

DEPARTEMENT DE LA GUADELOUPE
VILLE DE BASSE-TERRE

MAISON D'ARRÊT DE BASSE-TERRE

**ETUDE DE FAISABILITE POUR LA PROTECTION DES
COURS DE PROMENADE ET DES COURSIVES DU
BATIMENT D**

DOSSIER PRO
NOTE DE CALCUL DE LA STRUCTURE CÂBLÉE

11/06/2025

MAITRE D'OUVRAGE	 MABT 6, Boulevard Félix Eboué 97103 BASSE-TERRE	Tél : 0590 99 44 20
MAITRISE D'ŒUVRE	 DELTA INGÉNIERIE SAS 1 Immeuble Marie-Galante - Moudong Sud 97122 BAIE-MAHAULT	Tél : 0590 32 06 16 delta.ing971@orange.fr

Prison Basse Terre - MABT

Note de calcul de la structure d'un filet de protection

Note d'hypothèse générales et de calcul – NDC

Note de calcul de la structure d'un filet de protection NDC Ind. 2

Indice	Date	Modification	Rédaction	Contrôle
0	26/05/2025	Première édition	MHO	FLE
1	30/05/2025	Ajout des assemblages & ancrages	MHO	FLE
2	06/06/2025	Géométrie et ancrages de la pyramide adaptés	MHO	FLE

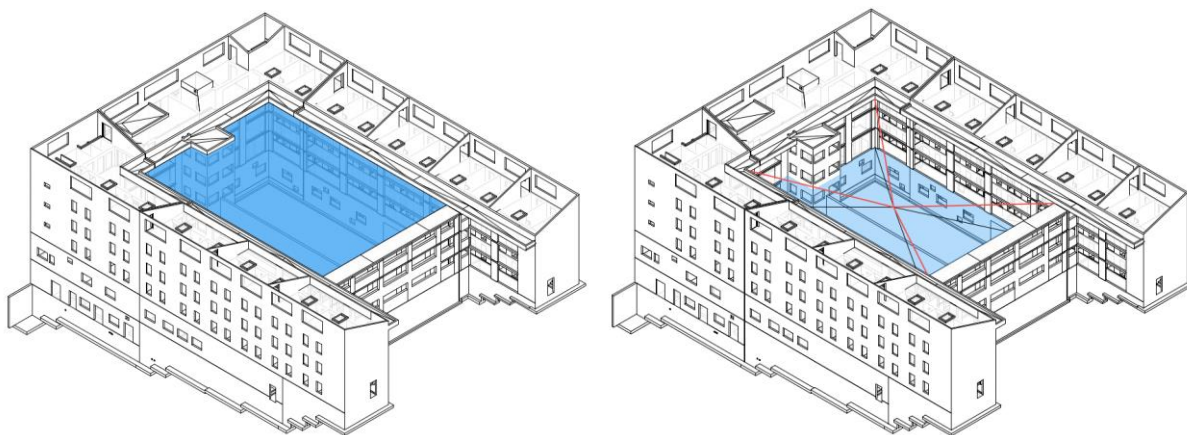
Table des matières

1	Hypothèses générales	4
1.1	Géométrie de la structure	4
2	Documents de références	5
2.1	Textes règlementaires	5
2.2	Documents de base du dimensionnement.....	5
2.3	Description des matériaux.....	6
2.3.1	Câbles principaux.....	6
2.3.2	Filet de protection	6
3	Surcharges appliquées à la structure	6
3.1	Surcharges permanentes.....	6
3.2	Surcharges variables	7
3.2.1	Surcharges répartie.....	7
3.2.2	Surcharge ponctuelle	7
3.2.3	Surcharges de vent.....	7
3.3	Combinaison de charges	7
4	Solutions proposées	8
4.1	Solution 1 – Filet à plat.....	8
4.2	Solution 2 – Pyramide	10
5	Vérification aux états limite de service – Filet à plat	12
5.1	Réactions d'appuis	12
5.2	Déformations.....	12
5.3	Vérifications des sections des câbles	14
5.3.1	Surcharges réparties	14
5.3.2	Surcharges ponctuelles	15
6	Vérification aux états limite de service – Pyramide.....	16
6.1	Réactions d'appuis – Sommet	16
6.2	Réactions d'appuis – Base	16
6.3	Déformations – Câbles principaux.....	17
6.4	Déformations – Câbles secondaires.....	19
6.5	Déformations – partie horizontale des câbles.....	21
6.6	Vérifications des sections des câbles principaux	24
6.7	Vérifications des sections des câbles secondaires.....	25
6.8	Vérifications des sections des câbles horizontaux.....	26

7	Vérifications aux états limites de service - Filet.....	27
8	Vérifications aux états limites ultimes – Filet à plat	28
8.1	Vérifications des sections des câbles	28
9	Vérifications aux états limites ultimes - Pyramide.....	29
9.1	Vérifications des sections des câbles principaux	29
9.2	Vérifications des sections des câbles secondaires.....	30
9.3	Vérifications des sections des câbles horizontaux.....	31
10	Vérifications aux états limites ultimes - Filet.....	32
11	Efforts dans les nœuds	33
11.1	Nœud filet/câble principal.....	33
11.2	Nœud en croix – 2 câbles	33
11.3	Nœud en croix – 3 câbles	34
11.4	Nœud central Pyramide – 10 câbles	34
12	Ancrages – Filet à plat	35
12.1	Ancrage sous les coursives – Filet plat	35
12.2	Ancrage dans les voiles et dalles – Filet plat	37
13	Ancrages – Pyramide	39
13.1	Ancrage vertical supérieur - voiles.....	39
13.1.1	Effort de cisaillement	40
13.1.2	Effort de traction	41
13.2	Ancrage vertical supérieur – colonne & poutre.....	42
13.2.1	Effort de cisaillement vertical.....	43
13.2.2	Effort de traction perpendiculaire à la poutre	44
13.2.3	Effort de traction dans le sens de la poutre	45
13.3	Ancrage inférieur des câbles secondaires dans les façades	46

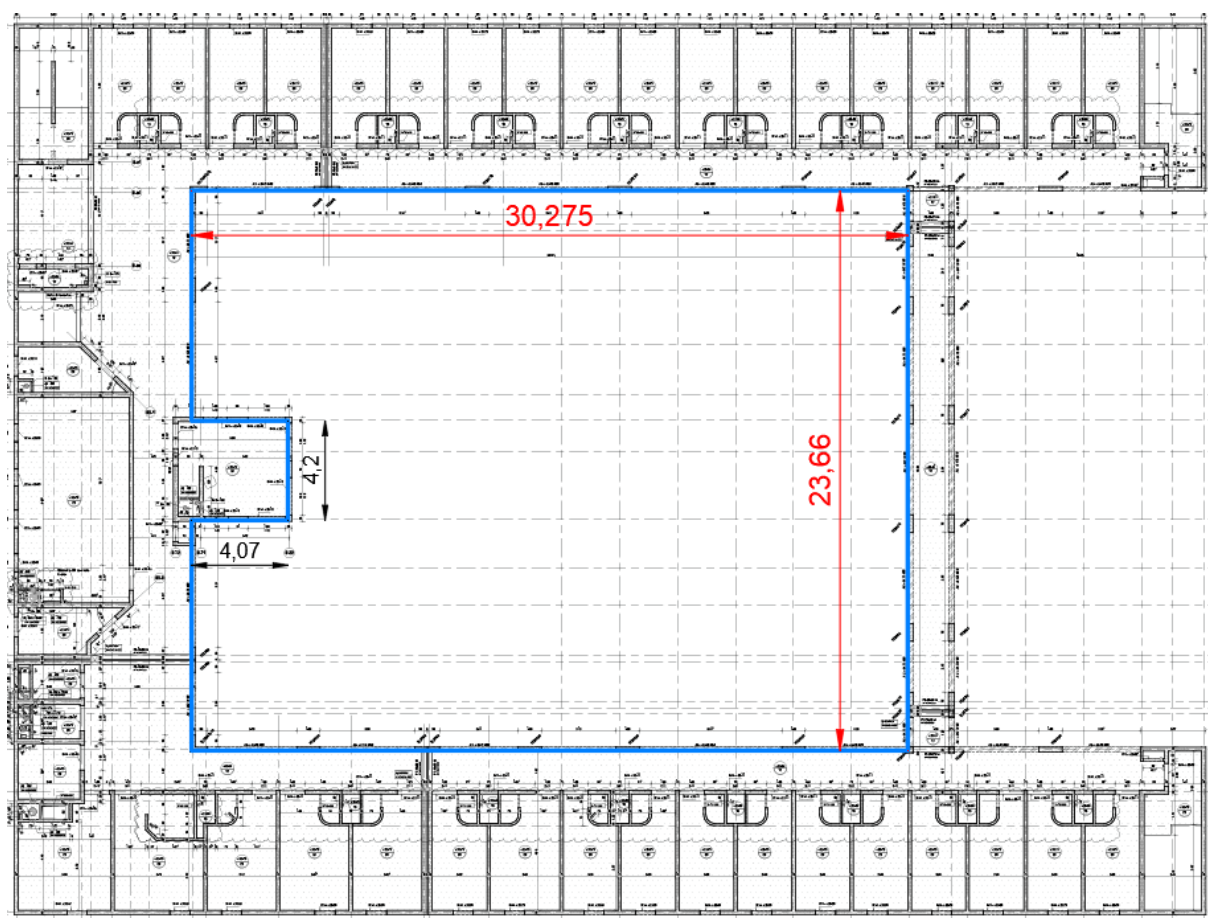
1 Hypothèses générales

L'objectif de cette note est de présenter les hypothèses de calcul et le dimensionnement d'une structure câblée servant de support à un filet de protection. Ce filet de protection est prévu pour protéger la cour extérieure de la prison Basse terre (MABT) en Guadeloupe.



1.1 Géométrie de la structure

La cour de la prison est rectangulaire de 30,275 m sur 23,66. Une tour de 4,07 m x 4,2 m est positionnée sur l'un des petit côté :



2 Documents de références

2.1 Textes règlementaires

Les calculs sont menés de manière conforme aux normes françaises :

- NF EN 1993-1-1 - Règles générales et règles pour les bâtiments (2005 A1.2014)
- NF EN 1993-1-1 - Règles générales et règles pour les bâtiments - Annexe Nationale (2013)

Les calculs de limites de résistances des structures câblées sont basées sur les normes de calcul de haubans.

2.2 Documents de base du dimensionnement

Les plans de coffrage de la prison transmis par l'entreprise DELTA INGENIERIE SAS sont considérés afin de déterminer la forme des structures à rajouter.

Le modèle Revit de l'ensemble du bâtiment est utilisé afin d'extraire toutes les informations utiles :

- MAB_EXE_ICM_02_D_TN_MN_004_H

Les caractéristiques des câbles considérés dans les calculs sont issus du catalogue de l'entreprise « Corderie d'Or ».

- Câbles - Catalogue Corderie d'Or - Standard

Les caractéristiques des treillis qui composent le filet sont tirées des catalogues suivants :

- DIVFILETCABLE-LOSANGE
- DIVFILETCABLE-CARREE

2.3 Description des matériaux

2.3.1 Câbles principaux

Les câbles principaux de la structure sont considérés en acier galvanisé, ci-joint un extrait du catalogue de la Corderie d'Or. Dans le catalogue, on retrouve le poids linéaire des câbles ainsi que les charges à la rupture.

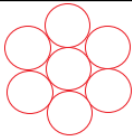
Selon les théories de calcul des haubans, la tension d'un câble sous l'effet des combinaisons ELS doit vérifier la relation suivante :

- $F_{ELS} < 0,5 * CR$

La tension d'un câble sous l'effet des combinaisons ELU doit vérifier la relation suivante :

- $F_{ELU} < CR / (\gamma_{M1} * \gamma_{M2}) = 0,667 * CR$

$$\gamma_{M1} = 1,2 \quad \gamma_{M2} = 1,25$$

 DIN 3052 7 fils (1+6)			
DIN 3052 - 1 * 7			
Diam mm	Kg / 100m	CR mini kN 1570	CR mini kN 1770
1	0,50	0,85	0,96
2	2,01	3,42	3,85
3	4,52	7,69	8,67
4	8,03	13,7	15,4
5	12,6	21,4	24,1
6	18,1	30,8	34,7
7	24,6	41,9	47,2
8	32,1	54,7	61,7
9	40,7	69,2	78,0
10	50,2	85,5	96,3
12	72,3	123	139
14	98,4	167	189
16	129	219	247

2.3.2 Filet de protection

Le filet est considéré en acier galvanisé avec une maille de 20 mm x 20mm, les fils sont de Ø 1,5 mm. La charge de rupture des fils du filet est considérée égale à 2,14 kN/fil par extrapolation du tableau précédent.

3 Surcharges appliquées à la structure

3.1 Surcharges permanentes

Le poids propre des câbles qui composent la structure sont directement prélevés des catalogues de la Corderie d'Or. La surcharge est évaluée sur base d'un poids volumique de l'acier de 7850 kg/m³.

La surcharge permanente issue du treillis est calculée ci-dessous :

Fil	Ø fil	[mm]	1,5
	As	[mm ²]	1,77
		[mm ² /m]	176,71
Maille du filet	L	[m]	0,020
	H	[m]	0,020
Charges	kg/m de fil	[kg/m]	0,0139
	kg/m ² fils	[kg/m ²]	1,96
	kg/m ² total (yc bagues de sertissage)	[kg/m ²]	2,48

Un coefficient majorateur de 30 % est pris pour tenir en compte les accessoires. Nous considérons donc une surcharge surfacique de 2,48 kg/m² pour le poids du filet et de ses accessoires.

3.2 Surcharges variables

3.2.1 Surcharges répartie

Une surcharge répartie de 5 kg/m² est considérée sur l'ensemble du filet.

3.2.2 Surcharge ponctuelle

Une surcharge ponctuelle statique de 250 kg est considérée. Cette charge est répartie sur une surface de 1 m² sur le treillis.

3.2.3 Surcharges de vent

La cour de promenade est un espace extérieur enfermé/protégé par des bâtiments sur les 4 côtés. D'autre part, la structure du filet est transparente et offre une surface de prise à l'air très réduite.

La pression de l'air dans la cour est donc identique à la pression de l'air au-dessus des niveaux de toiture ; aucun flux d'air ascendant/descendant n'est à attendre.

Aucune charge de vent ne sera donc à considérer dans les calculs.

3.3 Combinaison de charges

Les combinaisons de charges étudiées sont présentées ci-dessous :

Combinaison de charges	PP Câbles	Treillis	Q répartie	Q ponctuelle
PP Câble seul	1	0	0	0
Câble + treillis	1	1	0	0
ELSC (Qrep)	1	1	1	0
ELSC (Qponc)	1	1	0	1
ELU G	1,35	1,35	0	0
ELU (Qrep)	1,35	1,35	1,5	0
ELU (Qponc)	1,35	1,35	0	1,5

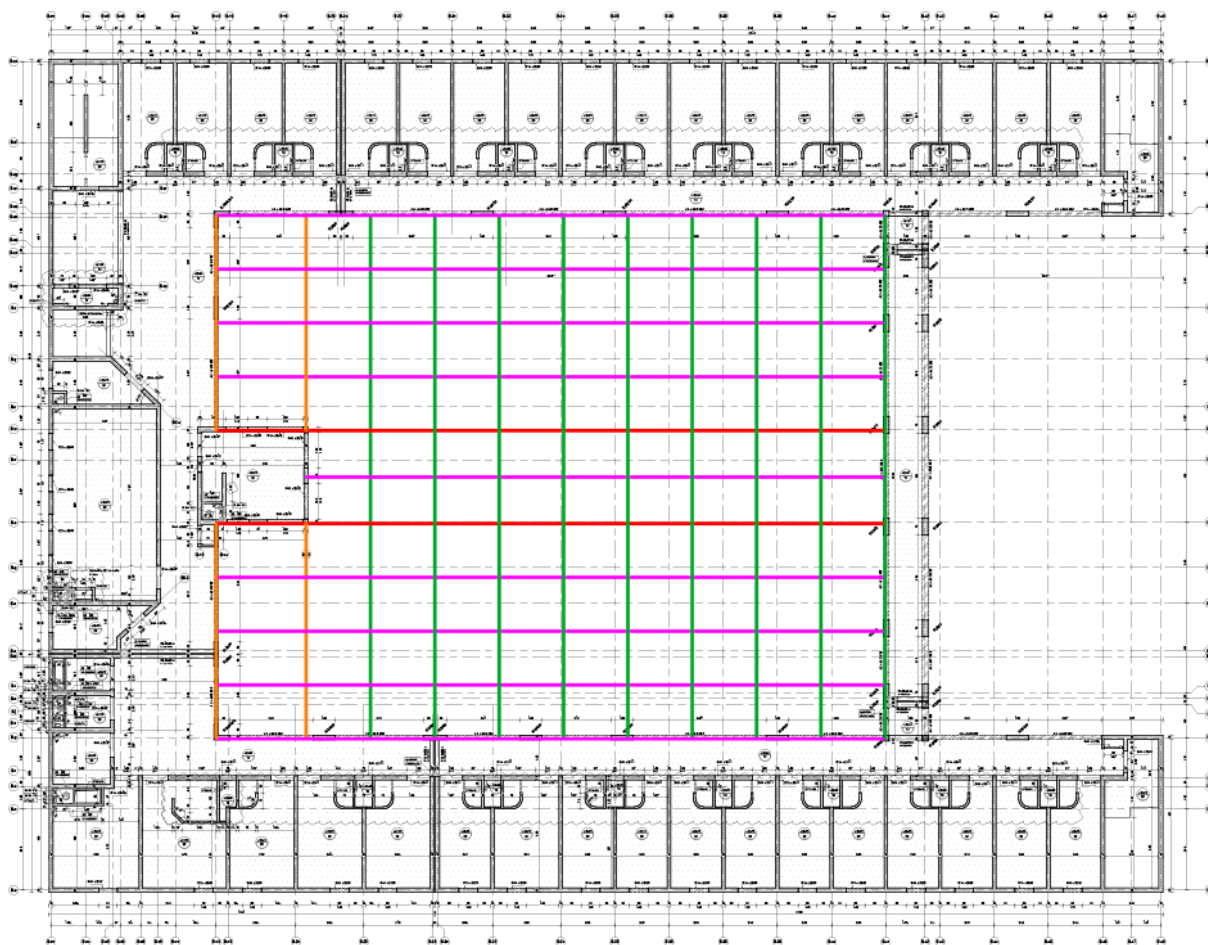
4 Solutions proposées

4.1 Solution 1 – Filet à plat

La première proposition est de disposer un filet « plat » en toiture afin d'empêcher toute chute de colis par l'extérieur de la prison.

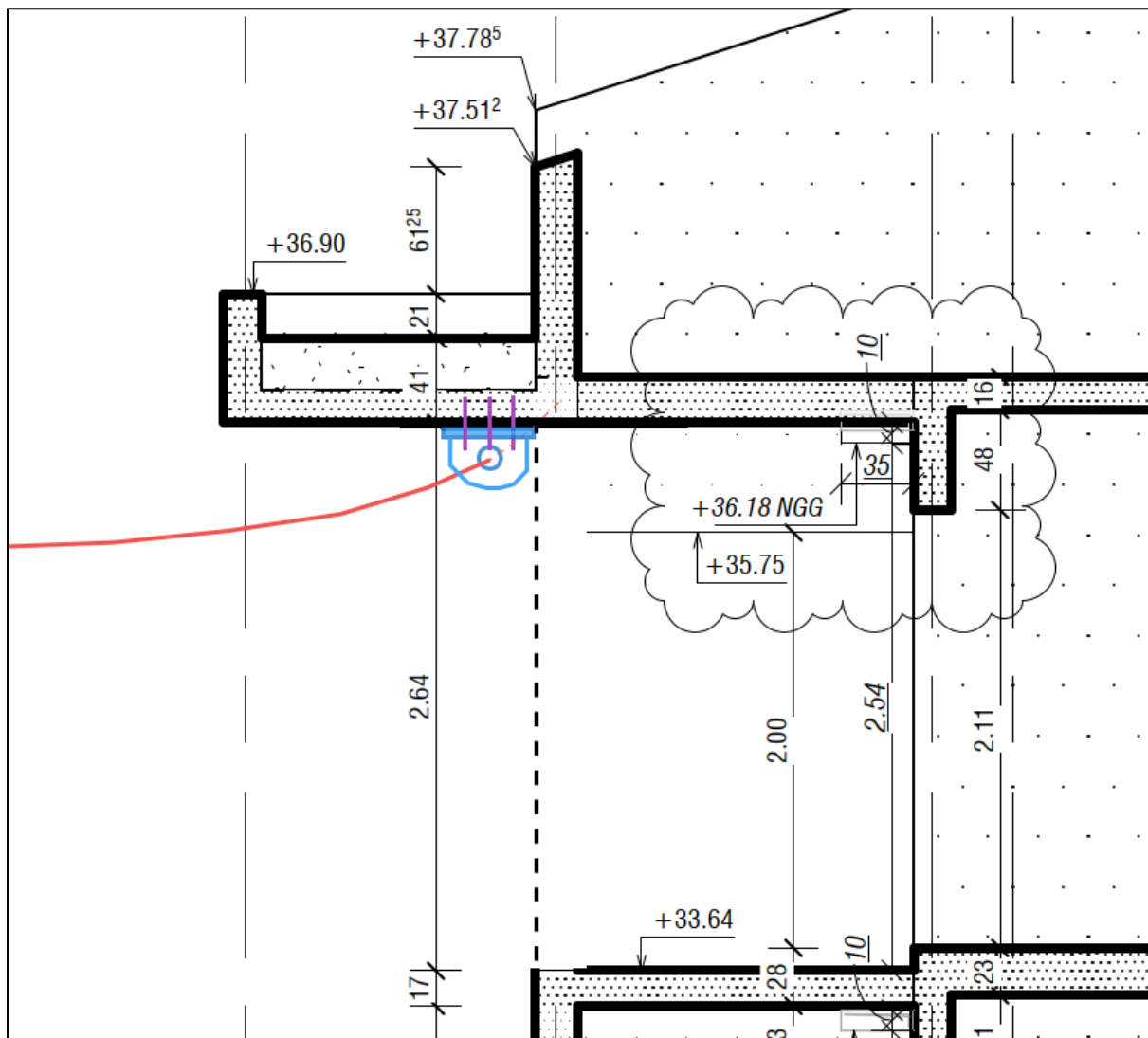
Ce filet sera réalisé avec une maille de câbles principaux sur lesquels est fixé un treillis.

Voici une vue en plan schématique du tracé des câbles principaux :

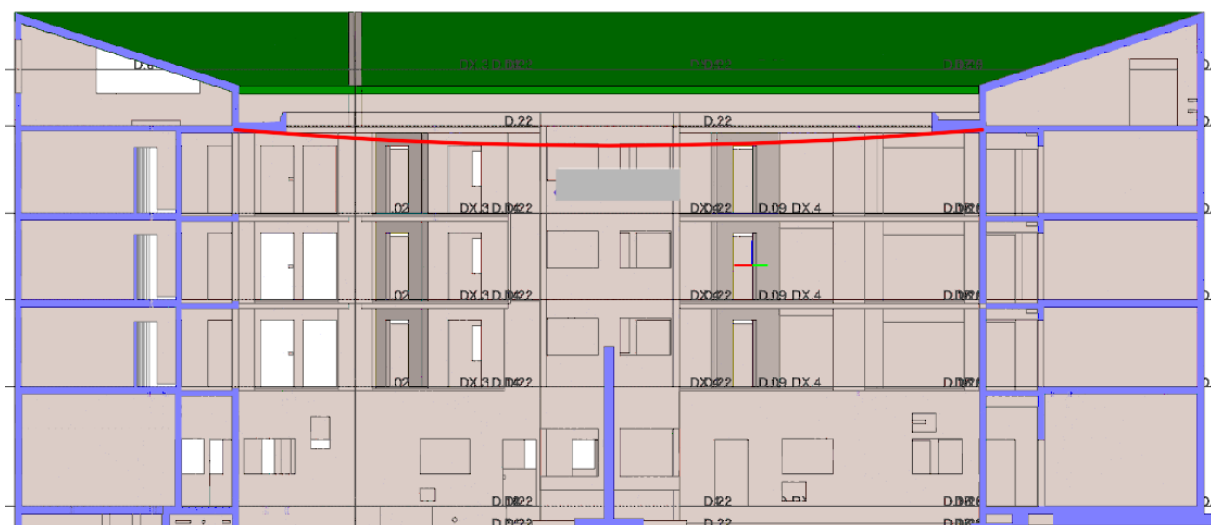


Les câbles représentés en orange et rouge sont axés sur les voiles de la tour.

