toutes les valeurs pour tous les types de platelage. Voir l'exemple ci-dessous pour un modèle 36/7 sur le platelage B :

Tableau 1: Exemples de valeurs pour N_{ffpf}

Modèle de fixation du cadre	B et F	BI	Modèle de fixation du cadre	N	NI	Modèle de fixation du cadre	Plancher de platelage en composite 2 po et 3 po
36/14	4	4.667	24/6	2	3	36/4	1.333
36/11	3	3.667	24/4	1.5	2	24/3	1.5
36/9	2.333	3				Coffrage de platelage de 9/16 po	
36/7	2	2.333				30/7	2.4
36/5	1.333	1.667				30/5	1.6
36/4	1	1.333				30/4	1.2
36/3	0.667	1				35/8	2.4
30/8	2.4	3.2				35/7	2.057
30/6	2	2.4				35/6	1.714
30/4	1.2	1.6				35/5	1.371
30/3	0.8	1.6				Platelage de coffrage de 1 po et 1-5/16 po	
24/7	2.5	3.5				32/4	1.125
24/5	2	2.5					
24/3	1	1.5					
24/4	1.5	2					
36/7/4	1.5	2					

Exemple de calcul :

Connu :

Platelage B, modèle 36 7 ($N_{FFPF} = 2$) - Portée de 4 pieds, PFS de 12 pouces

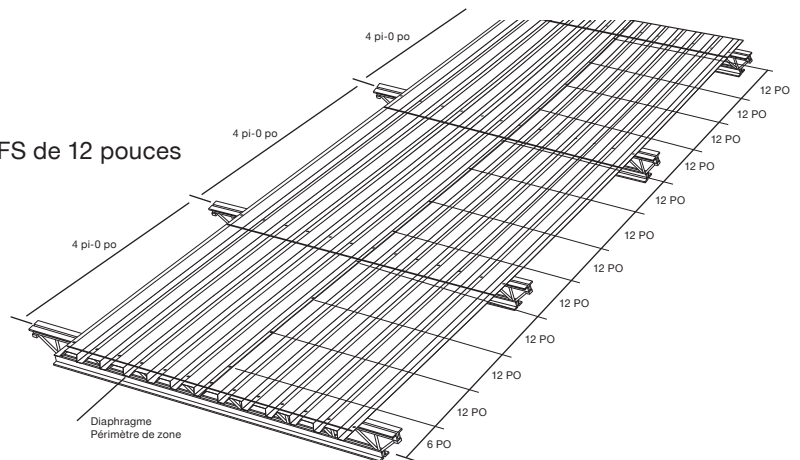
$$2 \times 100 \times \left(\frac{100}{4} + 1 \right) + 2 \times \left(\frac{100}{4} + 1 \right) + 2 \times \left(\frac{4 \times 12}{12} - 1 \right) \times \frac{100}{4}$$

$$= 5200 + 52 + 150 = 5402$$

$$5402/100 = 54 \text{ fixations par } 100 \text{ pi}^2$$

Multipliez ensuite en fonction du pied carré total du platelage.

Total = $(1 + \% \text{waste}) \times \text{Nombre de fixations de cadre sans déchet}$



7.0 ESTIMATION DES FIXATIONS

Fixations latéraux :

Lorsque le paramètre de conception « nombre de connexions à recouvrement latéral » est utilisé.

Nombre de fixations à recouvrement latéral = surface de zone * (nombre de recouvrements latéraux) * (1 + chute) / (largeur de tôle*surface de platelage)

Lorsque le paramètre de conception « espacement des connexions à recouvrement latéral » est utilisé.

Nombre de fixations à recouvrement latéral = surface de zone * (portée*12/espacement) * (1 + déchets)

Portée = portée moyenne des solives pour la zone, pi.

Superficie zone = superficie de la zone

Déchets = le pourcentage de déchets à inclure dans l'estimation. Une valeur de gaspillage de 5 % est incluse dans les calculs par défaut pour le module de conception.

7.1 EXEMPLE DE CONCEPTION

En utilisant le même exemple de conception de l'exemple de conception de platelage de toit en acier n° 1 et le calcul de flèche dans les sections précédentes, une estimation des fixations a été effectuée. La superficie de chaque zone a été estimée à 100 000 pieds carrés avec un espacement des fixations périmétriques de 6 po.