Les câbles sont fixés à la dalle de toiture à l'emplacement de la façade, schématiquement :



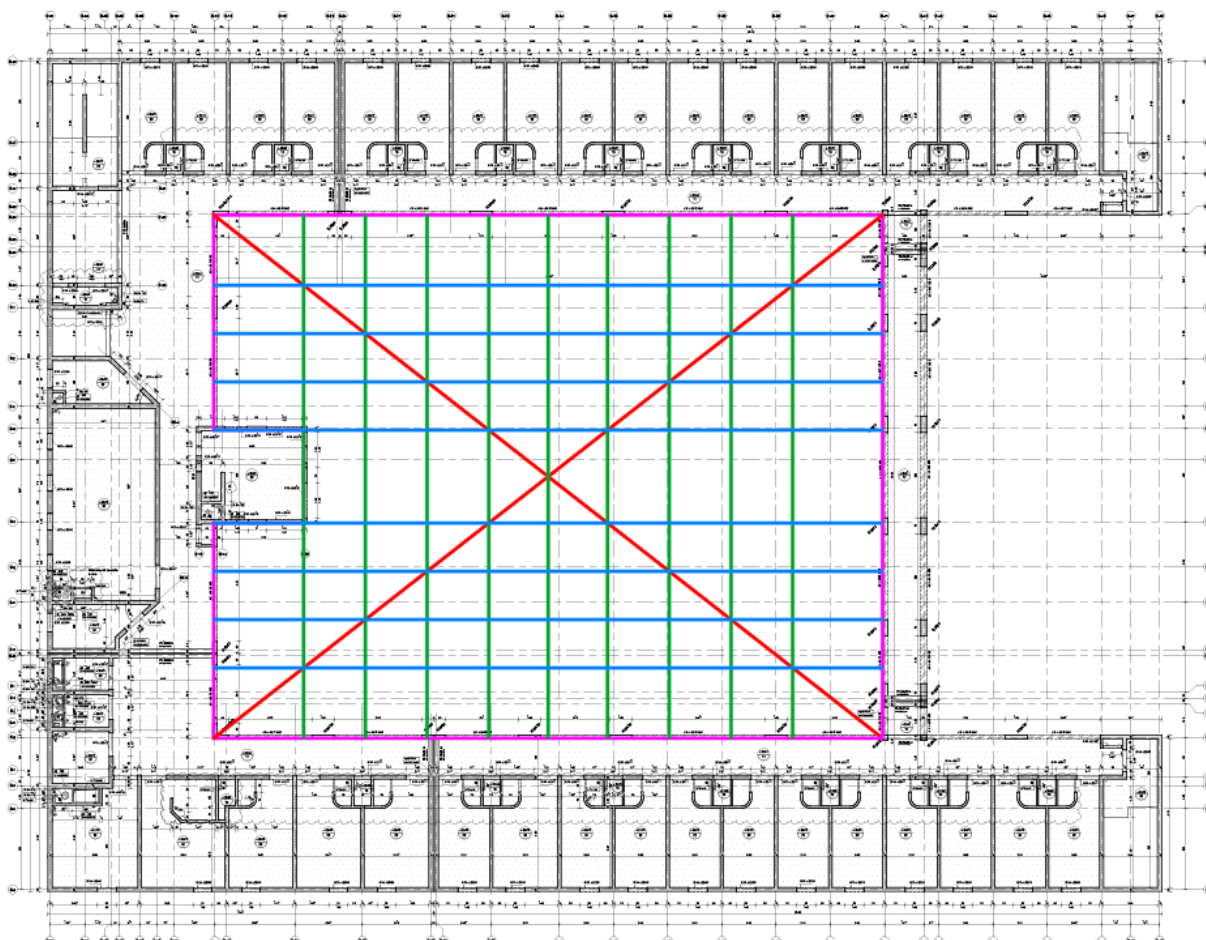
Les câbles sont modélisés avec une déformation initiale (flèche) de 50 cm au centre de la cour :



4.2 Solution 2 – Pyramide

La seconde solution est de positionner les câbles sous la forme d'une pyramide suspendue par 4 câbles principaux ancrés au angles haut de la cour.

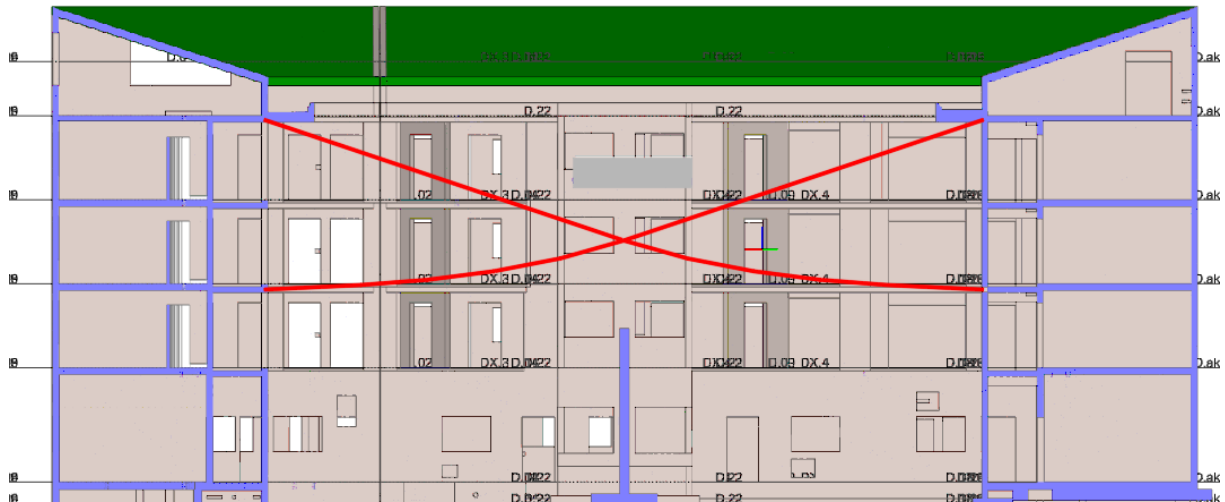
Voici une vue en plan schématique du tracé des câbles principaux :



Les câbles représentés en rouge sont ancrés en haut du RDC + 3 en partie supérieure.

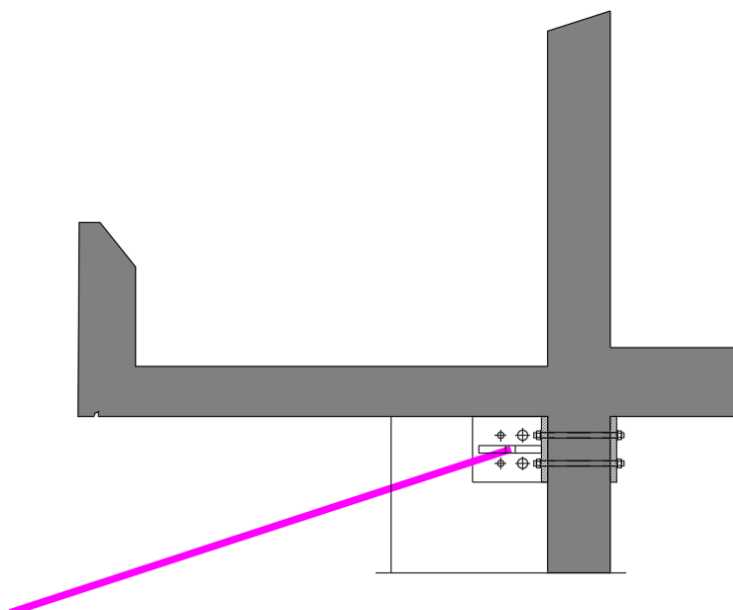
Les portions de câbles représentées en vert sont placées de manière horizontale autour du centre de la pyramide.

En élévation, les câbles principaux (rouge) sont ancrés en partie inférieure dans la dalle du HRDC + 1 et en partie supérieure dans les coins de la dalle de toiture :

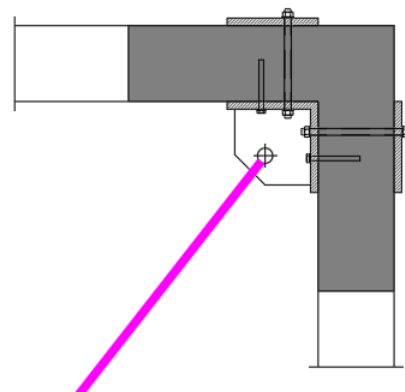


Les câbles principaux (arêtes de la pyramide) sont ancrés en partie supérieure dans les coins de la cour dans les voiles / colonnes béton, schématiquement :

Elévation de l'ancrage



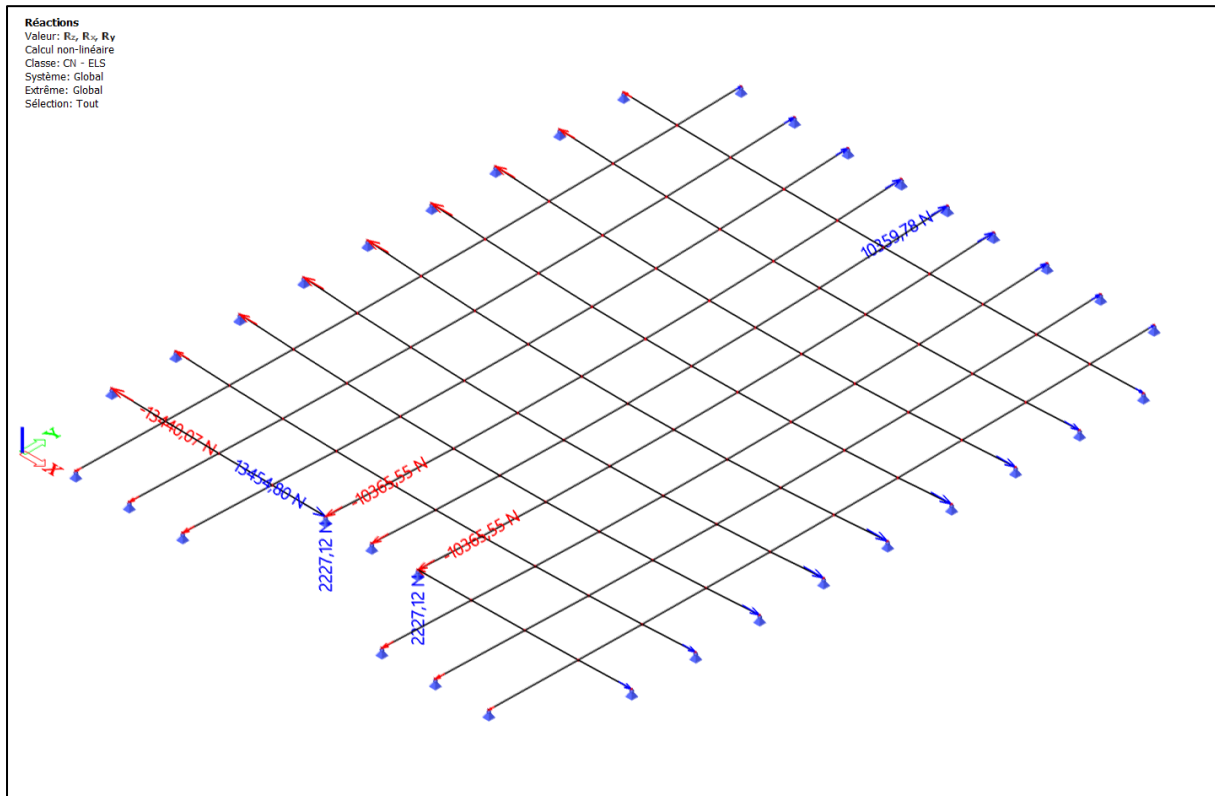
Vue en plan de l'ancrage



5 Vérification aux états limite de service – Filet à plat

5.1 Réactions d'appuis

Les réactions d'appuis maximales à l'ELS Caractéristiques sont présentées ci-dessous.

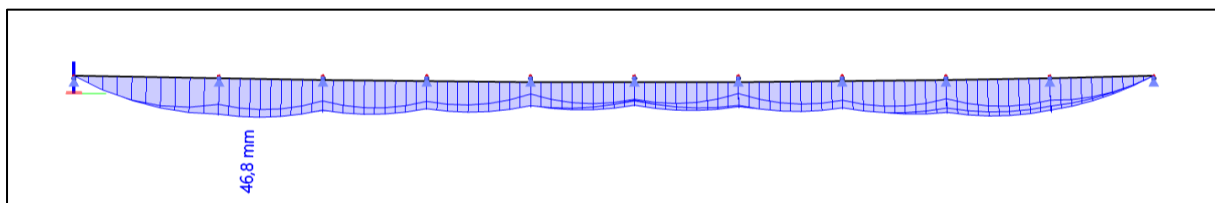


Les réactions verticales maximales vaut 2.3 kN, les réactions horizontales maximales valent 13,5 kN.

5.2 Déformations

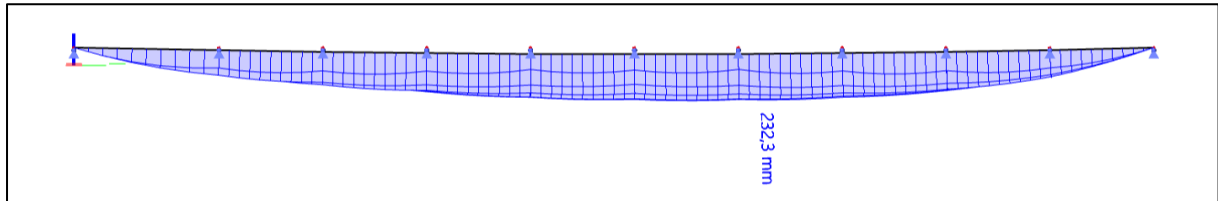
Une déformation initiale de 50cm est imposée à la structure dans le modèle de calcul, les déformations présentées dans la suite de cette note représentent donc l'incrément de déformation sous différentes combinaisons de charges.

L'incrément de déformation en considérant uniquement le poids propre des câbles vaut :



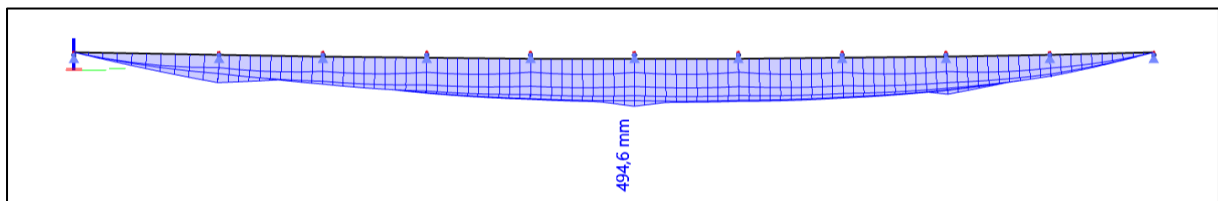
La déformation initiale lorsque les câbles principaux sont en place vaut donc $50 \text{ cm} + 4,68 \text{ cm} = 54,8 \text{ cm}$.

L'incrément de déformation en considérant le poids propre des câbles et le poids du filet vaut :



La déformation après pose du treillis vaut donc $50 \text{ cm} + 23,3 \text{ cm} = 73,3 \text{ cm}$.

L'incrément de déformation selon la combinaison ELS Caractéristique maximale vaut :

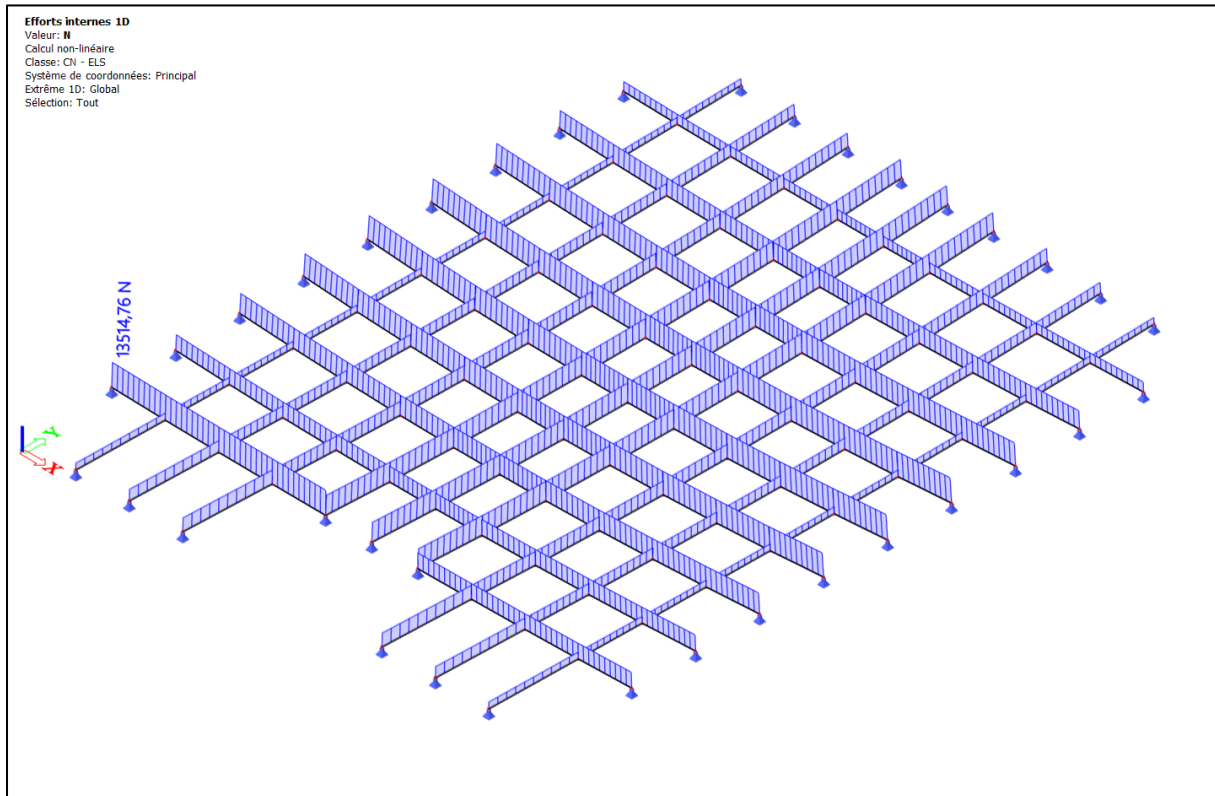


La déformation maximale des câbles principaux vaut donc $50 \text{ cm} + 49,6 \text{ cm} = 99,6 \text{ cm}$.

5.3 Vérifications des sections des câbles

5.3.1 Surcharges réparties

L'effort normal maximal dans les câbles principaux qui composent la structure vaut 13,5 kN :



Nous considérons un câble de diamètre 6 mm.

L'effort admissible dans ce câble vaut :

- $NRd = 30,8 \text{ kN} * 0,5 = 15,4 \text{ kN}$

Nous avons donc un rapport de :

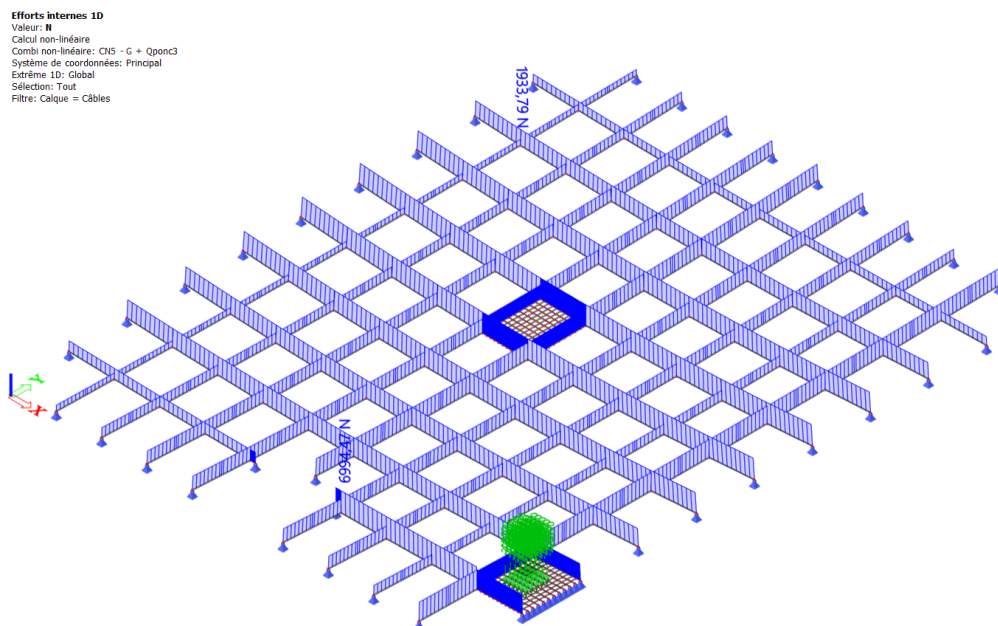
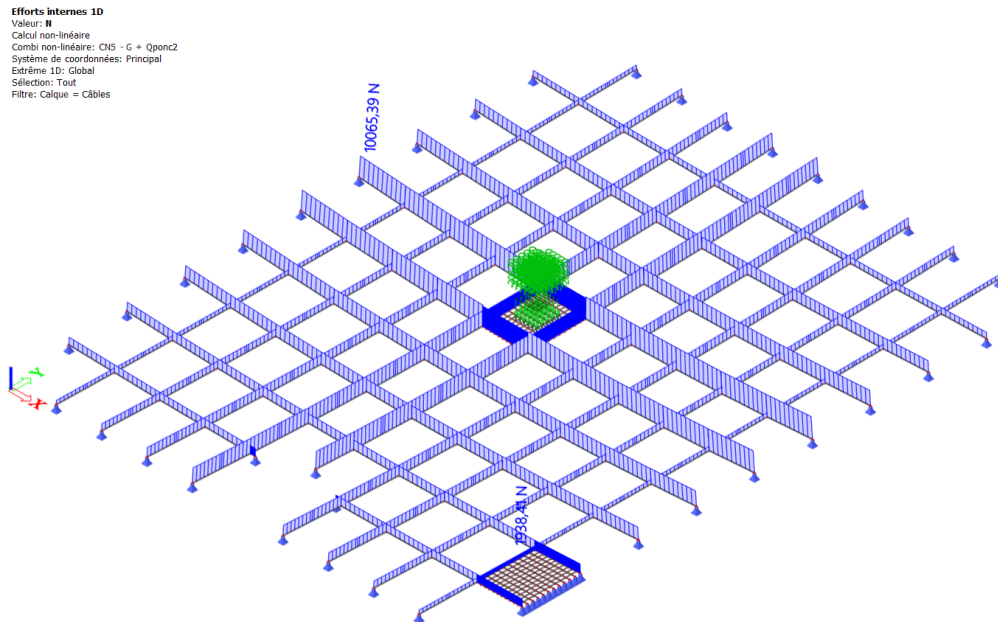
- $13,5 \text{ kN} / 15,4 \text{ kN} = 0,88 < 1$



DIN 3052 - 1 * 7			
Diam mm	Kg / 100m	CR mini kN 1570	CR mini kN 1770
1	0,50	0,85	0,96
2	2,01	3,42	3,85
3	4,52	7,69	8,67
4	8,03	13,7	15,4
5	12,6	21,4	24,1
6	18,1	30,8	34,7
7	24,6	41,9	47,2

5.3.2 Surcharges ponctuelles

L'effort normal issu des combinaisons de charges prenant en compte la charge ponctuelle de 250 kg nous donne des efforts inférieurs à ceux présentés précédemment :

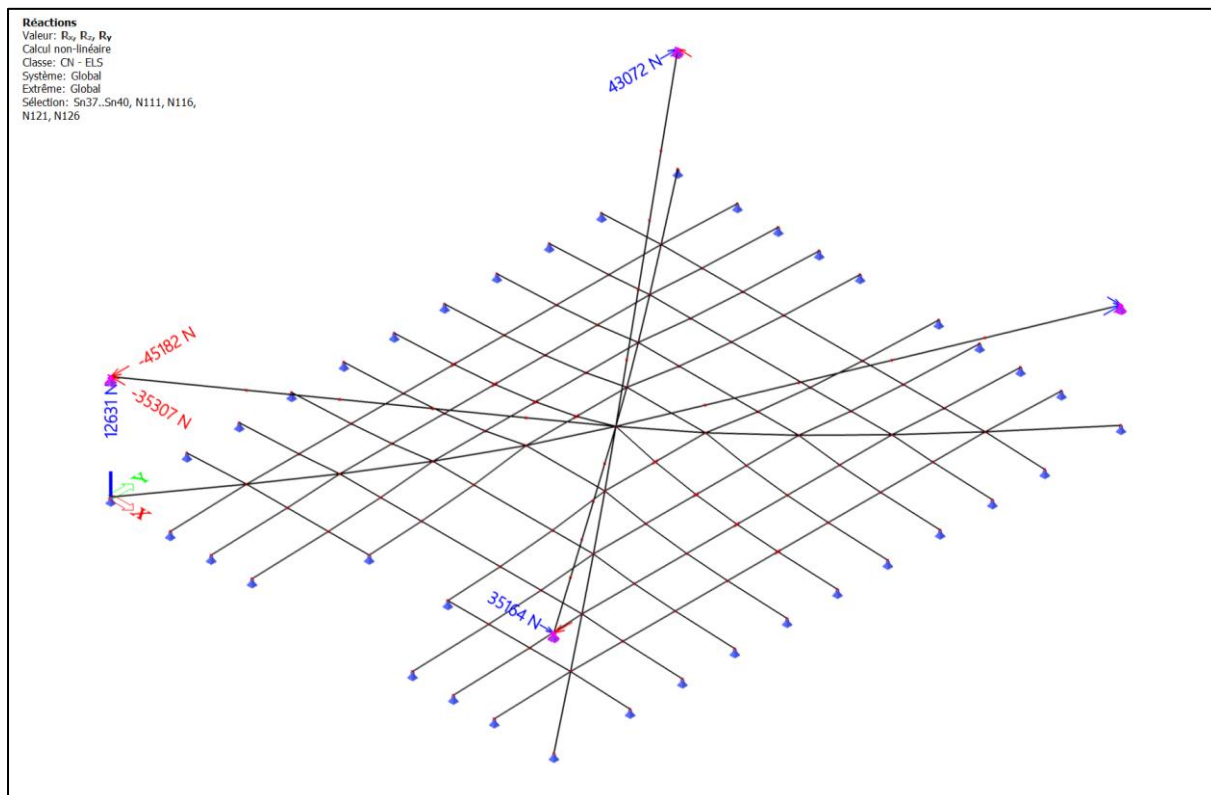


Les vérifications présentées précédemment sont donc dimensionnantes.