FASTENER ESTIMATION

✕

Estimations

	Zone Area	Perimeter Fastener Spacing	No. of Frame Fasteners	No. of Sidelap Connections
Full Scale Testing	100,000 ft²	6 in	22401	17501
SDI Equations	100,000 ft²	6 in	22401	35001

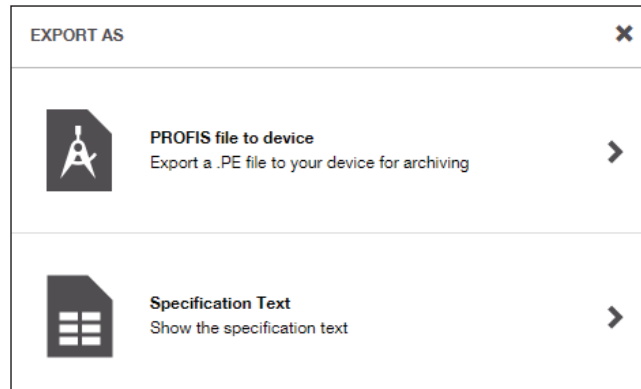
Because these counts are only estimated based on the information provided and assumed contingency, the quantities are not guaranteed to be sufficient. Actual requirements will need to be verified onsite to ensure proper quantities are purchased.

Close

8.0 TEXTE DE SPÉCIFICATION

PROFIS Engineering fournit des outils pour aider les ingénieurs en structure à créer des documents de conception plus précis tels que le texte de spécification généré par le logiciel. Le module de conception de diaphragme comprend également un outil convivial pour aider l'utilisateur à transférer rapidement les conceptions vers la CAO ou le BIM.

Après avoir terminé vos conceptions, utilisez l'icône d'exportation pour ouvrir la fenêtre de texte de spécification. Cela générera un tableau de toutes vos conceptions pour chaque zone et zone dans un format de tableau pratique que vous pourrez exporter rapidement. Sélectionnez Copier dans le presse-papiers et vous pourrez importer rapidement le tableau dans vos fichiers de conception pour créer un calendrier de pièces jointes ou des notes pour compléter vos documents de conception.



SPECIFICATION TEXT

Fasten deck with the pattern specified in the table using Hilti x-HSN 24 fasteners for base steel thickness between 1/8" and 3/8". Use X-ENP 19 L15 fasteners for base steel thickness greater than 1/4".

Fasten sidelap using Hilti S-SLC 01 M HWH (18 ga. to 26 ga.) or Hilti S-SLC 02 M HWH (18 ga. to 22 ga.) fasteners at the spacing required in the table.

Design Example #1

Zone	Deck Gauge	Frame Fastener Pattern	Frame Fastener	Sidelap Connector	Sidelap Connector Spacing
Full Scale Testing	22 ga	36/4	Hilti X-HSN 24	S-SLC 02 M HWH Sidelap Connector	24 in
SDI Equations	22 ga	36/4 (914/4)	Hilti X-HSN 24	Hilti #12 Drill Screw	12 in

Design Example #2

Zone	Deck Gauge	Frame Fastener Pattern	Frame Fastener	Sidelap Connector	Sidelap Connector Spacing
Typical	22 ga	24/8 (610/8)	X-ENP-19	Hilti #12 Drill Screw	12 in

Concrete Design Example #1

Zone	Deck Gauge	Frame Fastener Pattern	Frame Fastener	Sidelap Connector	Sidelap Connector Spacing
Zone	22 ga	36/4	Hilti X-HSN 24	S-SLC 02 M HWH Sidelap Connector	24 in

Close
Copy to clipboard

**Aux États-Unis :**

Hilti, Inc.
7250 Dallas Parkway, Suite 1000
Plano, TX 75024
Service à la clientèle : 1 800 879-8000
En español : 1 800 879-5000
Télécopieur : 1 800 879-7000

www.hilti.com

Hilti est un employeur garantissant l'égalité des chances.
Hilti est une marque déposée de Hilti Corp.
©Droits d'auteur 2024 par Hilti, Inc.

Au Canada :

Hilti (Canada) Corporation
2201 Bristol Circle
Oakville, Ontario | L6H 0J8
Canada
Service à la clientèle : 1 800 363-4458
Télécopieur : 1 800 363-4459

www.hilti.ca



*14001 États-Unis uniquement

Les données contenues dans cette documentation étaient à jour à la date de publication. Des mises à jour et des modifications peuvent être apportées en fonction d'essais ultérieurs. S'il est nécessaire de vérifier que les données sont toujours à jour, veuillez contacter les spécialistes de l'assistance technique Hilti au 1-800-879-8000. Toutes les valeurs de charge publiées contenues dans cette documentation représentent les résultats des essais effectués par Hilti ou des organismes d'essai. Des matériaux de base locaux ont été utilisés. En raison des variations dans les matériaux, des essais sur site sont nécessaires pour déterminer les performances sur un site spécifique. Les faisceaux laser représentés par des lignes rouges dans cette publication. Imprimé aux États-Unis.