6 Vérification aux états limite de service – Pyramide

6.1 Réactions d'appuis – Sommet

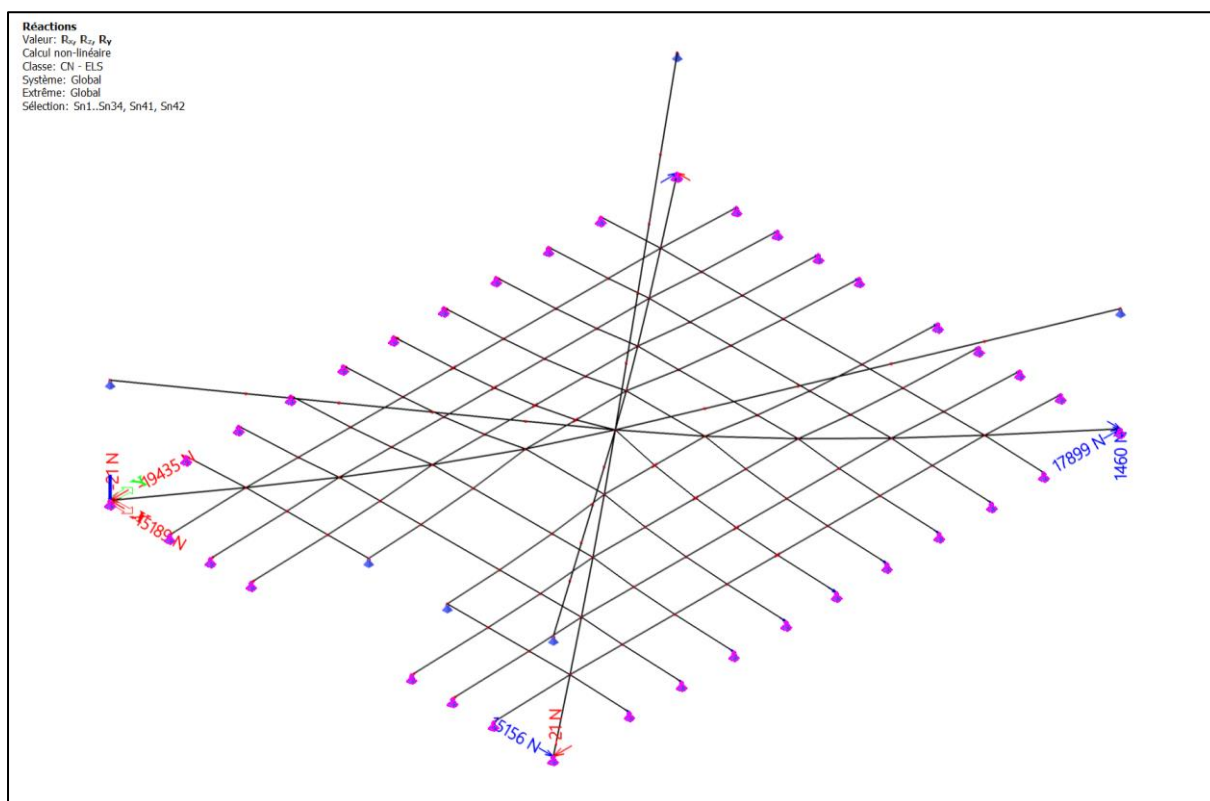
Les réactions d'appuis maximales au sommet des 4 câbles principaux de la pyramide à l'ELS Caractéristiques sont présentées ci-dessous :



Les réactions verticales maximales vaut 12,6 kN, les réactions horizontales maximales valent 45,2 kN

6.2 Réactions d'appuis – Base

Les réactions d'appuis maximales à la base des câbles de la pyramide à l'ELS Caractéristiques sont présentées ci-dessous :

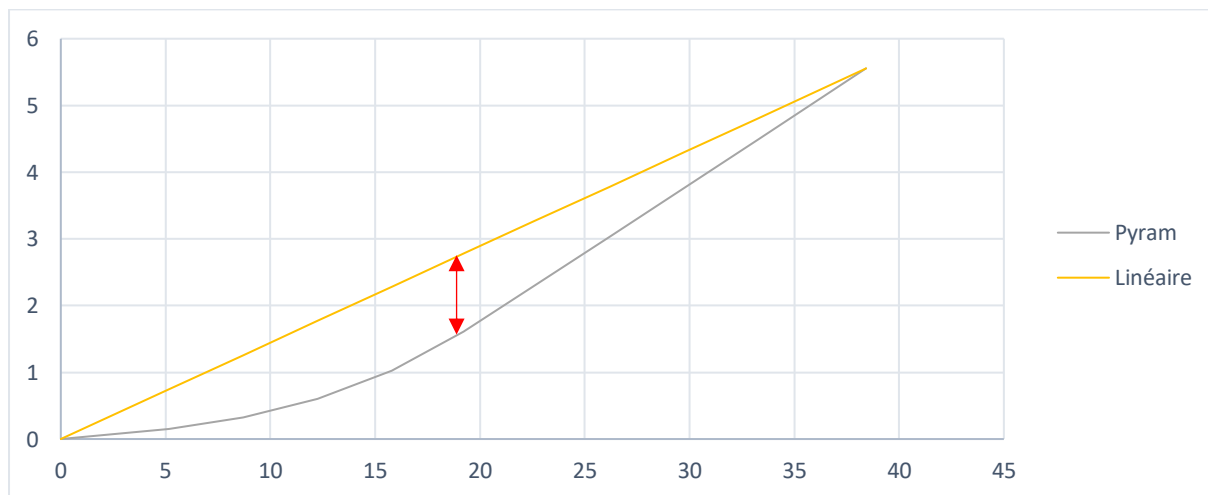


Les réactions verticales maximales vaut 0,2 kN, les réactions horizontales maximales valent 19,1 kN

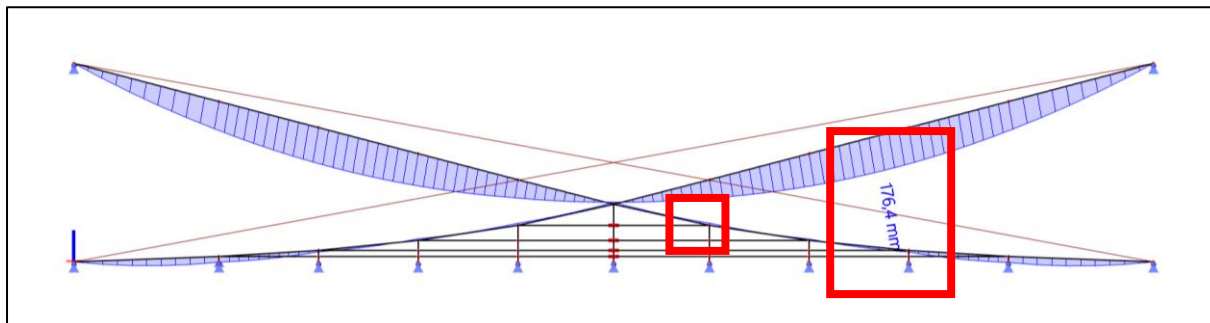
6.3 Déformations – Câbles principaux

Une déformation initiale est imposée à la structure dans le modèle de calcul, les déformations présentées dans la suite de cette note représentent donc l'incrément de déformation sous combinaison caractéristique.

La déformation initiale des câbles principaux est présentée ci-dessous (en comparaison à un tracé linéaire), la valeur théorique de déformation maximale dans le modèle de calcul est égal à 126 cm :



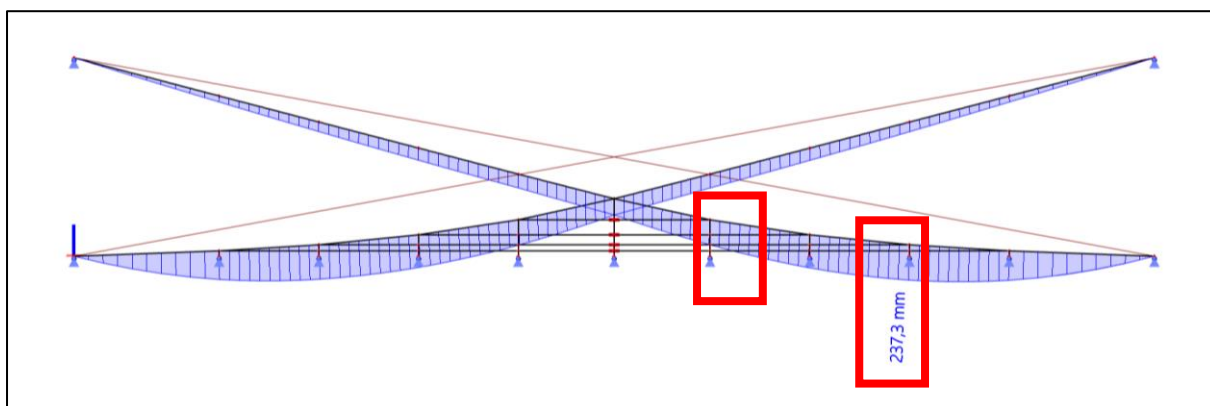
L'incrément de déformation en considérant uniquement le poids propre des câbles vaut :



La déformation initiale à l'emplacement du plus grand incrément lorsque les câbles principaux sont en place vaut donc $\approx 60 \text{ cm} + 17,6 \text{ cm} = 69,6 \text{ cm}$.

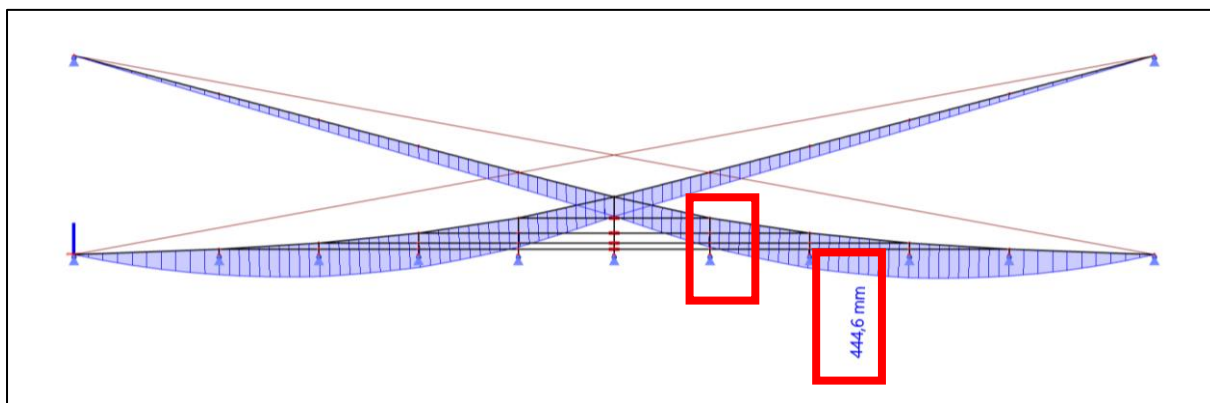
La déformation maximale dans la partie inférieure vaut $\approx 126 \text{ cm}$.

L'incrément de déformation en considérant le poids propre des câbles et le poids du filet vaut :



La déformation après pose du treillis à l'emplacement du plus grand incrément vaut donc $\approx 94 \text{ cm} + 23,7 \text{ cm} = 117,7 \text{ cm}$. La déformation maximale dans la partie inférieure vaut $\approx 123 \text{ cm} + 17 \text{ cm} = 140 \text{ cm}$.

L'incrément de déformation selon la combinaison ELS Caractéristique maximale vaut :



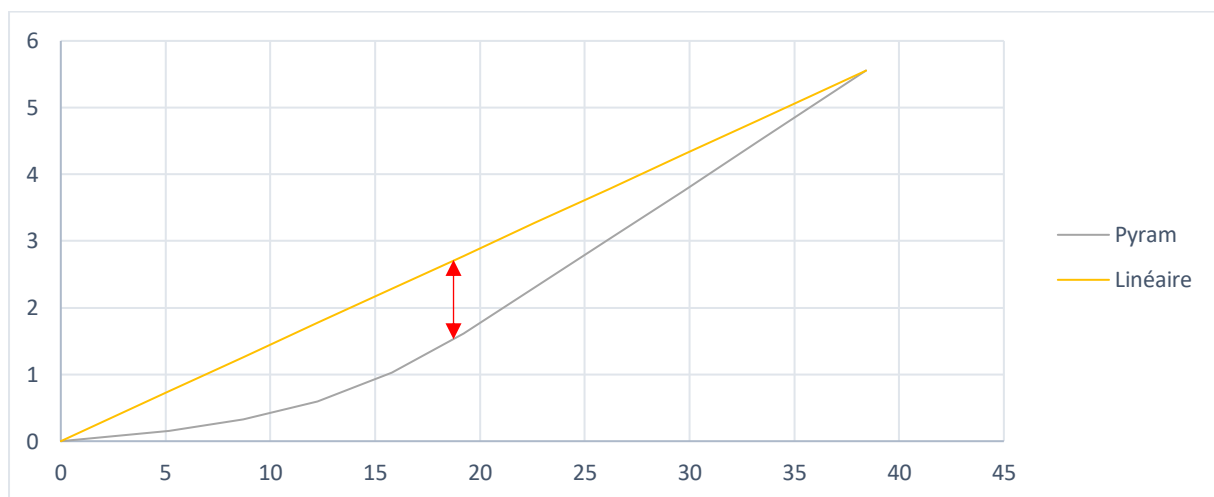
La déformation à l'emplacement du plus grand incrément à l'ELS Caractéristique vaut donc $\simeq 105 \text{ cm} + 44,5 \text{ cm} = 149,5 \text{ cm}$.

La déformation maximale des câbles principaux vaut donc $\simeq 123 \text{ cm} + 35 \text{ cm} = 158 \text{ cm}$.

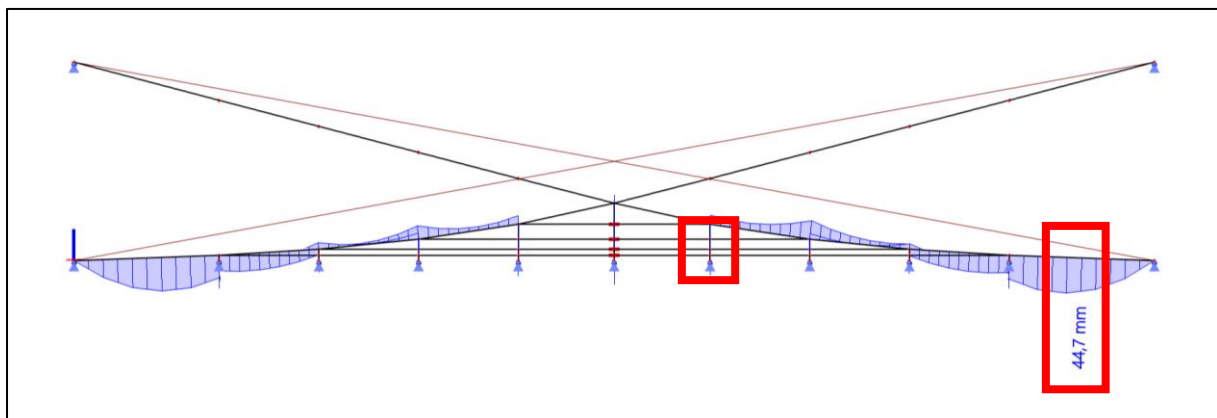
6.4 Déformations – Câbles secondaires

Une déformation initiale est imposée à la structure dans le modèle de calcul, les déformations présentées dans la suite de cette note représentent donc l'incrément de déformation sous combinaison caractéristique.

La déformation initiale théorique des câbles secondaire dans le modèle de calcul est équivalente à celle des câbles principaux :



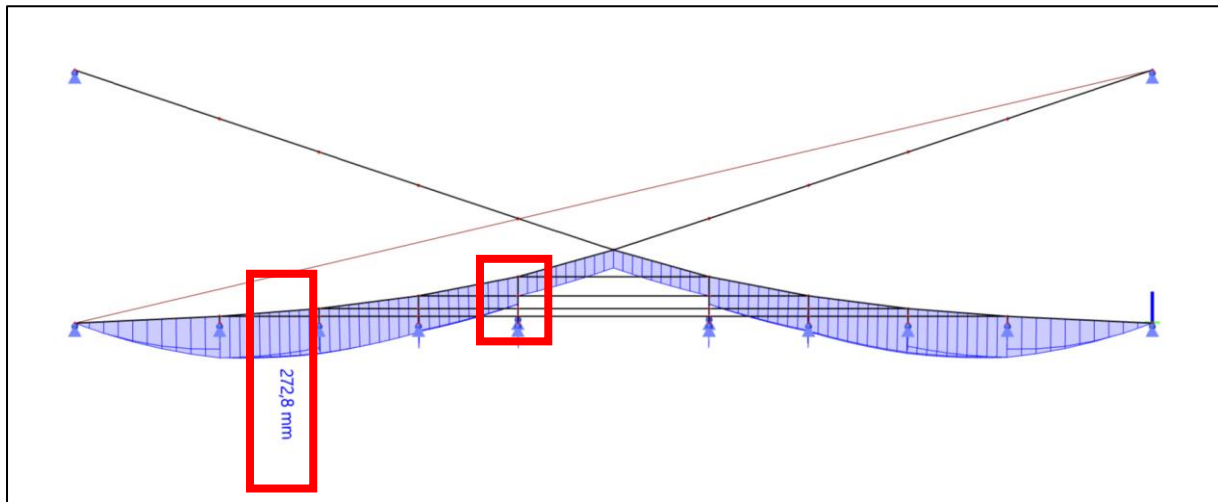
L'incrément de déformation en considérant uniquement le poids propre des câbles vaut :



La déformation initiale à l'emplacement du plus grand incrément vaut donc $\simeq 32 \text{ cm} + 4,5 \text{ cm} = 36,5 \text{ cm}$.

La déformation maximale dans la partie inférieure vaut $\simeq 123 \text{ cm}$.

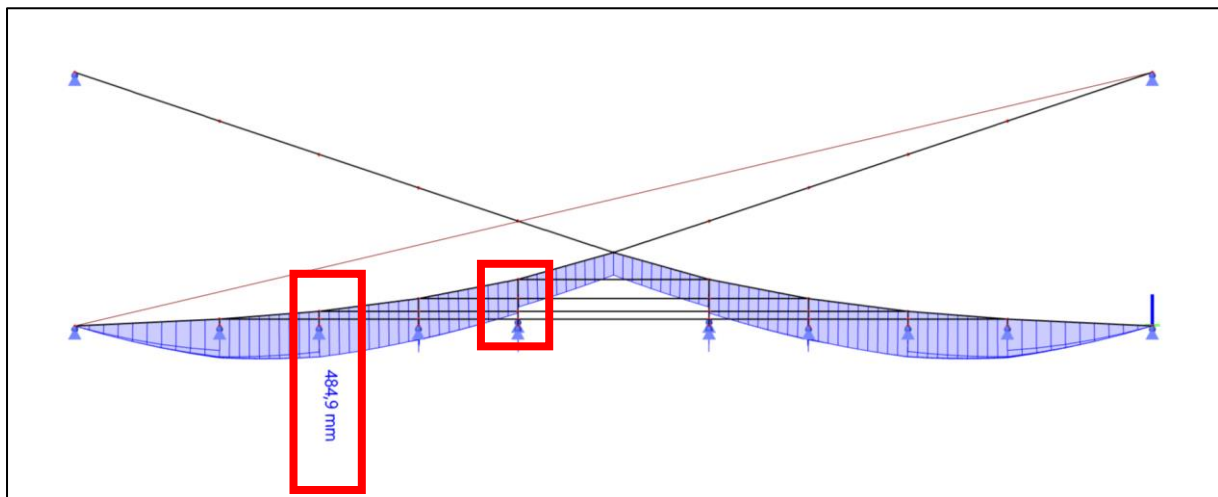
L'incrément de déformation en considérant le poids propre des câbles et le poids du filet vaut :



La déformation à l'emplacement du plus grand incrément après pose du treillis vaut donc $\approx 80,0 \text{ cm} + 27,3 \text{ cm} = 107,3 \text{ cm}$.

La déformation maximale dans la partie inférieure vaut $\approx 123 \text{ cm} + 17 \text{ cm} = 140 \text{ cm}$.

L'incrément de déformation selon la combinaison ELS Caractéristique maximale vaut :



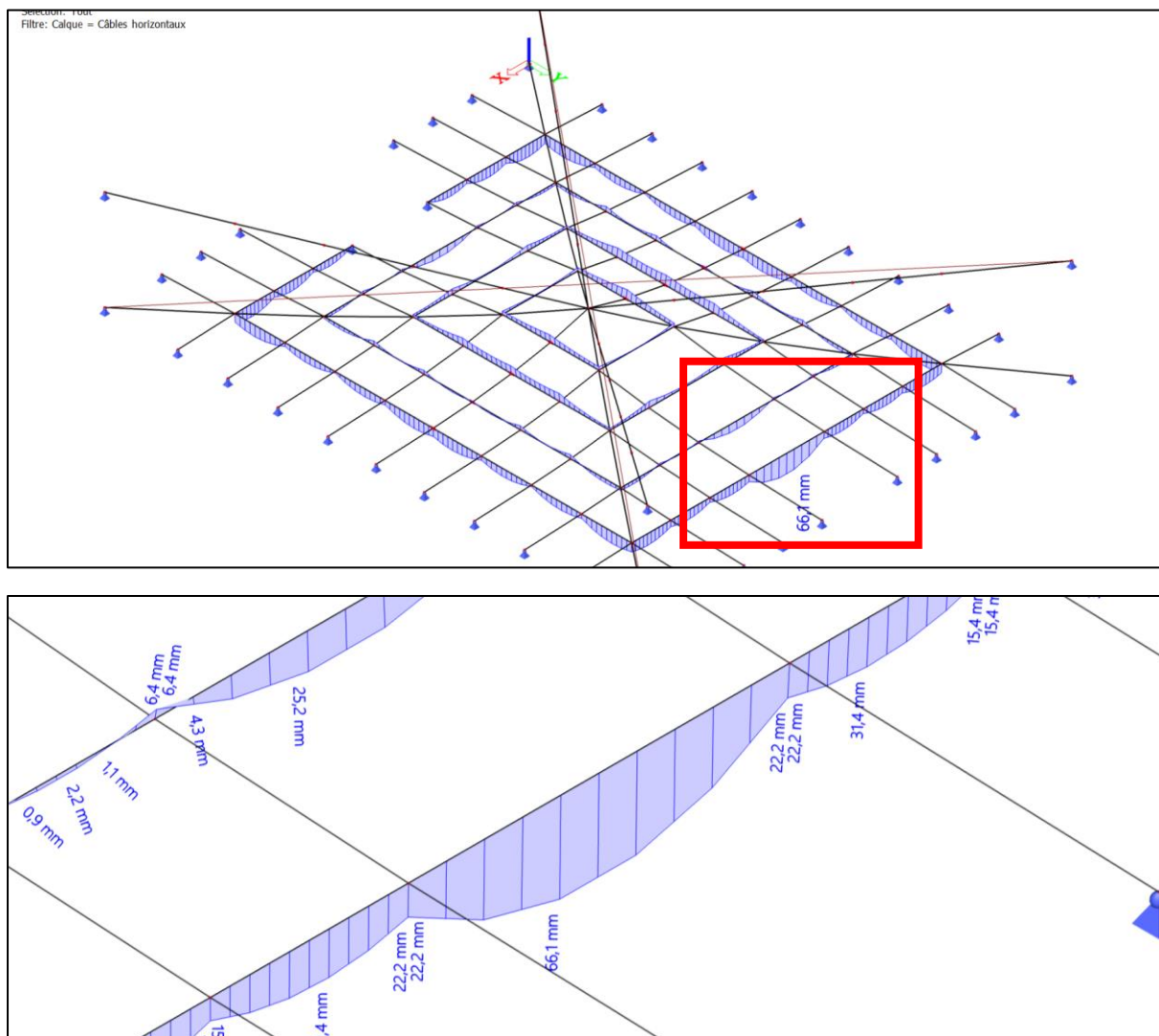
La déformation maximale à l'emplacement du plus grand incrément des câbles principaux vaut donc $\approx 100 \text{ cm} + 49 \text{ cm} = 149,0 \text{ cm}$.

La déformation maximale dans la partie inférieure vaut $\approx 123 \text{ cm} + 37 \text{ cm} = 160 \text{ cm}$.

6.5 Déformations – partie horizontale des câbles

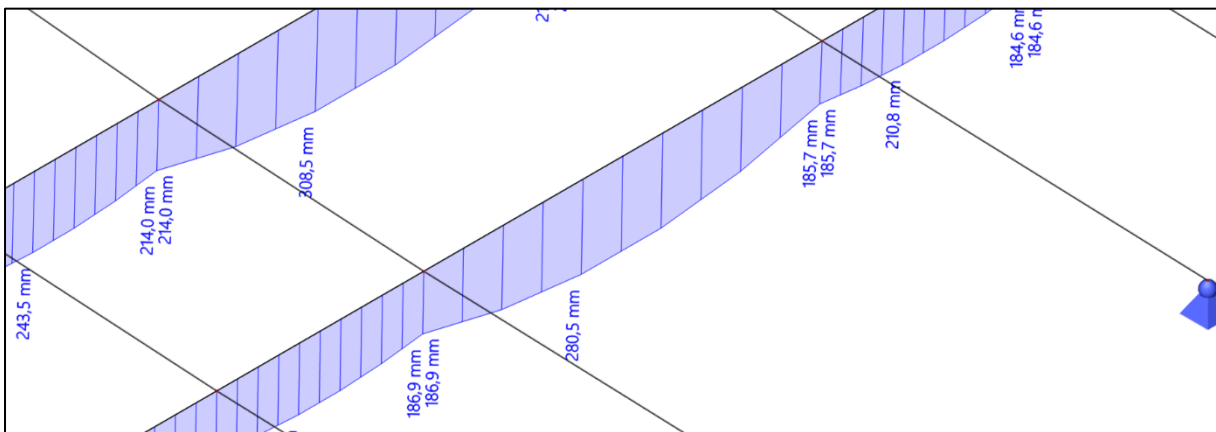
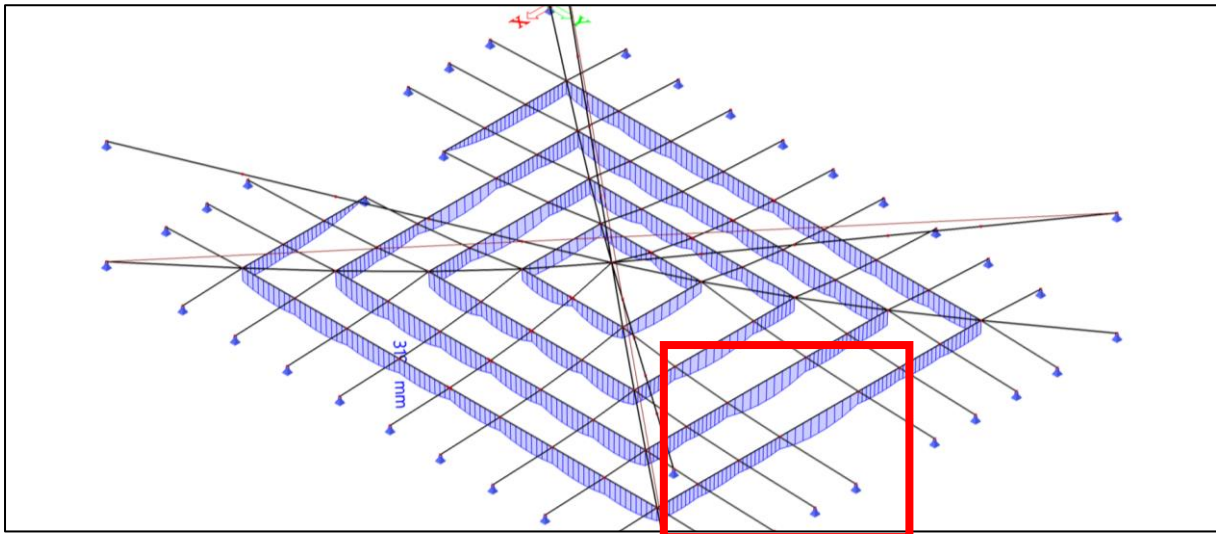
Les câbles tertiaires sont considérés horizontaux et font la jonction entre les câbles principaux et secondaires.

La déformation en considérant uniquement le poids propre des câbles vaut :



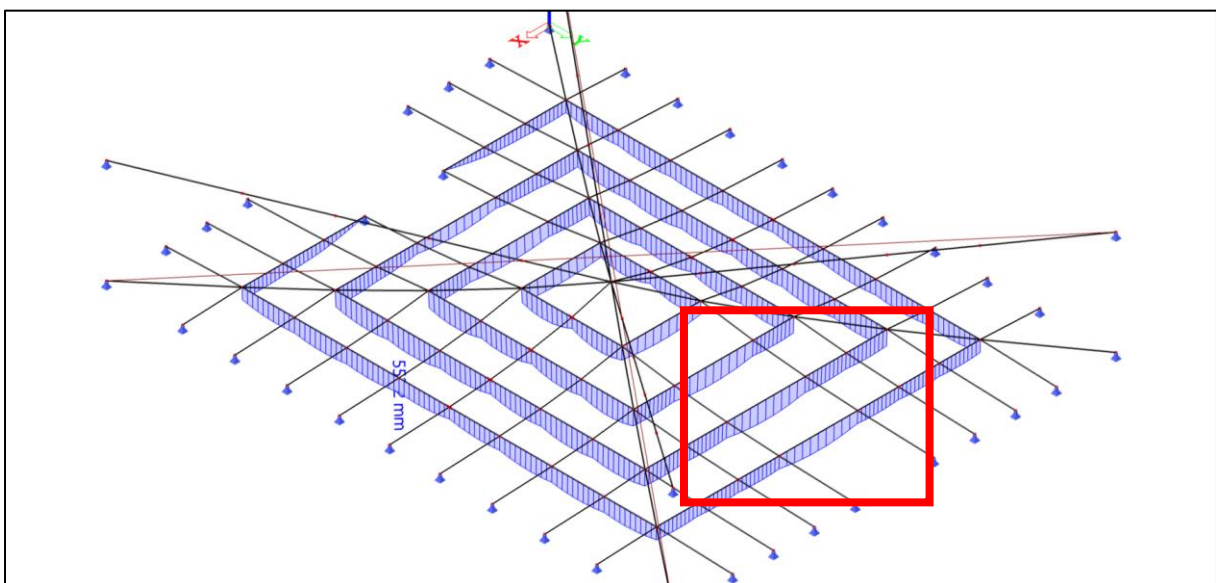
En considérant les décorations des câbles principaux et secondaires, la déformation locale maximale des câbles horizontaux lorsque les câbles principaux sont en place vaut donc $6,6 \text{ cm} - 2,2 \text{ cm} = 4,4 \text{ cm}$.

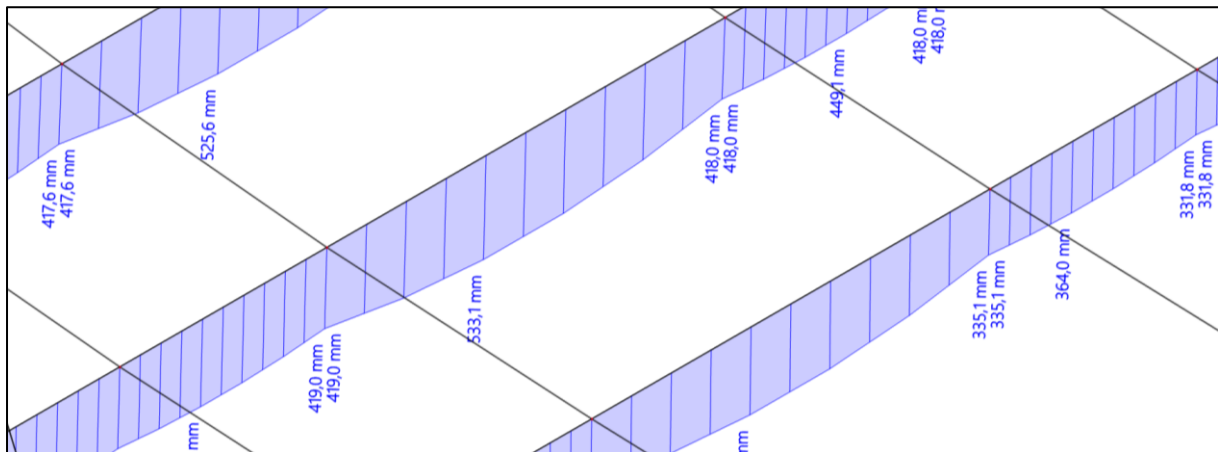
La déformation en considérant le poids propre des câbles et le poids du filet vaut :



La déformation locale maximale des câbles horizontaux lorsque les câbles principaux et le treillis sont en place vaut donc $28 \text{ cm} - 18,7 \text{ cm} = 9,3 \text{ cm}$.

L'incrément de déformation selon la combinaison ELS Caractéristique maximale vaut :

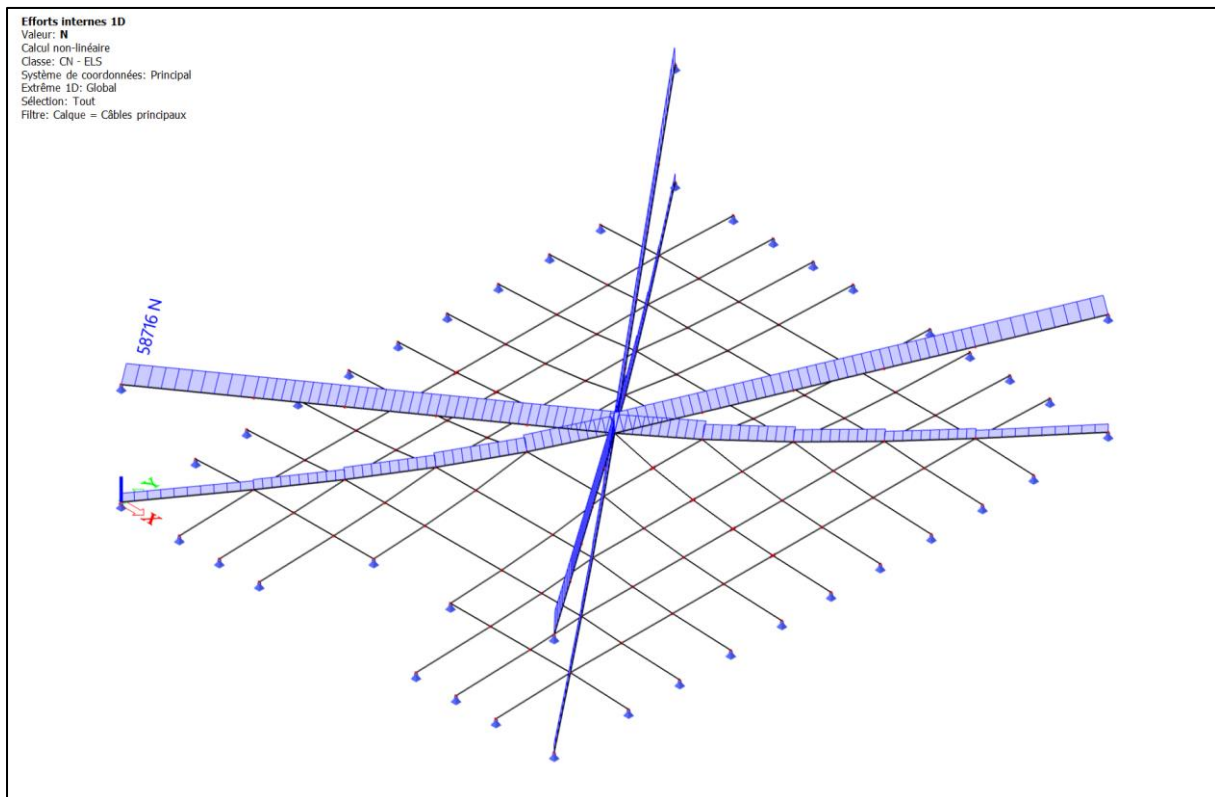




La déformation locale maximale des câbles horizontaux en combinaison caractéristique vaut donc $53,3 \text{ cm} - 42 \text{ cm} = 12 \text{ cm}$.

6.6 Vérifications des sections des câbles principaux

L'effort normal maximal dans les câbles principaux qui composent la structure vaut 66,3 kN :



Nous considérons un câble de diamètre 14 mm.

L'effort admissible dans ce câble vaut :

- $NR_d = 167 \text{ kN} * 0,5 = 83,5 \text{ kN}$

Nous avons donc un contrôle unitaire de :

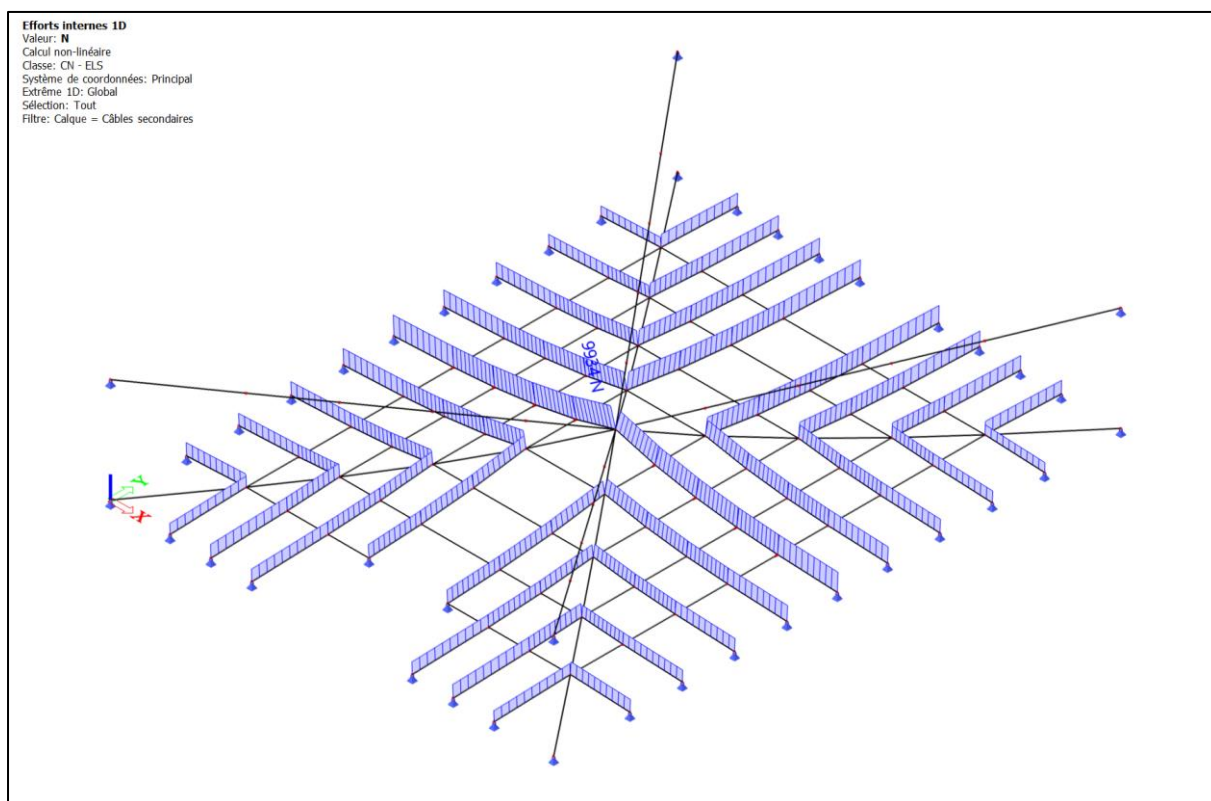
- $59 \text{ kN} / 83,5 \text{ kN} = 0,71 < 1$



DIN 3052 - 1 * 7			
Diam mm	Kg / 100m	CR mini kN 1570	CR mini kN 1770
1	0,50	0,85	0,96
2	2,01	3,42	3,85
3	4,52	7,69	8,67
4	8,03	13,7	15,4
5	12,6	21,4	24,1
6	18,1	30,8	34,7
7	24,6	41,9	47,2
8	32,1	54,7	61,7
9	40,7	69,2	78,0
10	50,2	85,5	96,3
12	72,3	123	139
14	98,4	167	189
16	129	219	247

6.7 Vérifications des sections des câbles secondaires

L'effort normal maximal dans les câbles principaux qui composent la structure vaut 9,9 kN :



Nous considérons un câble de diamètre 6 mm.

L'effort admissible dans ce câble vaut :

- $NR_d = 30,8 \text{ kN} * 0,5 = 15,4 \text{ kN}$

Nous avons donc un contrôle unitaire de :

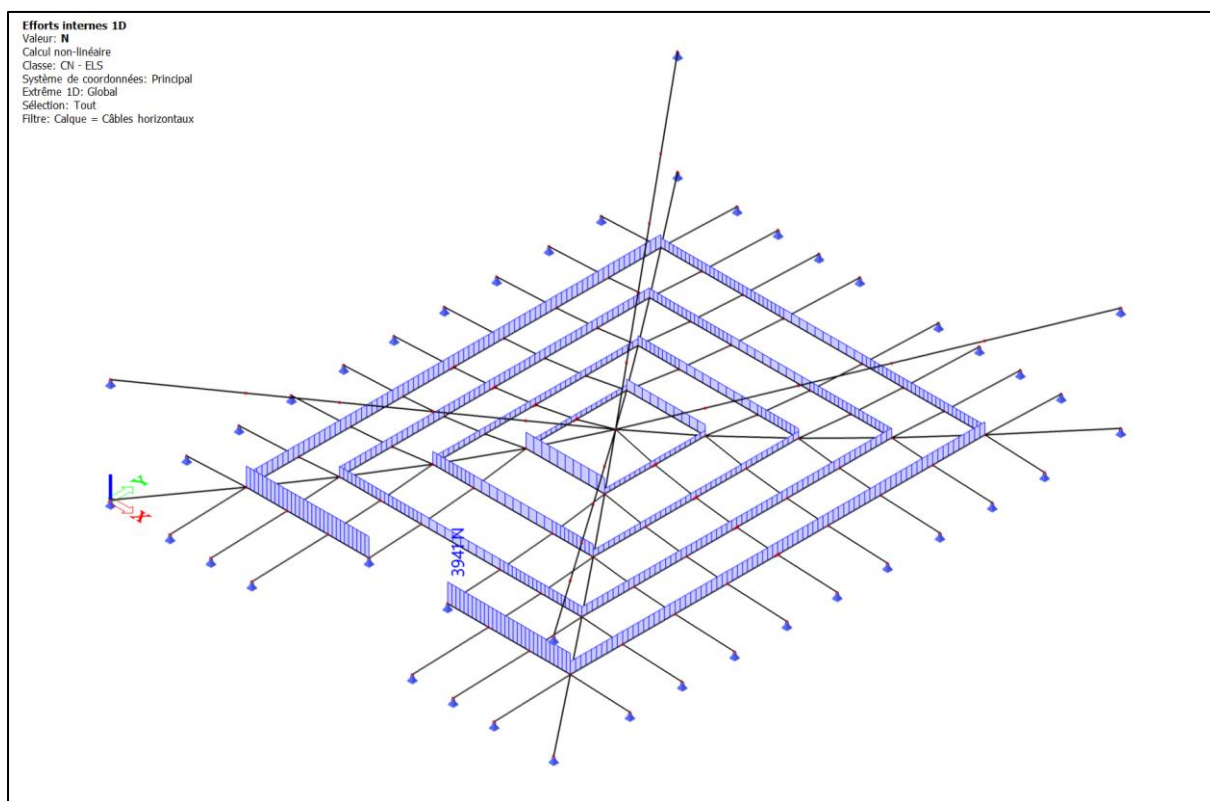
- $9,9 \text{ kN} / 15,4 \text{ kN} = 0,64 < 1$



DIN 3052 - 1 * 7			
Diam mm	Kg / 100m	CR mini kN 1570	CR mini kN 1770
1	0,50	0,85	0,96
2	2,01	3,42	3,85
3	4,52	7,69	8,67
4	8,03	13,7	15,4
5	12,6	21,4	24,1
6	18,1	30,8	34,7
7	24,6	41,9	47,2

6.8 Vérifications des sections des câbles horizontaux

L'effort normal maximal dans les câbles principaux qui composent la structure vaut 2,2 kN :



Nous considérons un câble de diamètre 6 mm.

L'effort admissible dans ce câble vaut :

- $NR_d = 31,8 \text{ kN} * 0,5 = 15,4 \text{ kN}$

Nous avons donc un contrôle unitaire de :

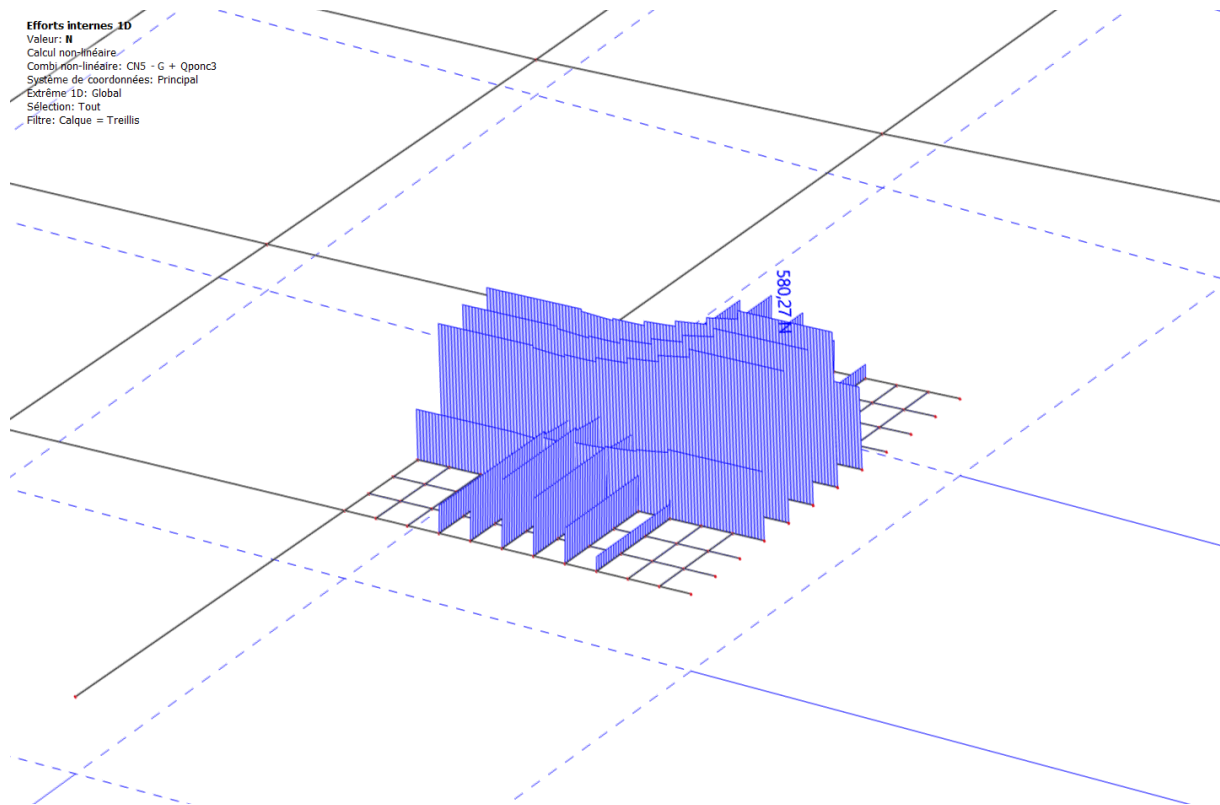
- $4 \text{ kN} / 15,4 \text{ kN} = 0,26 < 1$



DIN 3052 - 1 * 7			
Diam mm	Kg / 100m	CR mini kN 1570	CR mini kN 1770
1	0,50	0,85	0,96
2	2,01	3,42	3,85
3	4,52	7,69	8,67
4	8,03	13,7	15,4
5	12,6	21,4	24,1
6	18,1	30,8	34,7
7	24,6	41,9	47,2

7 Vérifications aux états limites de service - Filet

En modélisant un fil fictif de filet tous les 27,5 cm, et en considérant que la charge de 250 kg est répartie sur une surface de 1m², on détermine que l'effort normal maximal dans les câbles du filet vaut 0,58 kN tous les 27,5 cm.



Cela nous donnerait un effort maximal par mètre de $0,58 \text{ kN} / 0,275 \text{ m} = 2,1 \text{ kN/m}$

En considérant une attache tous les 50 cm du treillis sur les câbles porteurs principaux :

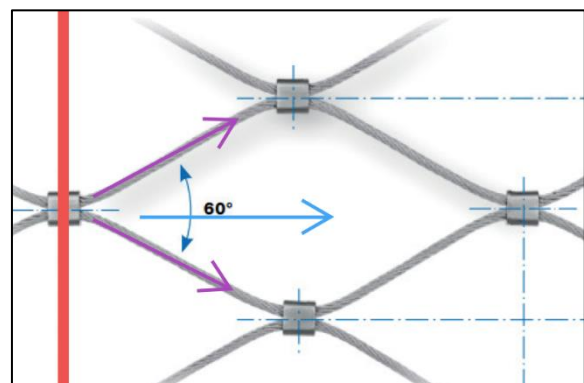
Compte tenu de l'inclinaison des fils à l'assemblage sur les câbles principaux, nous considérons un effort maximal dans un fil de :

- $2,1 \text{ kN/m} * 0,5 \text{ m} / \cos(30^\circ) * \frac{1}{2} = 0,6 \text{ kN}$

Nous considérons un câble de diamètre 1,5 mm.

L'effort admissible dans ce câble vaut :

- $NRd = 2,14 \text{ kN} * 0,5 = 1,04 \text{ kN}$



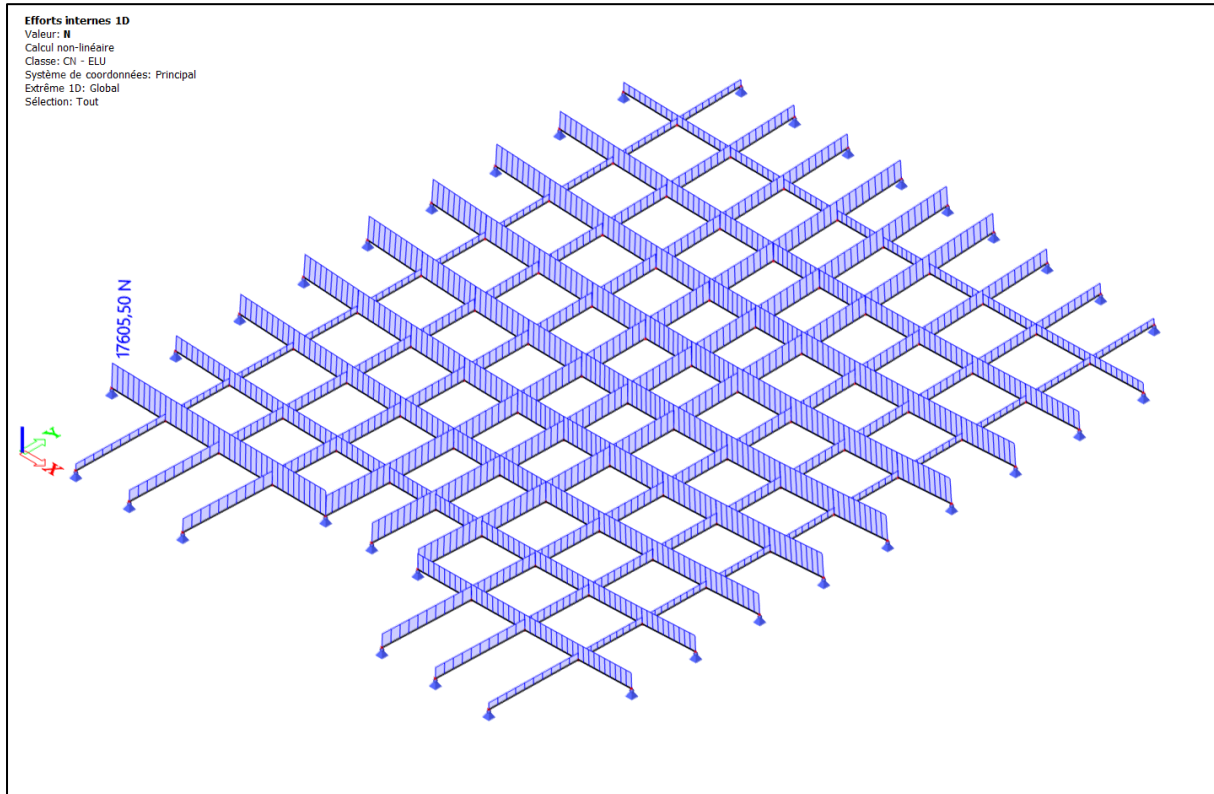
Nous avons donc un contrôle unitaire de :

- $0,6 \text{ kN} / 1,07 \text{ kN} = 0,57 < 1$

8 Vérifications aux états limites ultimes – Filet à plat

8.1 Vérifications des sections des câbles

L'effort normal maximal dans les câbles principaux qui composent la structure vaut 17,6 kN :



Nous considérons un câble de diamètre 6 mm.

L'effort admissible dans ce câble vaut :

- $NR_d = 30,8 \text{ kN} * 0,667 = 20,54 \text{ kN}$

Nous avons donc un contrôle unitaire de :

- $17,6 \text{ kN} / 20,54 \text{ kN} = 0,86 < 1$

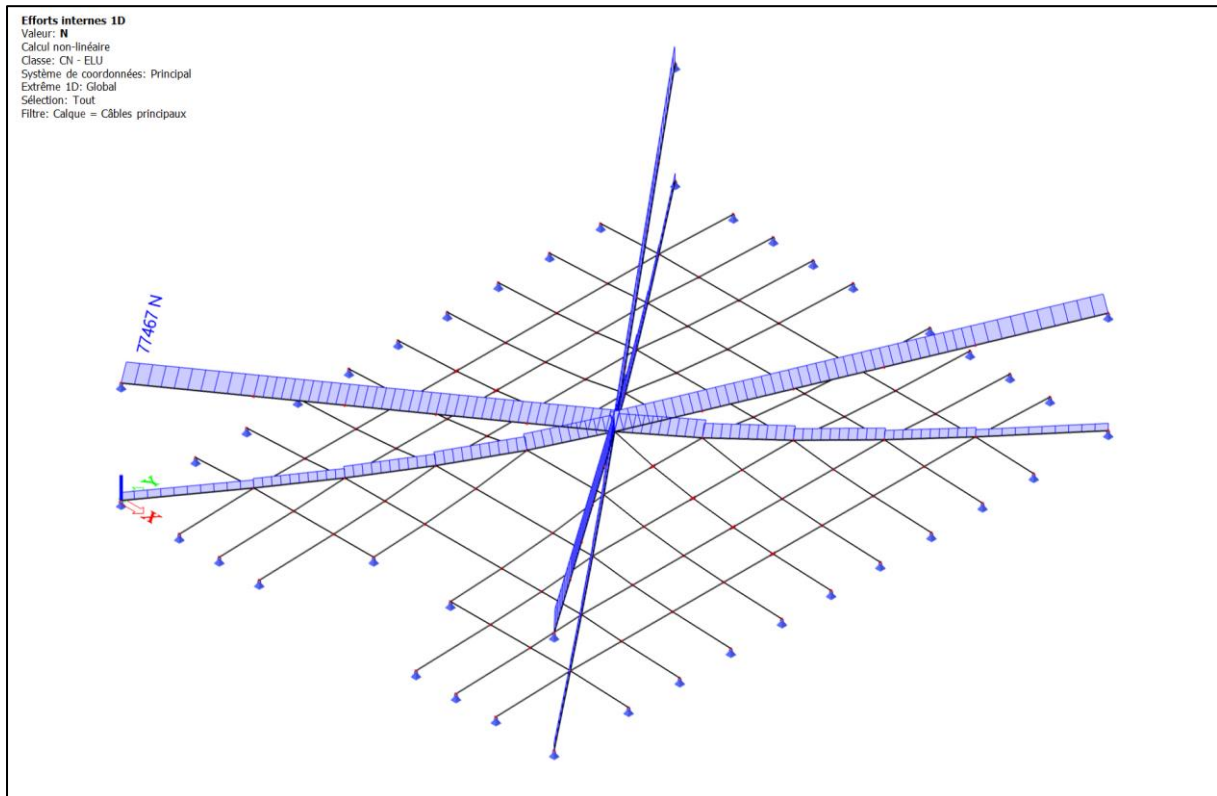


DIN 3052 - 1 * 7			
Diam mm	Kg / 100m	CR mini kN 1570	CR mini kN 1770
1	0,50	0,85	0,96
2	2,01	3,42	3,85
3	4,52	7,69	8,67
4	8,03	13,7	15,4
5	12,6	21,4	24,1
6	18,1	30,8	34,7
7	24,6	41,9	47,2

9 Vérifications aux états limites ultimes - Pyramide

9.1 Vérifications des sections des câbles principaux

L'effort normal maximal dans les câbles principaux qui composent la structure vaut 87,5 kN :



Nous considérons un câble de diamètre 14 mm.

L'effort admissible dans ce câble vaut :

- $NR_d = 167 \text{ kN} * 0,667 = 111,4 \text{ kN}$

Nous avons donc un contrôle unitaire de :

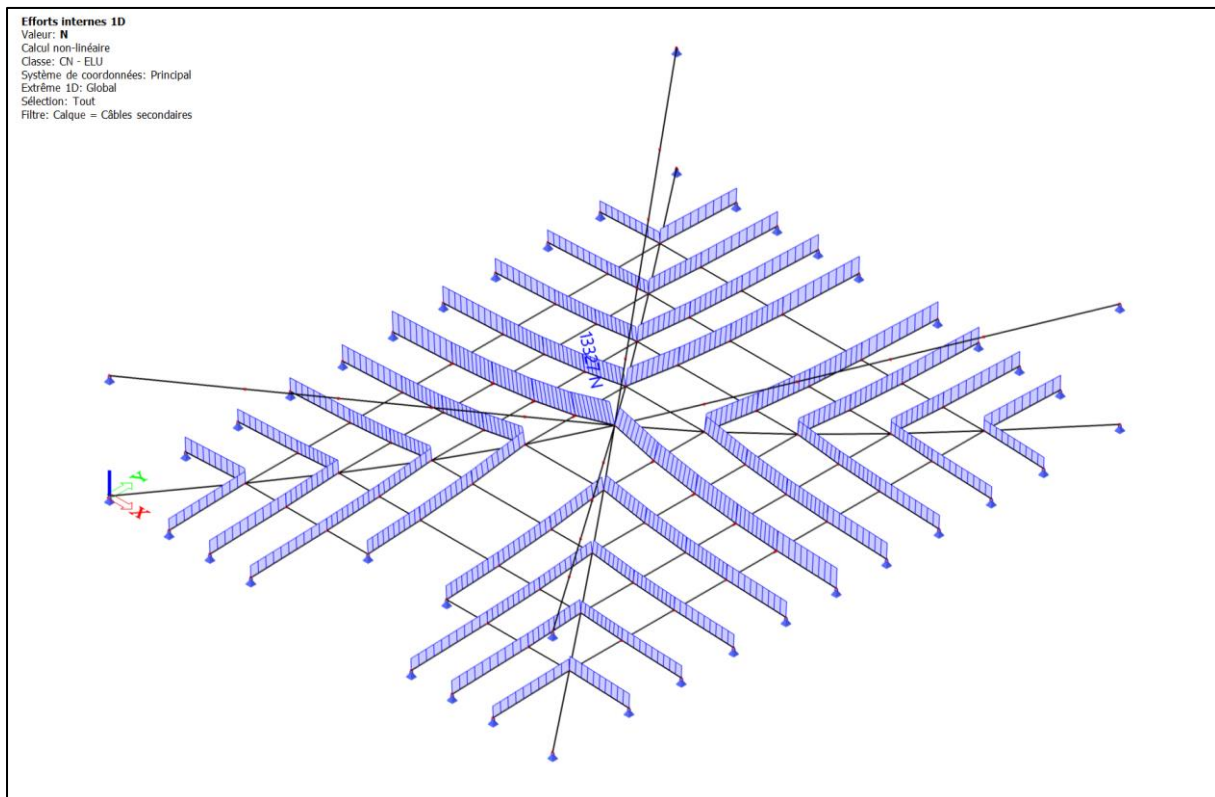
- $77,5 \text{ kN} / 111,4 \text{ kN} = 0,70 < 1$



DIN 3052 - 1 * 7			
Diam mm	Kg / 100m	CR mini kN 1570	CR mini kN 1770
1	0,50	0,85	0,96
2	2,01	3,42	3,85
3	4,52	7,69	8,67
4	8,03	13,7	15,4
5	12,6	21,4	24,1
6	18,1	30,8	34,7
7	24,6	41,9	47,2
8	32,1	54,7	61,7
9	40,7	69,2	78,0
10	50,2	85,5	96,3
12	72,3	123	139
14	98,4	167	189
16	129	219	247

9.2 Vérifications des sections des câbles secondaires

L'effort normal maximal dans les câbles principaux qui composent la structure vaut 13,1 kN :



Nous considérons un câble de diamètre 6 mm.

L'effort admissible dans ce câble vaut :

- $NR_d = 30,8 \text{ kN} * 0,667 = 20,5 \text{ kN}$

Nous avons donc un contrôle unitaire de :

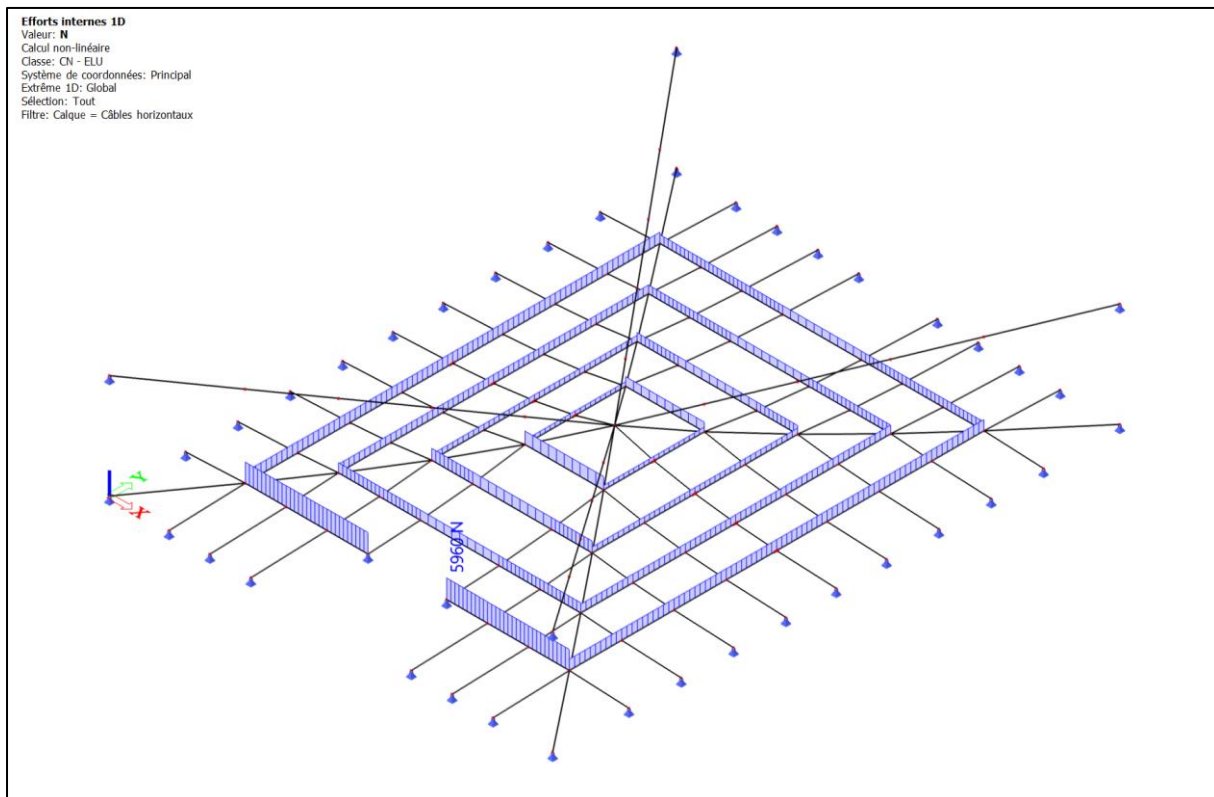
- $13,4 \text{ kN} / 20,5 \text{ kN} = 0,65 < 1$



DIN 3052 - 1 * 7			
Diam mm	Kg / 100m	CR mini kN 1570	CR mini kN 1770
1	0,50	0,85	0,96
2	2,01	3,42	3,85
3	4,52	7,69	8,67
4	8,03	13,7	15,4
5	12,6	21,4	24,1
6	18,1	30,8	34,7
7	24,6	41,9	47,2

9.3 Vérifications des sections des câbles horizontaux

L'effort normal maximal dans les câbles principaux qui composent la structure vaut 3,4 kN :



Nous considérons un câble de diamètre 6 mm.

L'effort admissible dans ce câble vaut :

- $NR_d = 30,8 \text{ kN} * 0,667 = 20,5 \text{ kN}$

Nous avons donc un contrôle unitaire de :

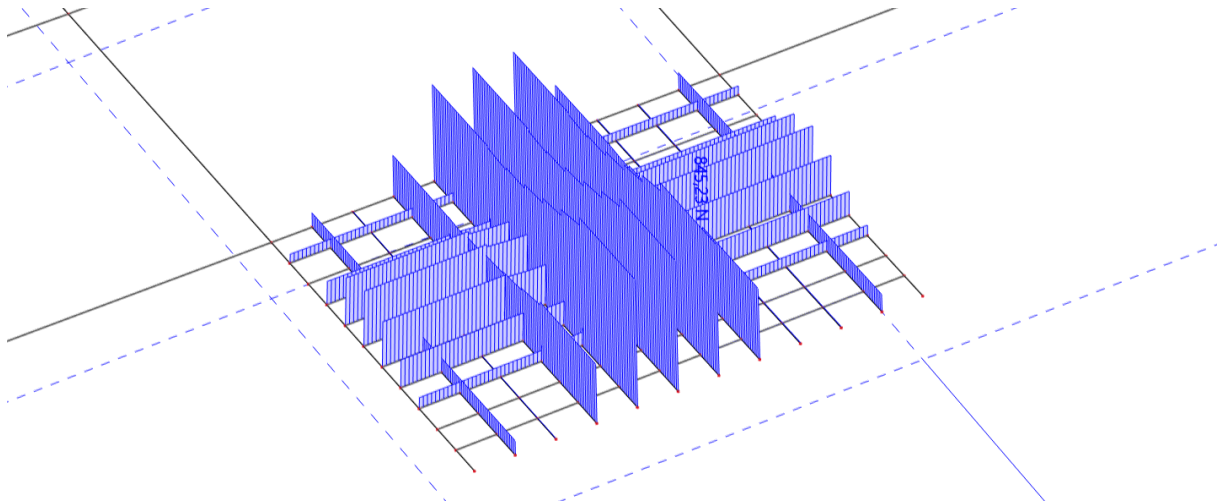
- $6 \text{ kN} / 20,5 \text{ kN} = 0,29 < 1$



DIN 3052 - 1 * 7			
Diam mm	Kg / 100m	CR mini kN 1570	CR mini kN 1770
1	0,50	0,85	0,96
2	2,01	3,42	3,85
3	4,52	7,69	8,67
4	8,03	13,7	15,4
5	12,6	21,4	24,1
6	18,1	30,8	34,7
7	24,6	41,9	47,2

10 Vérifications aux états limites ultimes - Filet

En modélisant un fil fictif de filet tous les 27,5 cm, et en considérant que la charge de 250 kg est répartie sur une surface de 1m², on détermine que l'effort normal maximal dans les câbles du filet vaut 0,85 kN tous les 27,5 cm.



Cela nous donnerait un effort maximal par mètre de $0,85 \text{ kN} / 0,275 \text{ m} = 3,1 \text{ kN/m}$ (valeur ELU)

En considérant une attache tous les 50 cm du treillis sur les câbles porteurs principaux :

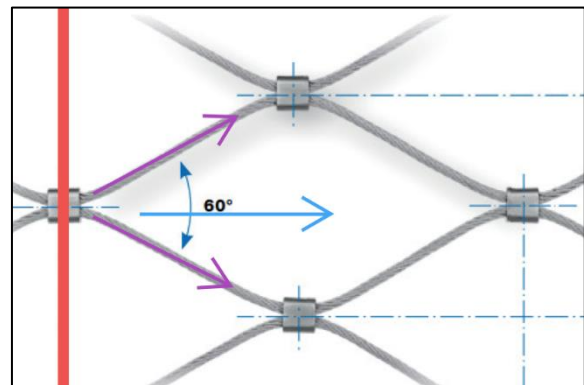
Compte tenu de l'inclinaison des fils à l'assemblage sur les câbles principaux, nous considérons un effort maximal dans un fil de :

- $3,1 \text{ kN/m} * 0,5 \text{ m} / \cos(30^\circ) * \frac{1}{2} = 0,89 \text{ kN}$

Nous considérons un câble de diamètre 1,5 mm.

L'effort admissible dans ce câble vaut :

- $NRd = 2,14 \text{ kN} * 0,667 = 1,4 \text{ kN}$



Nous avons donc un contrôle unitaire de :

- $0,89 \text{ kN} / 1,4 \text{ kN} = 0,64 < 1$

11 Efforts dans les nœuds

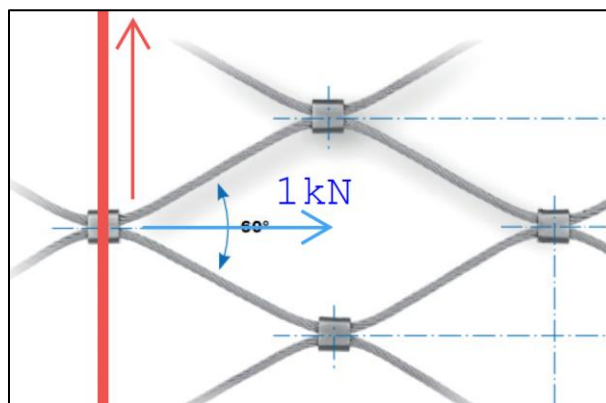
Les efforts transmis aux différents assemblages types sont présentés ci-dessous.

11.1 Nœud filet/câble principal

En suivant la même méthodologie qu'à la page précédente, et en considérant un espacement des attaches de 50cm, l'effort maximal dans un assemblage du treillis à l'ELS vaut :

- $0,56 \text{ kN} / 0,275 \text{ m} = 2 \text{ kN/m}$
- $2 \text{ kN/m} / 0,5 \text{ m} = 1 \text{ kN}$ tous les 50 cm.

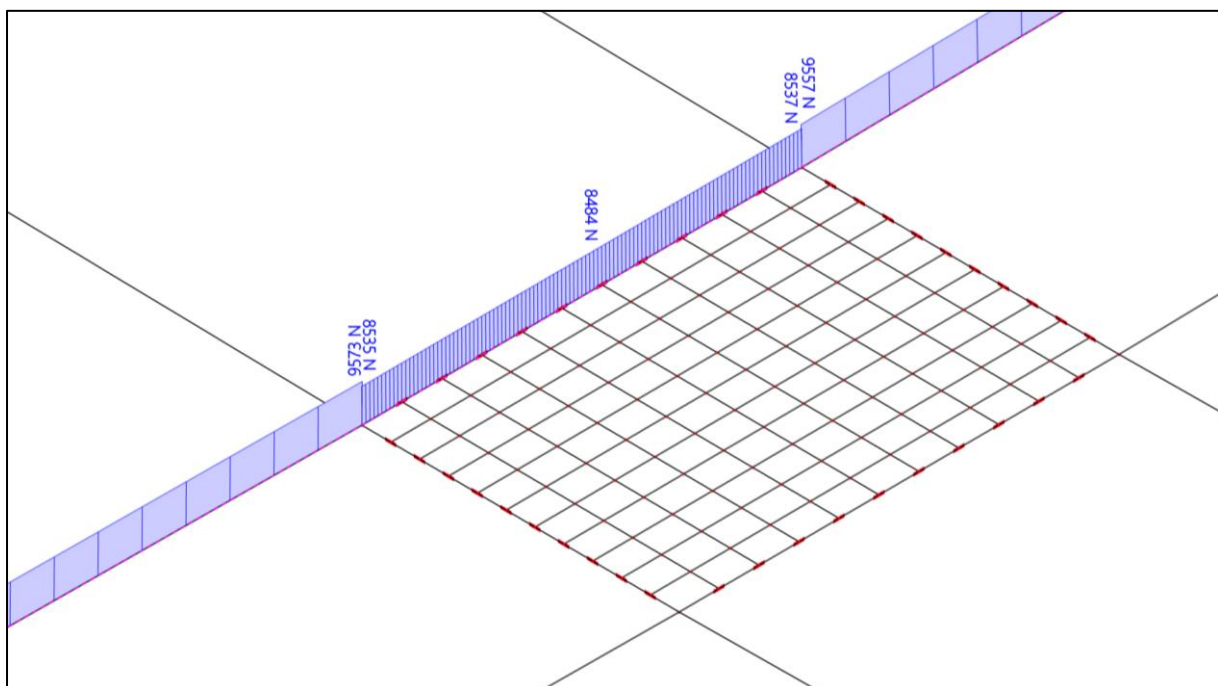
Cet effort est divisé entre les 2 fils du treillis mais est transmis en globalité au niveau de l'assemblage entre le treillis et le câble principal.



11.2 Nœud en croix – 2 câbles

L'effort maximal qui est transmis au niveau de l'assemblage entre 2 câbles vaut :

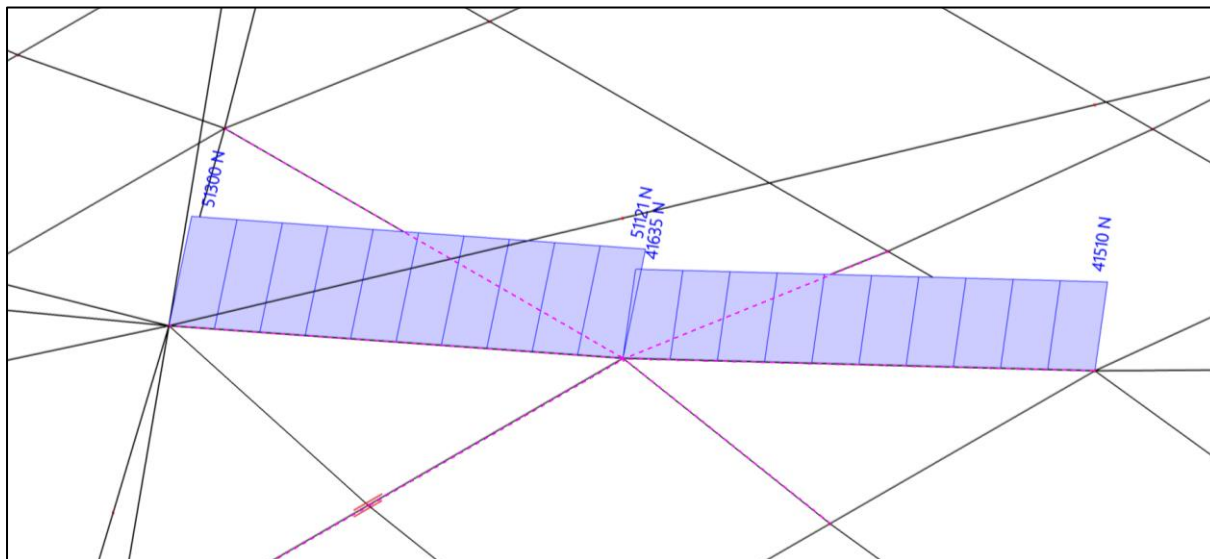
- $9\,573 \text{ N} - 8\,535 \text{ N} = 1\,038 \text{ N}$ (valeurs ELS)



11.3 Nœud en croix – 3 câbles

L'effort maximal qui est transmis au niveau de l'assemblage entre 2 câbles vaut :

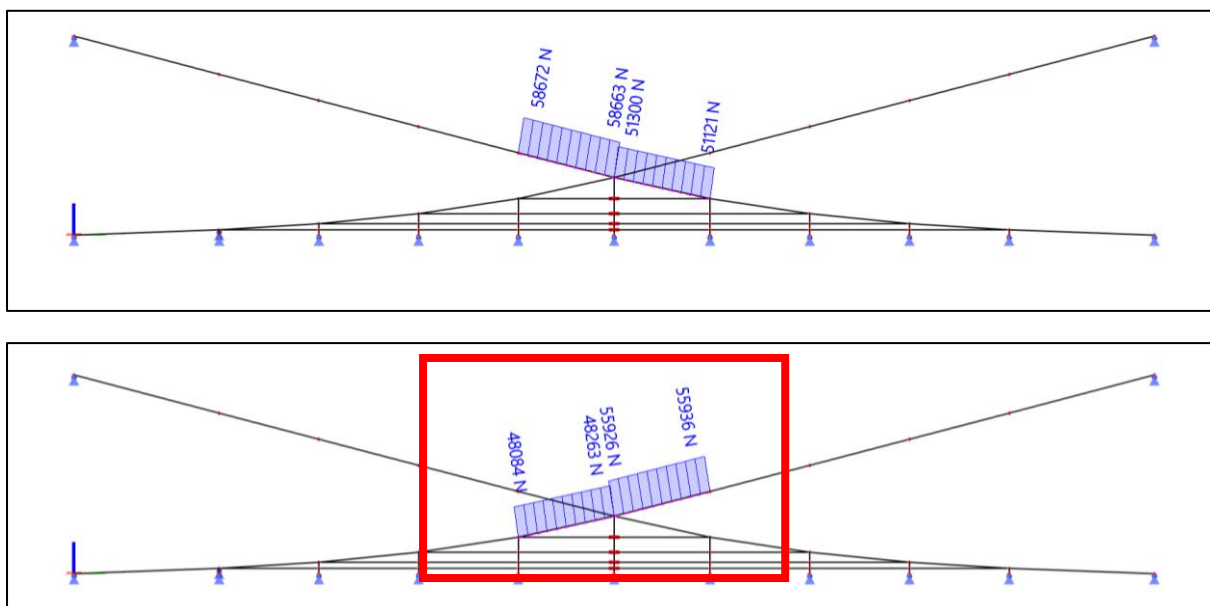
- $51\,121\text{ N} - 41\,635\text{ N} = 9\,486\text{ N}$ (valeurs ELS)



11.4 Nœud central Pyramide – 10 câbles

L'effort maximal qui est transmis dans une même direction à l'assemblage central de la pyramide entre 2 câbles principaux vaut :

- $55,93\text{ kN} - 48,26\text{ kN} = 7,67\text{ kN}$ (valeurs ELS)

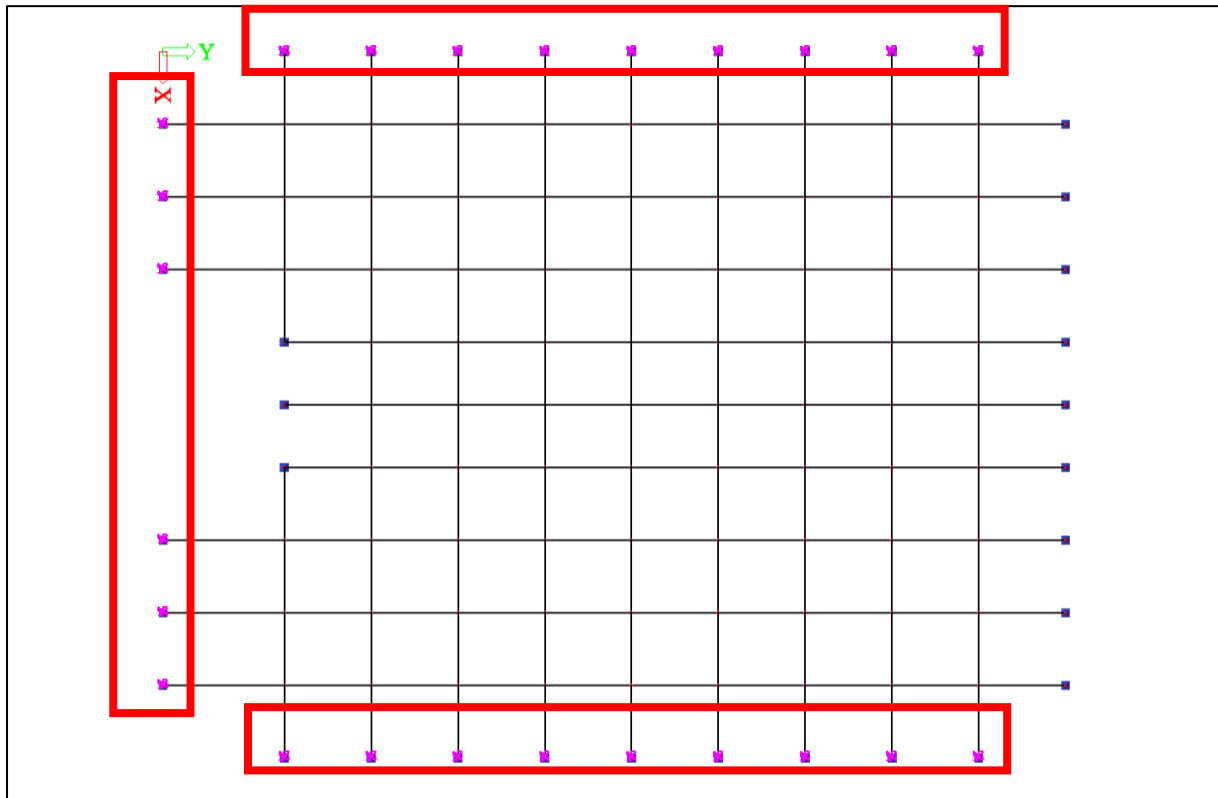


12 Ancrages – Filet à plat

Les notes de calcul détaillées des vérifications des ancrages sont regroupées en annexe de cette note.

12.1 Ancrage sous les coursives – Filet plat

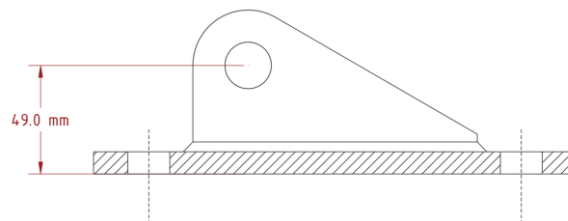
Les ancrages localisés ci-dessous doivent être ancrés sous la coursive dans la structure existante :



Les réactions enveloppe à l'ELU pour ce type d'ancrage sont données ci-dessous :

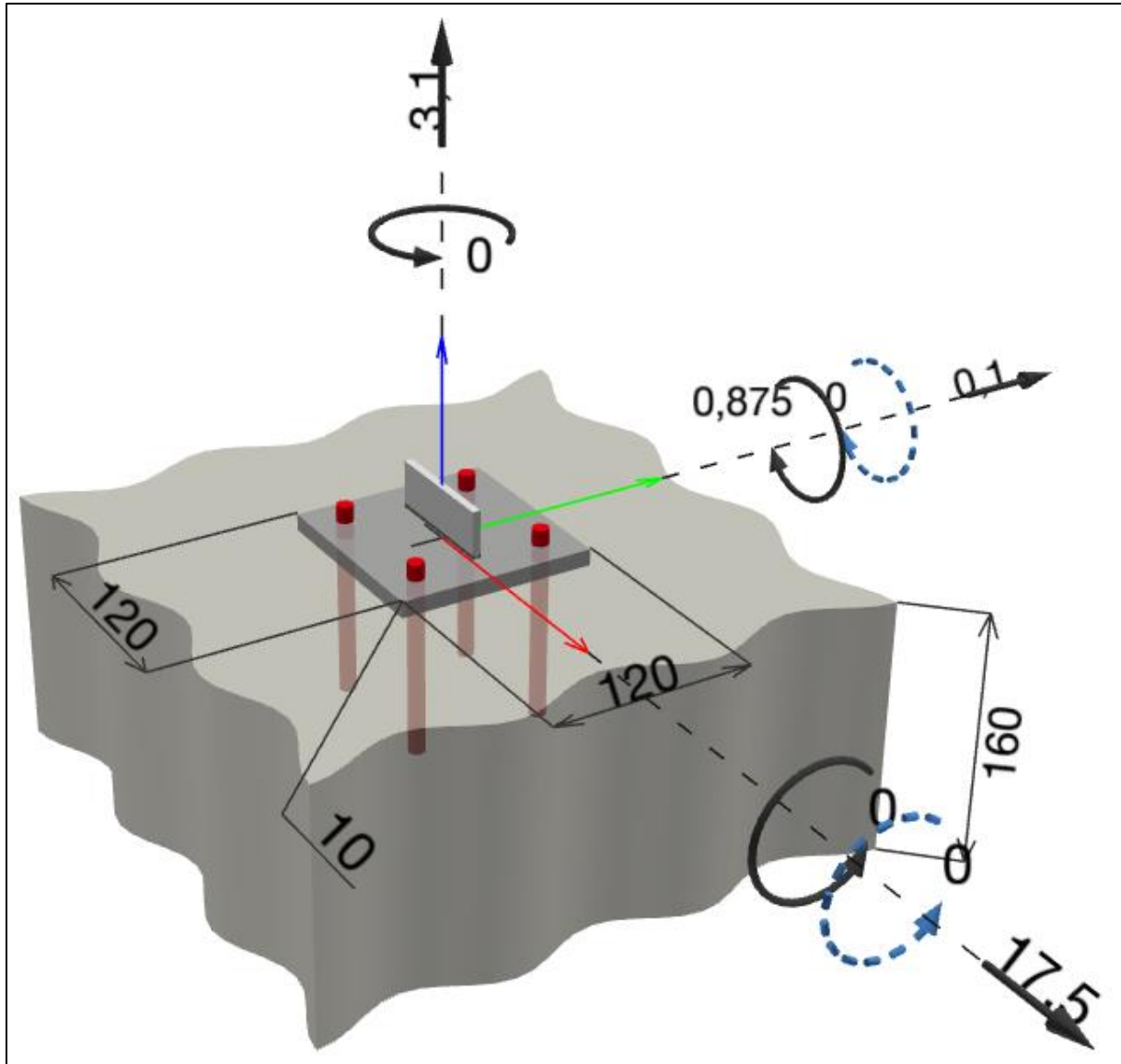
- $R_y = 17,5 \text{ kN}$ (traction dans l'ancrage)
- $R_y = 0,1 \text{ kN}$ (effort horizontal dans le sens de la façade)
- $R_z = 3,1 \text{ kN}$ (effort vertical)

Afin de considérer l'excentricité géométrique du point d'application de la charge, nous rajoutons un moment issu de l'excentricité des charges horizontales avec un bras de levier de 50mm. Ce bras de levier est représenté ci-dessous :



- $M_x = 17,5 \text{ kN} * 0,05 \text{ m} = 0,875 \text{ kNm}$

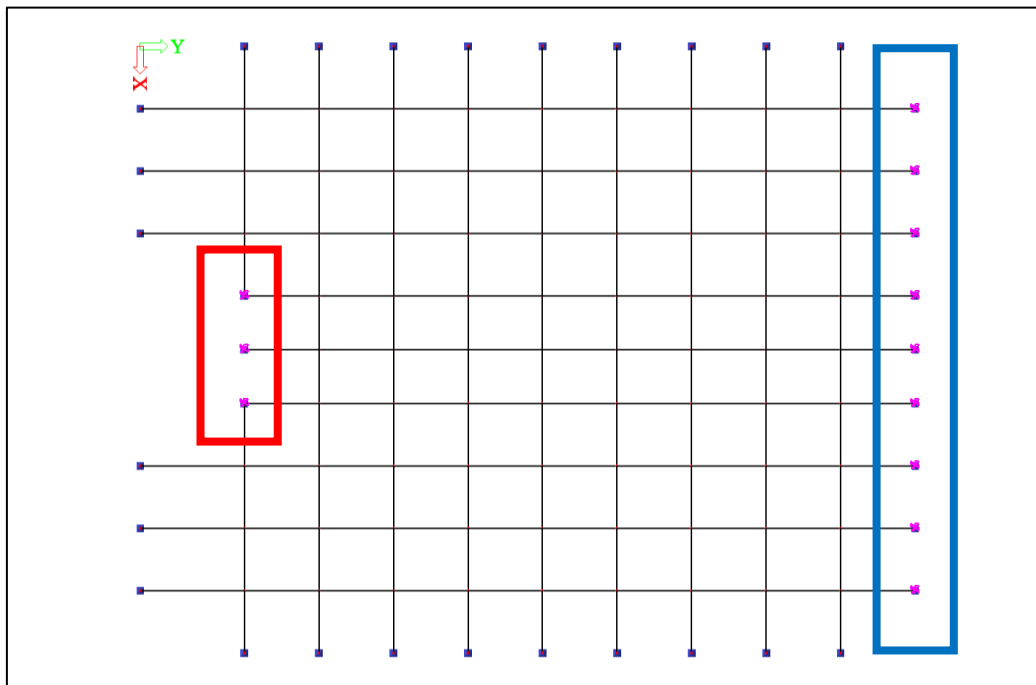
Les ancrages sont vérifiés dans le logiciel de calcul de Hilti et les résultats complets sont présentés en annexe de cette note.



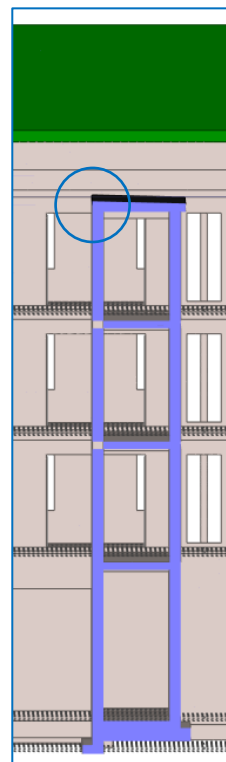
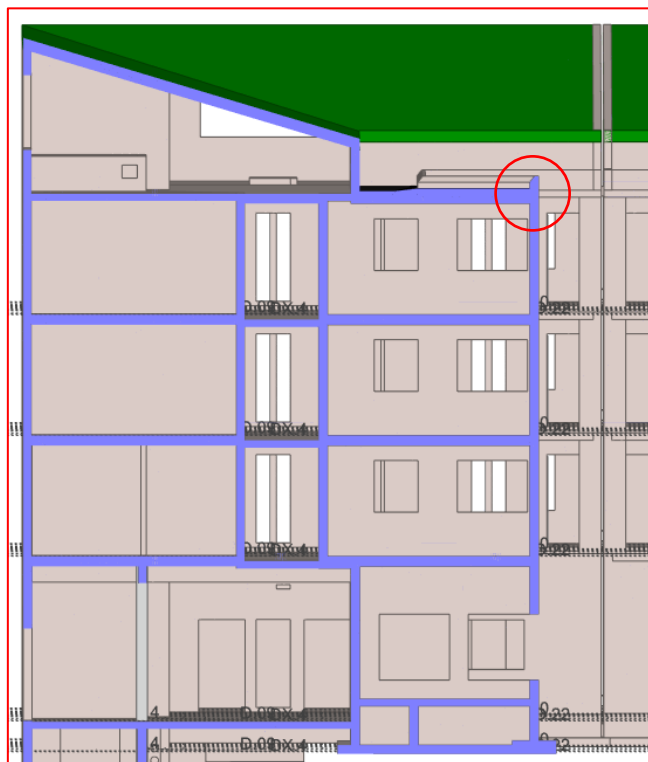
Nous avons besoin de 4 boulons M10 de qualité 8.8 ancrés de 100 mm dans la dalle de 16 cm.

12.2 Ancrage dans les voiles et dalles – Filet plat

Les ancrages localisés ci-dessous doivent être ancrés avec une platine disposée verticalement le long de la façade du bâtiment dans la structure existante :



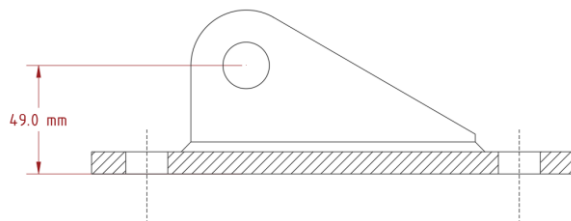
Les câbles du côté de la tour sont ancrés horizontalement dans la continuité des voiles de façade de cette dernière. Les 9 ancrages positionnés au-dessus du couloir séparant les 2 bâtiments principaux sont positionnés à plat contre la rive de la dalle de toiture de ce dernier :



Les réactions enveloppe à l'ELU pour ce type d'ancrage sont données ci-dessous :

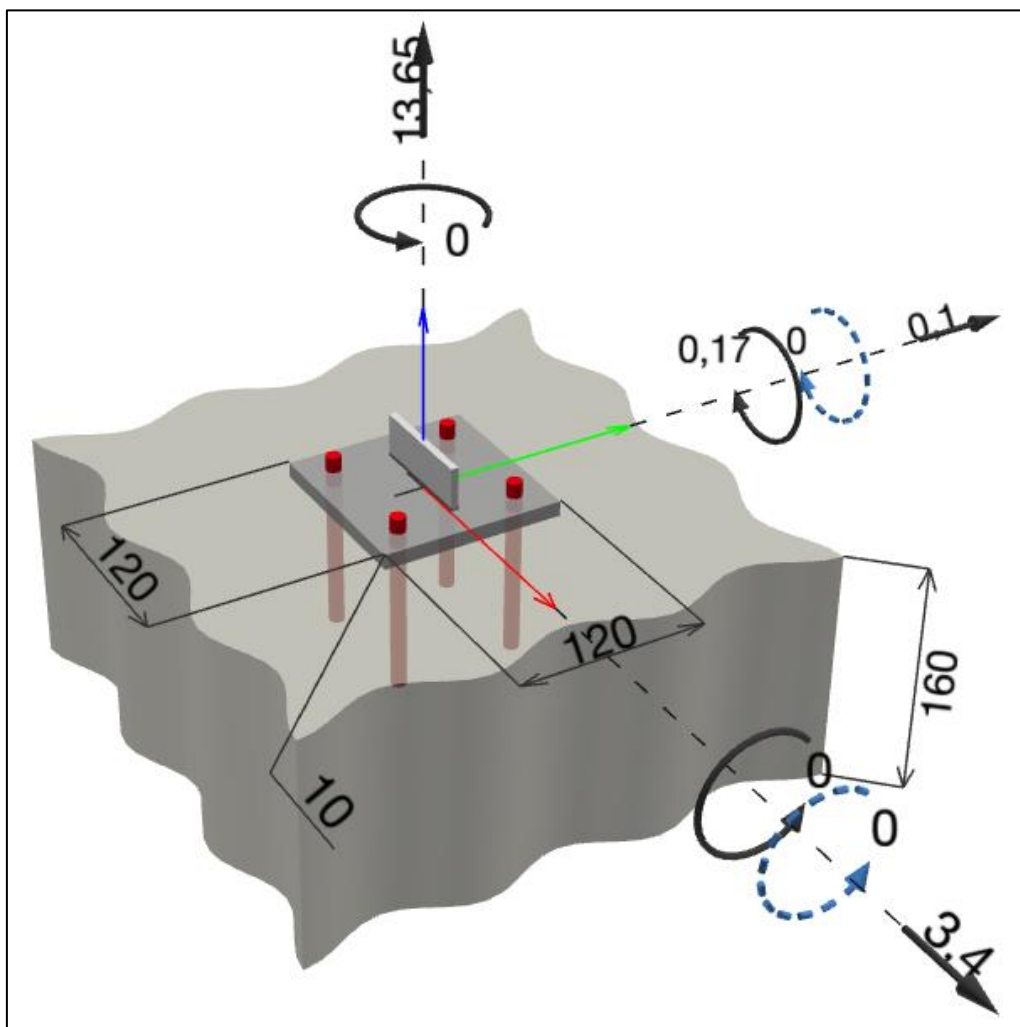
- $R_x = 13,65 \text{ kN}$ (traction dans l'axe des boulons)
- $R_y = 0,035 \text{ kN}$ (effort horizontal dans le sens de la façade)
- $R_z = 3,33 \text{ kN}$ (effort vertical)

Afin de considérer l'excentricité géométrique du point d'application de la charge, nous rajoutons un moment issu de l'excentricité de la charge verticale avec un bras de levier de 50mm.



- $M_x = 3,4 \text{ kN} * 0,05 \text{ m} = 0,17 \text{ kNm}$

Les ancrages sont vérifiés dans le logiciel de calcul de Hilti et les résultats complets sont présentés en annexe de cette note.

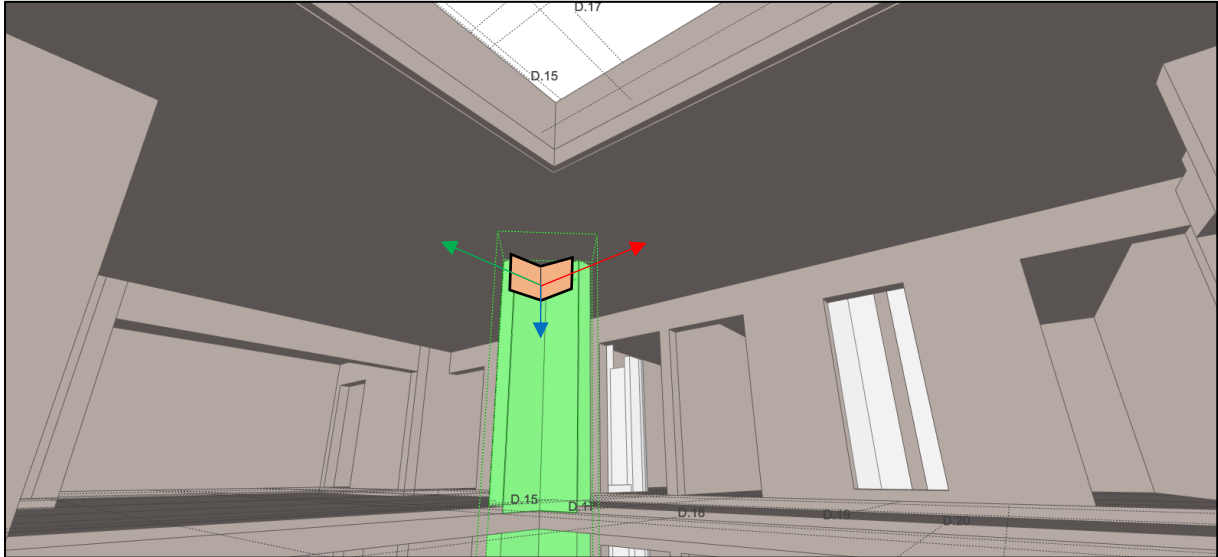


Nous avons besoin de 4 boulons M10 de qualité 8.8 ancrés de 100 mm dans les voiles.

13 Ancrages – Pyramide

13.1 Ancrage vertical supérieur - voiles

Les 2 ancrages supérieurs de la pyramide côté tourelle sont positionnés dans le coin de la cour et sont ancrés dans les voiles en forme d'angle. Ils sont soumis à 2 composantes d'effort horizontaux et à un effort de traction verticale.

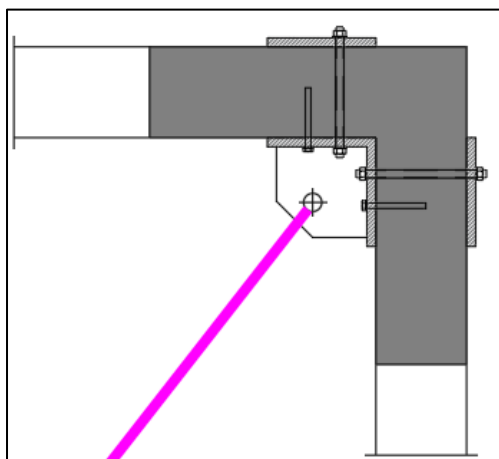


Les efforts de tractions horizontaux étant importants ; compte tenu de la faible épaisseur du voile et que le béton est probablement fissuré. Nous voulons assurer une reprise efficace des efforts.

Nous calculons donc un ancrage mixte en séparant les sollicitations verticales et horizontales, cet ancrage mixte se compose :

- D'ancrages chimiques permettant de reprendre efficacement le cisaillement issus des charges verticales.
- De tiges filetées traversantes mises en tension par application d'un couple de serrage permettant de maintenir l'ensemble comprimé malgré les charges horizontales.

Nous présentons les vérifications de ces 2 types de sollicitations séparément.



13.1.1 Effort de cisaillement

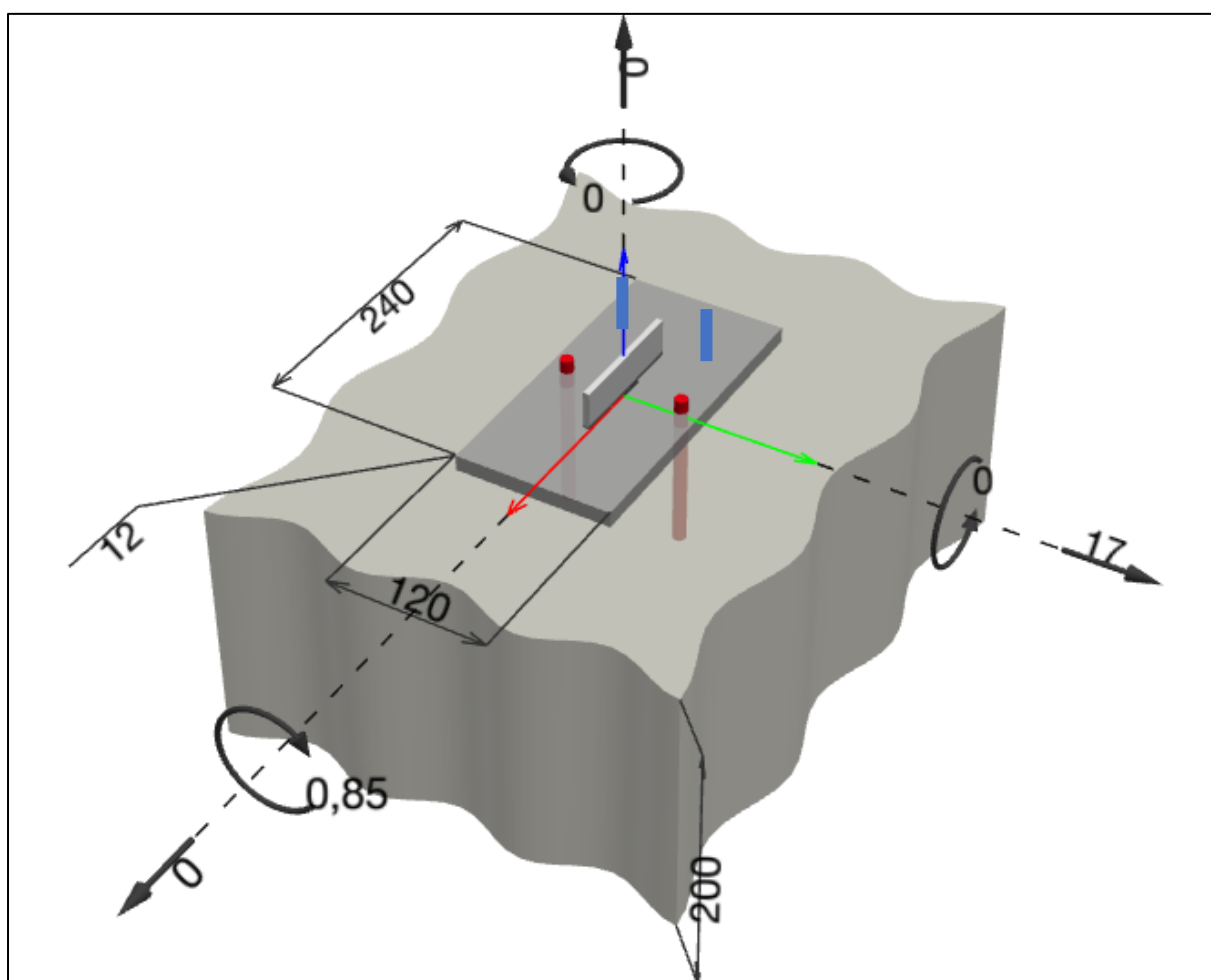
L'effort horizontal de cisaillement vertical est repris par un dispositif d'ancrage chimique par boulons. Les vérifications ont été réalisées avec le logiciel Hilti et les résultats complets sont présentés en annexe de cette note.

Les réactions enveloppe verticales à l'ELU pour ce type d'ancrage sont données ci-dessous :

- $R_z = 17 \text{ kN}$ (effort vertical)

Nous rajoutons un moment issu de l'excentricité de la charge verticale avec un bras de levier de 50mm :

- $M = 17 \text{ kN} * 0,05 \text{ m} = 0,85 \text{ kNm}$



Nous avons besoin de 2 boulons M10 de qualité 8.8 ancrés de 100 mm dans le voile de 20 cm.

13.1.2 Effort de traction

Les efforts horizontaux de traction sont repris par des tiges filetées qui sont serrées de part et d'autre de la dalle de la coursive.

Les réactions enveloppe à l'ELU pour ces ancrages sont données ci-dessous :

- $R_x = 47 \text{ kN}$
- $R_y = 60 \text{ kN}$

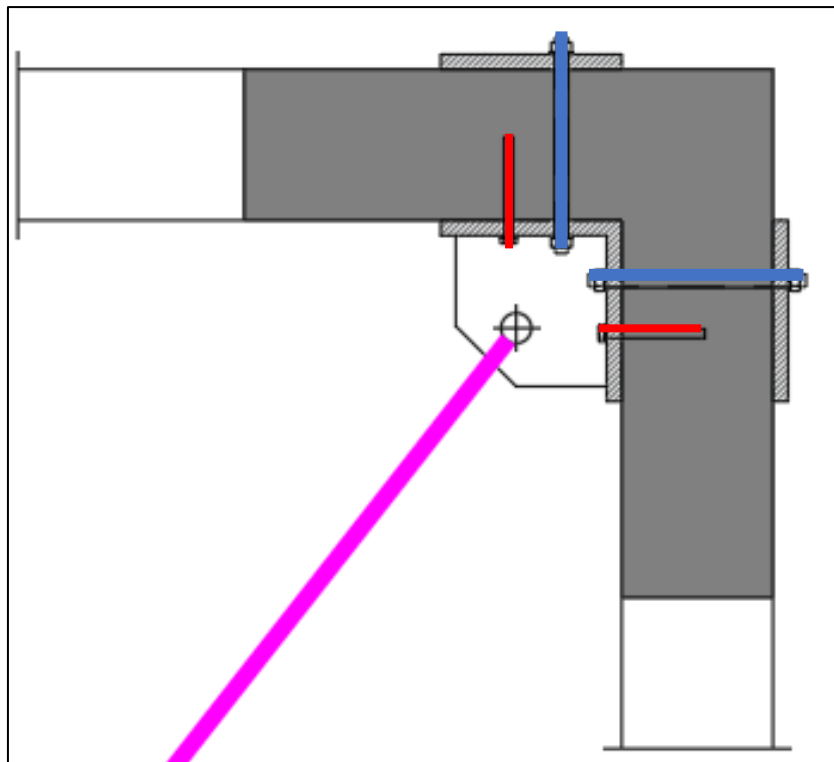
L'effort maximal de traction à l'ELU vaut 60 kN, nous avons donc besoin de :

- $60\,000 \text{ N} / (500 \text{ N/mm}^2 / 1,15) = 1,38 \text{ mm}^2$

Nous préconisons donc d'utiliser 2 tiges filetées M16 de qualité 8.8 → section résistante de 314 mm².

Les 2 tiges seront mis en tension par application d'un couple de serrage, de manière à maintenir un assemblage comprimé sous charge ELU.

Les deux tiges filetées sont positionnées comme ceci :



4 M12, ancrage 100mm (qualité 8.8)

4 M16, tige filetées (qualité 8.8)

Remarque à propos de cet ancrage : l'entreprise doit déplacer les boîtes à eau existantes qui sont positionnées dans le coin. L'ancrage n'est pas réalisable en laissant ces éléments en place.

13.2 Ancrage vertical supérieur – colonne & poutre

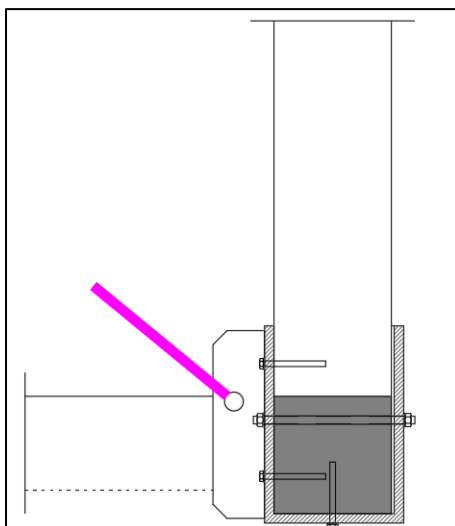
Les 2 ancrages supérieurs de la pyramide côté couloir traversant sont positionnés dans le coin de la cour et sont ancrés dans la colonne d'angle et la poutre 20x50cm. Ils sont soumis à 2 composantes d'effort horizontaux et à un effort de traction verticale.



Nous calculons également un ancrage mixte en séparant les sollicitations verticales et horizontales, cet ancrage mixte se compose :

- D'ancrages chimiques permettant de reprendre efficacement le cisaillement issus des charges verticales.
- De tiges filetées traversantes mises en tension par application d'un couple de serrage permettant de maintenir l'ensemble comprimé malgré les charges horizontales.

L'assemblage est composé d'une pièce métallique en forme de U qui est positionnée autour de l'ensemble colonne/ poutre. Schématiquement en plan :



13.2.1 Effort de cisaillement vertical

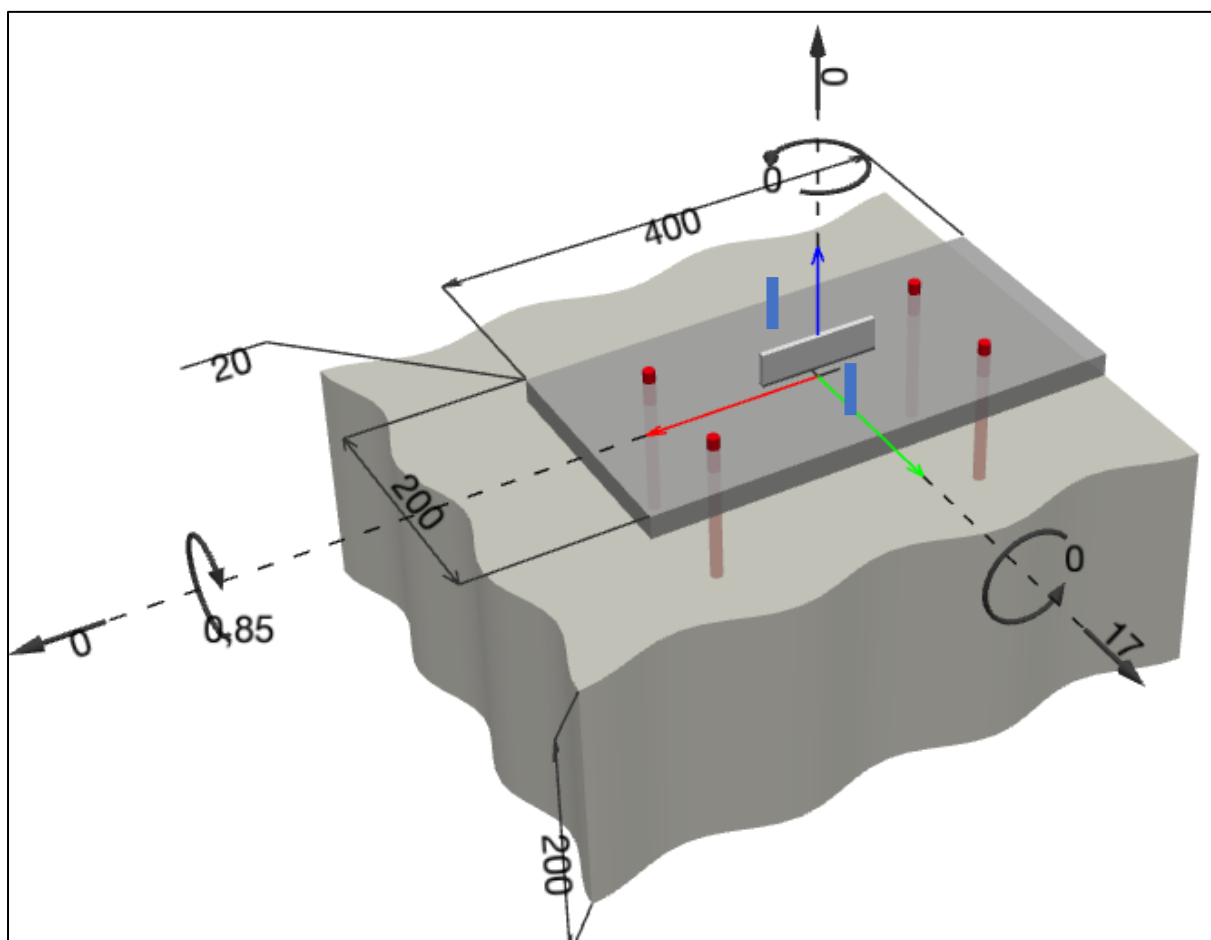
L'effort vertical de cisaillement est repris par un dispositif d'ancrage chimique par boulons. Les vérifications ont été réalisées avec le logiciel Hilti et les résultats complets sont présentés en annexe de cette note.

La réaction enveloppe verticale à l'ELU pour cet ancrage est donnée ci-dessous :

- $R_z = 17 \text{ kN}$ (effort vertical)

Nous rajoutons un moment issu de l'excentricité de la charge verticale avec un bras de levier de 50mm :

- $M = 17 \text{ kN} * 0,05 \text{ m} = 0,85 \text{ kNm}$



Nous avons besoin de 4 boulons M10 de qualité 8.8 ancrés de 100 mm dans la poutre et la colonne.

13.2.2 Effort de traction perpendiculaire à la poutre

La réaction maximale à l'ELU pour cet d'ancrage est donnée ci-dessous :

- $R_y = 56 \text{ kN}$

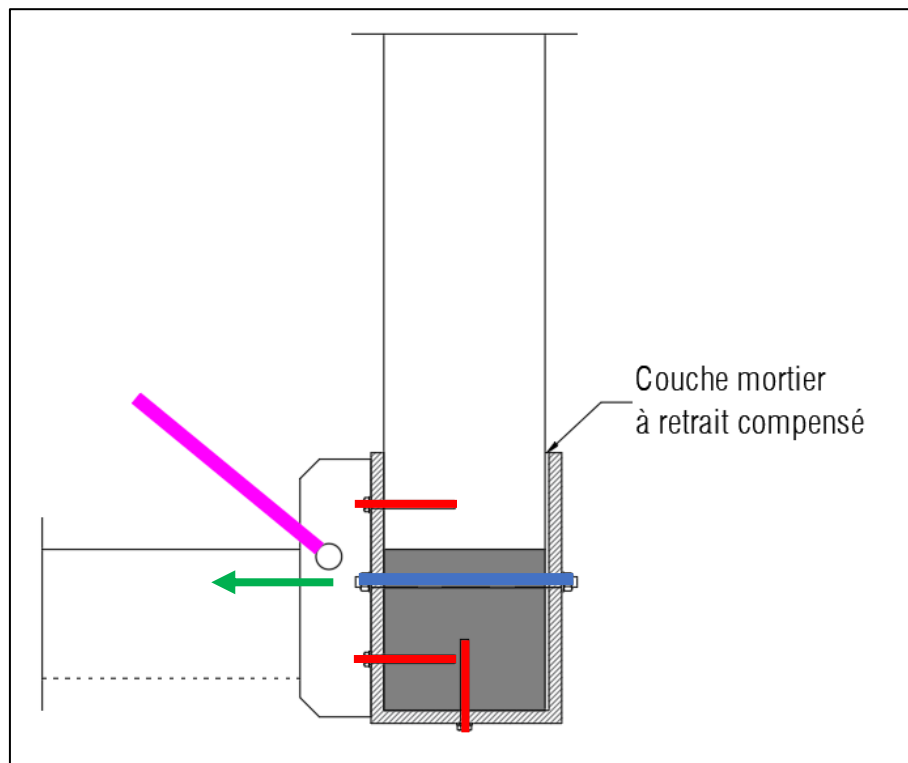
L'effort maximal de traction à l'ELU vaut 56 kN, nous avons donc besoin de :

- $56\,000 \text{ N} / (500 \text{ N/mm}^2 / 1,15) = 1,29 \text{ mm}^2$

Nous préconisons donc d'utiliser 2 tiges filetées M16 de qualité 8.8 → section résistante de 314 mm².

Les 2 tiges seront mis en tension par application d'un couple de serrage, de manière à maintenir un assemblage comprimé sous charge ELU.

Les deux tiges filetées sont positionnées comme ceci :



2 rangées de 3 M10, ancrage 100mm (qualité 8.8)

2 M16, tige filetées (qualité 8.8)

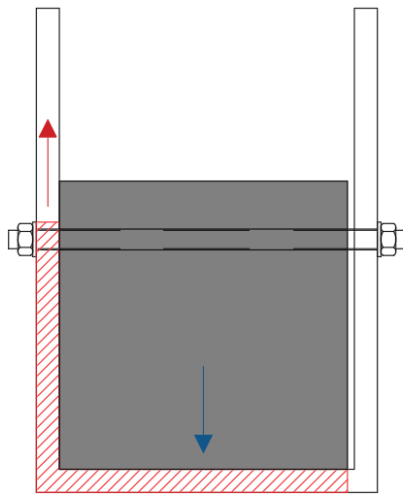
Nous disposons une couche de mortier à retrait compensé entre l'une des face du profilé métallique et le béton pour prendre en compte les tolérances d'exécution de ce dernier.

13.2.3 Effort de traction dans le sens de la poutre

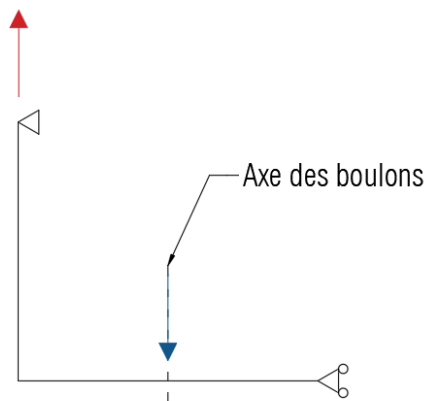
La réaction maximale à l'ELU pour cet d'ancrage est donnée ci-dessous :

- $R_x = 44 \text{ kN}$

L'effort maximal horizontal dans le sens de la poutre à l'ELU vaut 44 kN, cet effort met localement la platine en flexion. Nous analysons la situation dans un modèle 1D afin de déterminer l'effort de cisaillement à reprendre par les boulons positionnés dans la colonne :

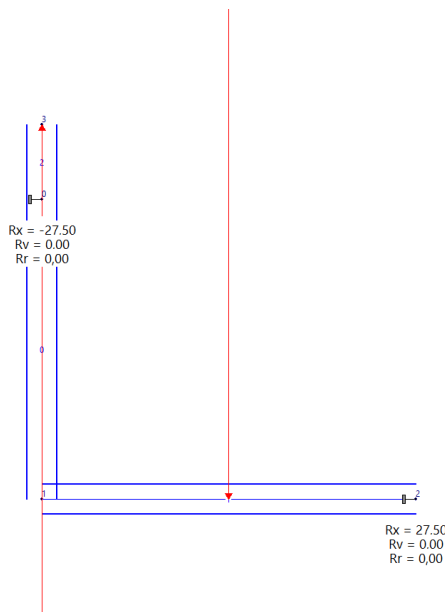


Effort dans la platine



Réaction du béton sur la platine

L'effort de cisaillement à reprendre par les boulons ancrés dans la colonne est égal à 28 kN :



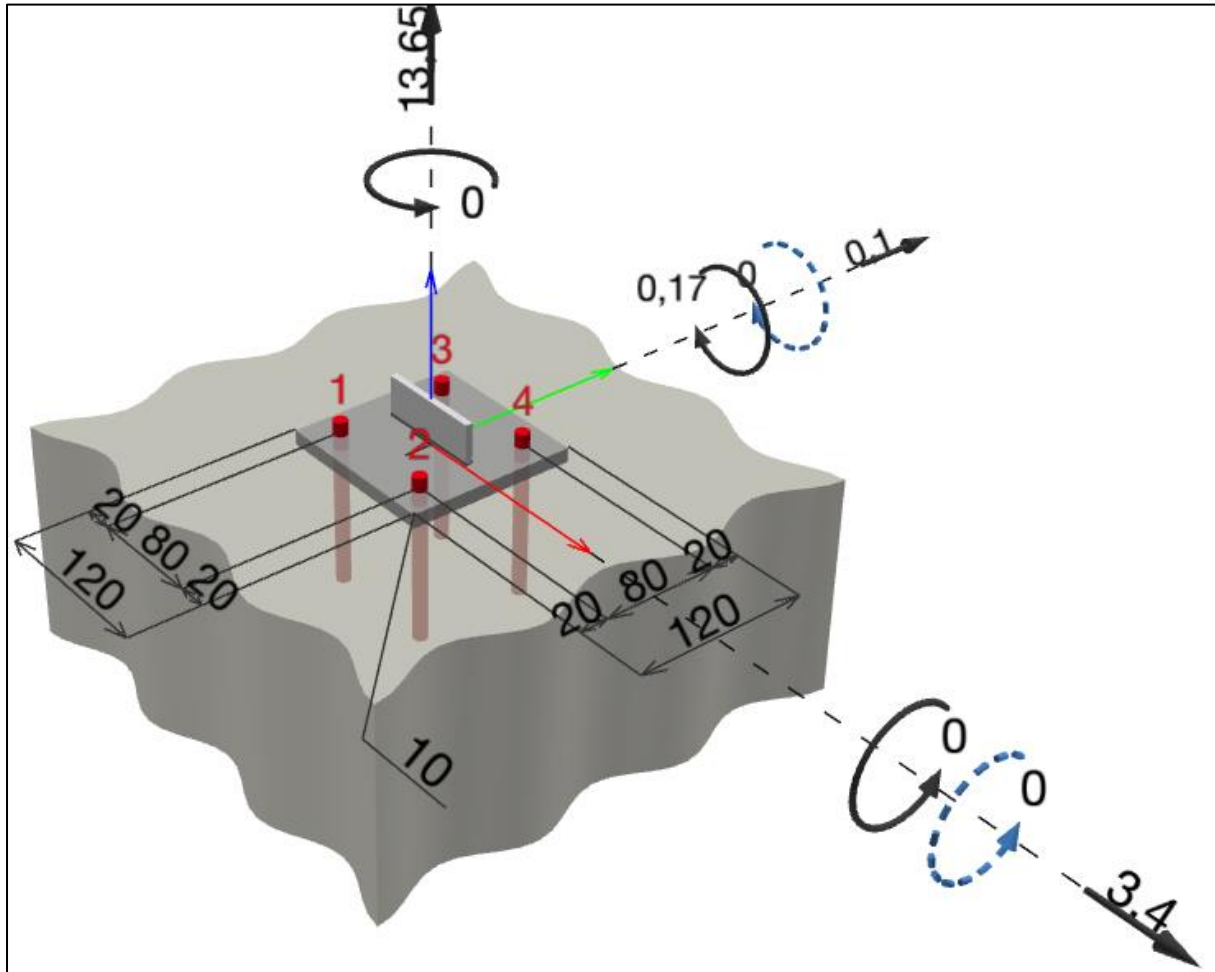
EN1993-1-8 §3.6.1 : Résistances de calcul des boulons

Diamètre nominal	Diamètre rondelle	Epaisseur écrous	Pas	Section nominale A	Section résistante A _s	8.8			
						Traction	Cisaillement fût	filet	Précontr.
mm	mm	mm	mm	mm ²	mm ²	kg	kg	kg	kg
M 3	7	2,4	0,5	7,1	5,03	290	271	193	282
M 4	9	3,2	0,7	12,6	8,78	506	483	337	492
M 5	10	4	0,8	19,6	14,2	818	754	545	795
M 6	12	5	1	28,3	20,1	1158	1086	772	1126
M 8	16	6,5	1,3	50,3	36,6	2108	1930	1405	2050
M 10	20	8	1,5	78,5	58	3341	3016	2227	3248
M 12	24	10	1,8	113,1	84,3	4856	4343	3237	4721
M 14	28	11	2	153,9	115	6624	5911	4416	6440
M 16	30	13	2	201,1	157	9043	7721	6029	8792
M 18	34	15	2,5	254,5	193	11117	9772	7411	10808
M 20	37	16	2,5	314,2	245	14112	12064	9408	13720

Nous avons donc besoin de 2 boulons M10 de qualité 8.8.

13.3 Ancrage inférieur des câbles secondaires dans les façades

Les ancrages inférieurs sont considérés comme les ancrages dans la rive de dalle de la solution filet à plat. Les réactions enveloppes sont plus faibles, nous utilisons donc les mêmes ancrages :



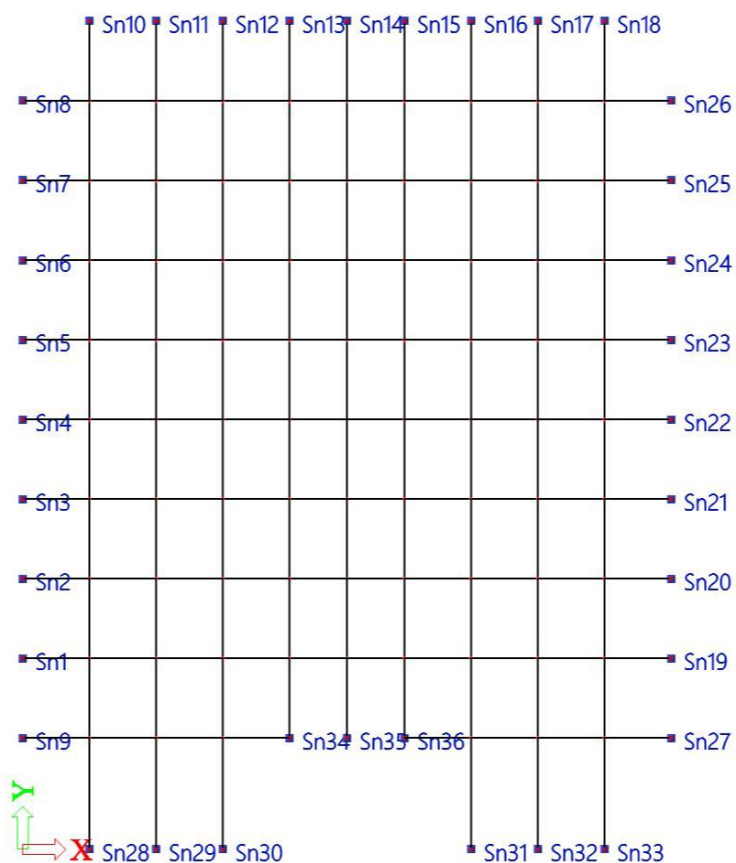
Nous avons besoin de 4 boulons M10 de qualité 8.8 ancrés de 100 mm dans la dalle.

Annexes

1 Numérotations des nœuds

1.1 Solution 1 – Filet à plat

La figure suivante présente les numérotations des nœuds pour les réactions d'appuis :



Réactions

Calcul non-linéaire

Classe: CN - ELS

Système: Global

Extrême: Elément

Sélection: Tout

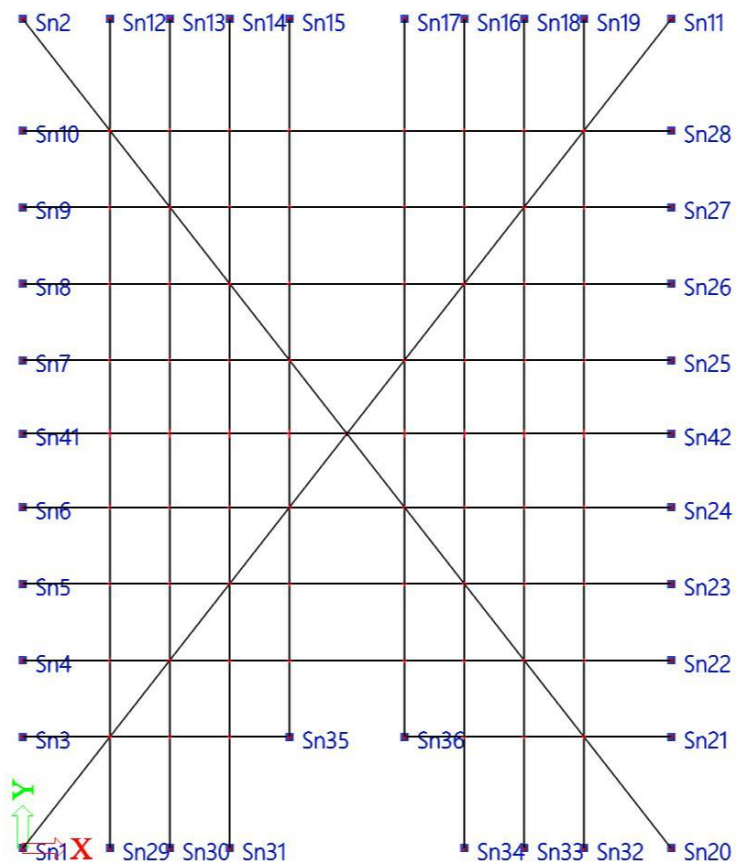
Réactions nodales

Nom	Cas	R _x [N]	R _y [N]	R _z [N]
Sn1/N102	CN3 - G + Qrép	-8406,14	14,02	1240,74
Sn1/N102	CN1 - PP câbles seul	-551,95	0,09	36,29
Sn2/N104	CN3 - G + Qrép	-10819,44	9,94	1690,30
Sn2/N104	CN5 - G + Qponc2	-4904,03	-1,96	567,39
Sn2/N104	CN1 - PP câbles seul	-536,16	0,06	41,77
Sn3/N106	CN3 - G + Qrép	-12369,43	1,54	1981,91
Sn3/N106	CN5 - G + Qponc2	-5492,27	-5,48	667,87
Sn3/N106	CN5 - G + Qponc3	-5604,20	5,15	692,50
Sn3/N106	CN1 - PP câbles seul	-493,20	0,01	42,50
Sn4/N108	CN3 - G + Qrép	-13000,88	-8,00	2100,00
Sn4/N108	CN5 - G + Qponc2	-5788,86	-8,90	726,75
Sn4/N108	CN5 - G + Qponc3	-5747,13	2,71	712,01
Sn4/N108	CN1 - PP câbles seul	-469,37	-0,01	41,90
Sn5/N110	CN3 - G + Qrép	-12911,95	-17,47	2065,99
Sn5/N110	CN5 - G + Qponc3	-5726,99	0,13	695,17
Sn5/N110	CN1 - PP câbles seul	-498,92	-0,04	42,83
Sn6/N112	CN3 - G + Qrép	-11908,20	-25,50	1851,65
Sn6/N112	CN1 - PP câbles seul	-553,48	-0,09	42,69
Sn7/N114	CN5 - G + Qponc2	-9597,47	-30,08	1431,56
Sn7/N114	CN1 - PP câbles seul	-579,89	-0,12	37,29
Sn8/N116	CN3 - G + Qrép	-5284,40	-18,10	673,31
Sn8/N116	CN1 - PP câbles seul	-421,57	-0,12	19,94
Sn9/N118	CN5 - G + Qponc3	-13440,07	33,52	1418,48
Sn9/N118	CN1 - PP câbles seul	-607,51	0,16	28,86
Sn10/N11	CN1 - PP câbles seul	0,07	279,47	12,88
Sn10/N11	CN3 - G + Qrép	11,46	3627,66	462,94
Sn11/N22	CN5 - G + Qponc2	18,98	6534,62	836,28
Sn11/N22	CN1 - PP câbles seul	0,09	392,44	24,17
Sn11/N22	CN3 - G + Qrép	16,70	5921,30	883,46
Sn12/N33	CN1 - PP câbles seul	0,06	400,71	29,27
Sn12/N33	CN3 - G + Qrép	14,44	7605,71	1207,65
Sn13/N44	CN1 - PP câbles seul	0,03	421,20	33,08
Sn13/N44	CN3 - G + Qrép	8,96	10178,86	1589,42
Sn14/N55	CN5 - G + Qponc3	-0,90	4600,42	548,16
Sn14/N55	CN5 - G + Qponc2	5,09	4649,64	564,65
Sn14/N55	CN1 - PP câbles seul	0,00	395,75	31,99
Sn14/N55	CN3 - G + Qrép	0,00	10359,78	1621,41
Sn15/N66	CN3 - G + Qrép	-8,96	10178,86	1589,42
Sn15/N66	CN5 - G + Qponc2	2,50	4432,64	519,65
Sn15/N66	CN1 - PP câbles seul	-0,03	421,20	33,08
Sn16/N77	CN3 - G + Qrép	-14,44	7605,71	1207,65
Sn16/N77	CN1 - PP câbles seul	-0,06	400,71	29,27
Sn17/N88	CN3 - G + Qrép	-16,70	5921,30	883,46
Sn17/N88	CN1 - PP câbles seul	-0,09	392,44	24,17
Sn18/N99	CN3 - G + Qrép	-11,46	3627,66	462,94
Sn18/N99	CN1 - PP câbles seul	-0,07	279,47	12,88
Sn19/N103	CN1 - PP câbles seul	551,95	0,09	36,29
Sn19/N103	CN3 - G + Qrép	8406,14	14,02	1240,74
Sn20/N105	CN1 - PP câbles seul	536,16	0,06	41,77
Sn20/N105	CN3 - G + Qrép	10819,44	9,94	1690,30
Sn21/N107	CN5 - G + Qponc2	5496,40	1,88	680,64
Sn21/N107	CN1 - PP câbles seul	493,20	0,01	42,50
Sn21/N107	CN3 - G + Qrép	12369,43	1,54	1981,91
Sn22/N109	CN3 - G + Qrép	13000,88	-8,00	2100,00
Sn22/N109	CN5 - G + Qponc2	5799,01	0,13	716,66
Sn22/N109	CN1 - PP câbles seul	469,37	-0,01	41,90
Sn23/N111	CN3 - G + Qrép	12911,95	-17,47	2065,99
Sn23/N111	CN1 - PP câbles seul	498,92	-0,04	42,83
Sn24/N113	CN3 - G + Qrép	11908,20	-25,50	1851,65
Sn24/N113	CN1 - PP câbles seul	553,48	-0,09	42,69
Sn25/N115	CN3 - G + Qrép	9497,58	-27,38	1392,83
Sn25/N115	CN1 - PP câbles seul	579,89	-0,12	37,29
Sn26/N117	CN3 - G + Qrép	5284,40	-18,10	673,31
Sn26/N117	CN1 - PP câbles seul	421,57	-0,12	19,94
Sn27/N119	CN1 - PP câbles seul	607,51	0,16	28,86
Sn27/N119	CN3 - G + Qrép	8291,60	18,03	963,29
Sn28/N1	CN3 - G + Qrép	5,95	-3664,19	428,30
Sn28/N1	CN1 - PP câbles seul	0,06	-279,56	11,93

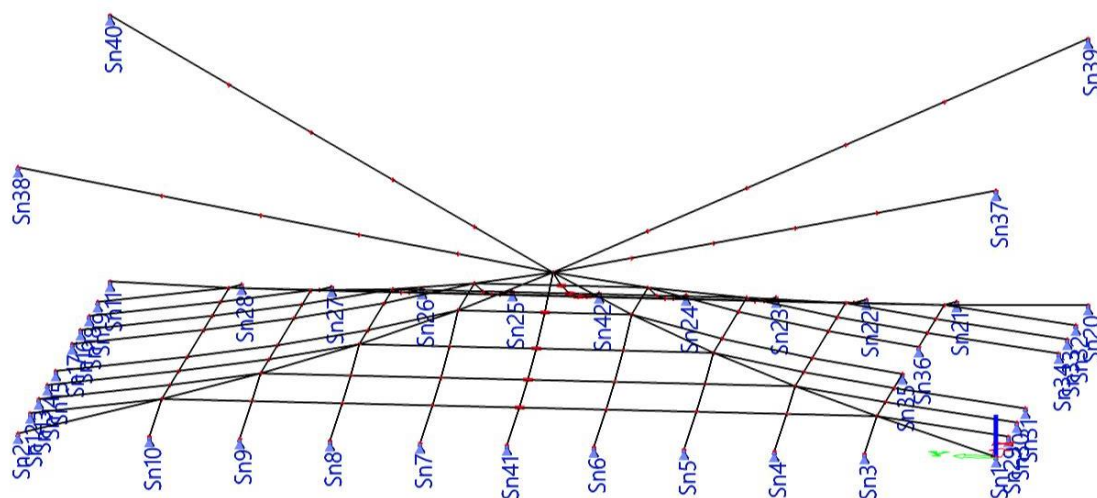
Nom	Cas	R _x [N]	R _y [N]	R _z [N]
Sn29/N12	CN5 - G + Qponc3	7,59	-4938,82	654,99
Sn29/N12	CN5 - G + Qponc2	3,22	-6148,28	446,64
Sn29/N12	CN1 - PP câbles seul	0,07	-392,69	20,66
Sn29/N12	CN3 - G + Qrép	5,34	-5923,80	721,27
Sn30/N23	CN5 - G + Qponc3	2,19	-3539,17	361,76
Sn30/N23	CN3 - G + Qrép	-2,32	-7342,44	827,23
Sn30/N23	CN1 - PP câbles seul	0,03	-400,60	23,40
Sn31/N67	CN5 - G + Qponc3	-0,07	-3470,92	305,43
Sn31/N67	CN3 - G + Qrép	2,32	-7342,44	827,23
Sn31/N67	CN1 - PP câbles seul	-0,03	-400,60	23,40
Sn32/N78	CN3 - G + Qrép	-5,34	-5923,80	721,27
Sn32/N78	CN1 - PP câbles seul	-0,07	-392,69	20,66
Sn33/N89	CN3 - G + Qrép	-5,95	-3664,19	428,30
Sn33/N89	CN1 - PP câbles seul	-0,06	-279,56	11,93
Sn34/N35	CN5 - G + Qponc3	13454,80	-4596,92	1448,68
Sn34/N35	CN3 - G + Qrép	8353,16	-10365,55	2227,12
Sn34/N35	CN1 - PP câbles seul	607,53	-420,94	33,73
Sn35/N46	CN5 - G + Qponc2	-1,75	-4653,73	472,23
Sn35/N46	CN5 - G + Qponc3	4,20	-4588,00	477,08
Sn35/N46	CN3 - G + Qrép	0,00	-10329,08	1462,99
Sn35/N46	CN1 - PP câbles seul	0,00	-395,71	24,47
Sn36/N57	CN3 - G + Qrép	-8353,16	-10365,55	2227,12
Sn36/N57	CN1 - PP câbles seul	-607,53	-420,94	33,73

1.2 Solution 2 – Pyramide

La figure suivante présente les numérotations des nœuds inférieurs pour les réactions d'appuis :



Les 4 nœuds supérieurs sont numérotés Sn37, Sn38, Sn39 et Sn40 :



Réactions

Calcul non-linéaire
Classe: CN - ELS
Système: Global
Extrême: Non
Sélection: Sn37..Sn40
Réactions nodales

Nom	Cas	R _x [N]	R _y [N]	R _z [N]
Sn37/N111	CN1 - PP câbles seul	-1922	-2459	766
Sn37/N111	CN2 - PP câbles + filet	-15606	-19970	5479
Sn37/N111	CN3 - G + Qrép	-35307	-45182	12631
Sn38/N116	CN1 - PP câbles seul	-1907	2441	761
Sn38/N116	CN2 - PP câbles + filet	-15184	19428	5334
Sn38/N116	CN3 - G + Qrép	-33665	43072	12049
Sn39/N121	CN1 - PP câbles seul	1922	-2459	766
Sn39/N121	CN2 - PP câbles + filet	15402	-19709	5409
Sn39/N121	CN3 - G + Qrép	35164	-45001	12581
Sn40/N126	CN1 - PP câbles seul	1907	2441	761
Sn40/N126	CN2 - PP câbles + filet	14979	19167	5264
Sn40/N126	CN3 - G + Qrép	33522	42891	11999

Réactions

Calcul non-linéaire
Classe: CN - ELS
Système: Global
Extrême: Non

Sélection: Sn1..Sn36, Sn41, Sn42, N1..N4, N7..N10, N12..N15, N17..N20, N22..N28, N31..N37, N40..N70, N73..N105, N127..N130, N132..N135, B1..B3, B6..B8, B11..B13, B16..B18, B21..B27, B29..B34, B36, B37, B39, B41..B49, B51..B56, B58..B64, B66..B73, B75..B77, B79..B97, B99, B101..B104, B106..B110, B112..B116, B118..B129, B131..B143, B145..B157, B159..B166, B187..B189, B192..B194

Réactions nodales


Nom	Cas	R _x [N]	R _y [N]	R _z [N]
Sn1/N1	CN1 - PP câbles seul	-1405	-1798	-21
Sn1/N1	CN2 - PP câbles + filet	-8276	-10588	343
Sn1/N1	CN3 - G + Qrép	-15189	-19435	1452
Sn2/N17	CN1 - PP câbles seul	-1400	1791	-20
Sn2/N17	CN2 - PP câbles + filet	-7512	9613	347
Sn2/N17	CN3 - G + Qrép	-13746	17604	1444
Sn3/N64	CN1 - PP câbles seul	-132	0	-1
Sn3/N64	CN2 - PP câbles + filet	-1672	-2	104
Sn3/N64	CN3 - G + Qrép	-5952	-7	556
Sn4/N65	CN1 - PP câbles seul	-260	0	-7
Sn4/N65	CN2 - PP câbles + filet	-2293	-2	151
Sn4/N65	CN3 - G + Qrép	-5528	-4	662
Sn5/N67	CN1 - PP câbles seul	-243	0	-7
Sn5/N67	CN2 - PP câbles + filet	-2763	-1	167
Sn5/N67	CN3 - G + Qrép	-6181	-3	751
Sn6/N69	CN1 - PP câbles seul	-198	0	-5
Sn6/N69	CN2 - PP câbles + filet	-3313	-1	147
Sn6/N69	CN3 - G + Qrép	-7456	-2	756
Sn7/N73	CN1 - PP câbles seul	-201	0	-5
Sn7/N73	CN2 - PP câbles + filet	-3402	1	142
Sn7/N73	CN3 - G + Qrép	-7644	3	754
Sn8/N75	CN1 - PP câbles seul	-242	0	-7
Sn8/N75	CN2 - PP câbles + filet	-2832	2	164
Sn8/N75	CN3 - G + Qrép	-6424	4	759
Sn9/N77	CN1 - PP câbles seul	-254	0	-7
Sn9/N77	CN2 - PP câbles + filet	-2234	2	151
Sn9/N77	CN3 - G + Qrép	-5444	5	670
Sn10/N79	CN1 - PP câbles seul	-136	0	-1
Sn10/N79	CN2 - PP câbles + filet	-1405	2	104
Sn10/N79	CN3 - G + Qrép	-4584	6	506
Sn11/N12	CN1 - PP câbles seul	1400	1791	-20
Sn11/N12	CN2 - PP câbles + filet	7903	10114	355
Sn11/N12	CN3 - G + Qrép	13976	17899	1460
Sn12/N44	CN1 - PP câbles seul	0	173	0
Sn12/N44	CN2 - PP câbles + filet	-1	1966	88
Sn12/N44	CN3 - G + Qrép	-1	6039	459
Sn13/N45	CN1 - PP câbles seul	0	312	-5
Sn13/N45	CN2 - PP câbles + filet	-2	2757	99
Sn13/N45	CN3 - G + Qrép	-2	6586	496
Sn14/N47	CN1 - PP câbles seul	0	307	-5
Sn14/N47	CN2 - PP câbles + filet	-2	3134	93
Sn14/N47	CN3 - G + Qrép	-3	7057	503
Sn15/N50	CN1 - PP câbles seul	0	293	-4
Sn15/N50	CN2 - PP câbles + filet	-2	3502	97
Sn15/N50	CN3 - G + Qrép	-5	7922	548
Sn16/N54	CN1 - PP câbles seul	0	307	-5
Sn16/N54	CN2 - PP câbles + filet	2	3134	95
Sn16/N54	CN3 - G + Qrép	3	7068	506
Sn17/N57	CN1 - PP câbles seul	0	293	-4
Sn17/N57	CN2 - PP câbles + filet	2	3502	98
Sn17/N57	CN3 - G + Qrép	5	7921	549
Sn18/N61	CN1 - PP câbles seul	0	312	-5
Sn18/N61	CN2 - PP câbles + filet	2	2801	102
Sn18/N61	CN3 - G + Qrép	2	6649	501
Sn19/N63	CN1 - PP câbles seul	0	173	0
Sn19/N63	CN2 - PP câbles + filet	1	2029	89
Sn19/N63	CN3 - G + Qrép	1	6121	464
Sn20/N7	CN1 - PP câbles seul	1405	-1798	-21
Sn20/N7	CN2 - PP câbles + filet	8245	-10548	345
Sn20/N7	CN3 - G + Qrép	15156	-19393	1453
Sn21/N86	CN1 - PP câbles seul	132	0	-1
Sn21/N86	CN2 - PP câbles + filet	1677	-2	105
Sn21/N86	CN3 - G + Qrép	5962	-7	557
Sn22/N87	CN1 - PP câbles seul	260	0	-7
Sn22/N87	CN2 - PP câbles + filet	2289	-2	152
Sn22/N87	CN3 - G + Qrép	5525	-4	663

Nom	Cas	R _x [N]	R _y [N]	R _z [N]
Sn23/N89	CN1 - PP câbles seul	243	0	-7
Sn23/N89	CN2 - PP câbles + filet	2756	-1	168
Sn23/N89	CN3 - G + Qrêp	6176	-3	751
Sn24/N91	CN1 - PP câbles seul	198	0	-5
Sn24/N91	CN2 - PP câbles + filet	3304	-1	148
Sn24/N91	CN3 - G + Qrêp	7448	-2	757
Sn25/N93	CN1 - PP câbles seul	201	0	-5
Sn25/N93	CN2 - PP câbles + filet	3400	1	144
Sn25/N93	CN3 - G + Qrêp	7642	3	755
Sn26/N95	CN1 - PP câbles seul	242	0	-7
Sn26/N95	CN2 - PP câbles + filet	2835	2	166
Sn26/N95	CN3 - G + Qrêp	6434	4	762
Sn27/N97	CN1 - PP câbles seul	254	0	-7
Sn27/N97	CN2 - PP câbles + filet	2271	2	154
Sn27/N97	CN3 - G + Qrêp	5494	5	676
Sn28/N99	CN1 - PP câbles seul	136	0	-1
Sn28/N99	CN2 - PP câbles + filet	1456	2	105
Sn28/N99	CN3 - G + Qrêp	4649	6	511
Sn29/N22	CN1 - PP câbles seul	0	-185	-1
Sn29/N22	CN2 - PP câbles + filet	-2	-1854	84
Sn29/N22	CN3 - G + Qrêp	-4	-5161	400
Sn30/N23	CN1 - PP câbles seul	0	-318	-5
Sn30/N23	CN2 - PP câbles + filet	-3	-2803	93
Sn30/N23	CN3 - G + Qrêp	-10	-6416	442
Sn31/N25	CN1 - PP câbles seul	0	-307	-6
Sn31/N25	CN2 - PP câbles + filet	-3	-2858	67
Sn31/N25	CN3 - G + Qrêp	-14	-5918	320
Sn32/N28	CN1 - PP câbles seul	0	-185	-1
Sn32/N28	CN2 - PP câbles + filet	1	-1846	84
Sn32/N28	CN3 - G + Qrêp	4	-5157	401
Sn33/N31	CN1 - PP câbles seul	0	-318	-5
Sn33/N31	CN2 - PP câbles + filet	3	-2792	94
Sn33/N31	CN3 - G + Qrêp	10	-6409	442
Sn34/N33	CN1 - PP câbles seul	0	-307	-6
Sn34/N33	CN2 - PP câbles + filet	3	-2846	67
Sn34/N33	CN3 - G + Qrêp	14	-5909	320
Sn35/N36	CN1 - PP câbles seul	42	-251	-11
Sn35/N36	CN2 - PP câbles + filet	1067	-2671	134
Sn35/N36	CN3 - G + Qrêp	3889	-6429	894
Sn36/N40	CN1 - PP câbles seul	-42	-251	-11
Sn36/N40	CN2 - PP câbles + filet	-1077	-2663	136
Sn36/N40	CN3 - G + Qrêp	-3902	-6424	896
Sn41/N132	CN1 - PP câbles seul	-163	0	-3
Sn41/N132	CN2 - PP câbles + filet	-3861	0	114
Sn41/N132	CN3 - G + Qrêp	-9421	1	711
Sn42/N127	CN1 - PP câbles seul	163	0	-3
Sn42/N127	CN2 - PP câbles + filet	3846	0	116
Sn42/N127	CN3 - G + Qrêp	9406	1	713

Commentaires du spécificateur:

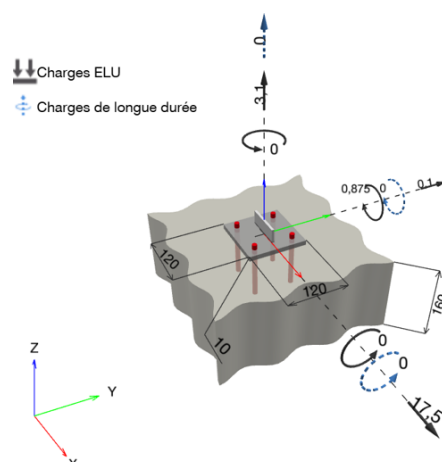
1 Calcul des chevilles

1.1 Données d'entrée

Type et diamètre de la cheville:	HIT-HY 200-A V3 + HAS-U 8.8 M10	
Période de retour (durée de vie en années):	50	
Code d'article:	2223833 HAS-U 8.8 M10x190 (accessoire de pose) / 2378171 HIT-HY 200-A V3 (Scellement chimique)	
Insert item # alternative:	2390231 HAS 8.8 M10x190	
Specification text:	Hilti HAS-U 8.8 or HAS tige filetée with HIT-HY 200-A V3 Résine with 100 mm embedment hef, M10, Acier électrozingué, Hammer drill bit installation per ETA 19/0601,	
Profondeur d'implantation effective:	$h_{ef,act} = 100,0 \text{ mm}$ ($h_{ef,limit} = - \text{ mm}$)	
Matériau:	8.8	
Homologation:	ETA 19/0601	
Délivré Validité:	29/01/2024 -	
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 ^{CBFEM} :	$l_x \times l_y \times t = 120,0 \text{ mm} \times 120,0 \text{ mm} \times 10,0 \text{ mm};$	
Profil:	Barre plate, 75 x 5,0; ($L \times W \times T$) = 75,0 mm x 5,0 mm	
Matériau de base:	Béton fissuré béton, C25/30, $f_{c,cyl} = 25,00 \text{ N/mm}^2$; $h = 160,0 \text{ mm}$, Temp. court/long: 40/24 °C, coefficient de sécurité du matériau partiel $\gamma_c = 1,500$	
Installation:	Hammer drilled hole, 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	

CBFEM - Le calcul de la cheville s'effectue à partir de la Méthode des éléments finis basée sur le composant (CBFEM)

Géométrie [mm] & Charges [kN, kNm]



www.hilti.be

Société:		Page:	2
Adresse:		Prescripteur:	
Tel I Fax:		E-mail:	
Design:	FILET PLAT - Ancrage dans la coursoive	Date:	30/05/2025
Sous projet I Pos. N°:			

1.1.1 Combinaison de charges

Cas	Description	Forces [kN] / Moment [kNm]	Sismique	Feu	Util. max. Cheville [%]
1	Combinaison 1	$N = 3,100; V_x = 17,500; V_y = 0,100;$ $M_x = 0,000; M_y = 0,875; M_z = 0,000;$ $N_{sus} = 0,000; M_{x,sus} = 0,000; M_{y,sus} = 0,000;$	non	non	48

1.2 Cas de charges/Charges résultantes sur les chevilles

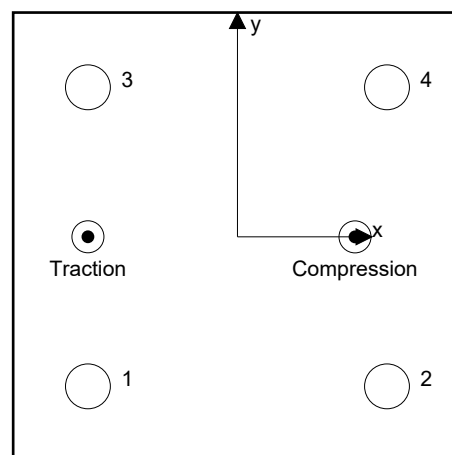
Réactions des chevilles [kN]

Traction: (+Traction, -Compression)

Cheville	Traction	Cisaillement	Cisaillement x	Cisaillement y
1	6,397	4,363	4,362	0,071
2	0,000	4,388	4,388	-0,004
3	6,401	4,362	4,362	-0,021
4	0,000	4,388	4,388	0,054

Resulting tension force in (x/y)=(-40,0/0,0): 12,797 [kN]

Resulting compression force in (x/y)=(31,4/-0,0): 10,355 [kN]



Les forces sur les chevilles sont calculées à partir de la Méthode des éléments finis basée sur le composant (CBFEM)

www.hilti.be

Société:		Page:	3
Adresse:		Prescripteur:	
Tel Fax:		E-mail:	
Design:	FILET PLAT - Ancrage dans la coursoive	Date:	30/05/2025
Sous projet Pos. N°:			

1.3 Traction (EN 1992-4, § 7.2.1)

	Charge [kN]	Capacité [kN]	Utilisation β_N [%]	Statut
Rupture acier*	6,401	30,933	21	OK
Rupture combinée par extraction/glisement et cône de béton**	12,797	27,057	48	OK
Rupture par cône de béton**	12,797	49,533	26	OK
Rupture par fendage**	NA	NA	NA	NA

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

1.3.1 Rupture acier

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

$N_{Rk,s}$ [kN]	γ_{Ms}	$N_{Rd,s}$ [kN]	N_{Ed} [kN]
46,400	1,500	30,933	6,401

www.hilti.be

Société:		Page:	4
Adresse:		Prescripteur:	
Tel Fax:		E-mail:	
Design:	FILET PLAT - Ancrage dans la coursoive	Date:	30/05/2025
Sous projet Pos. N°:			

1.3.2 Rupture combinée par extraction/glisement et cône de béton

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

$A_{p,N} [\text{mm}^2]$	$A_{p,N}^0 [\text{mm}^2]$	$\tau_{Rk,ucr,20} [\text{N/mm}^2]$	$s_{cr,Np} [\text{mm}]$	$c_{cr,Np} [\text{mm}]$	$c_{min} [\text{mm}]$	$f_{c,cyl} [\text{N/mm}^2]$
114 000	90 000	18,00	300,0	150,0	∞	25,00
ψ_c	$\tau_{Rk,cr} [\text{N/mm}^2]$	k_3	$\tau_{Rk,c} [\text{N/mm}^2]$	$\psi_{g,Np}^0$	$\psi_{g,Np}$	
1,023	9,61	7,700	12,25	1,126	1,061	
$e_{c1,N} [\text{mm}]$	$\psi_{ec1,Np}$	$e_{c2,N} [\text{mm}]$	$\psi_{ec2,Np}$	$\psi_{s,Np}$	$\psi_{re,Np}$	
0,0	1,000	0,0	1,000	1,000	1,000	
ψ_{sus}^0	α_{sus}	ψ_{sus}				
0,800	0,000	1,000				
$N_{Rk,p}^0 [\text{kN}]$	$N_{Rk,p} [\text{kN}]$	γ_{Mp}	$N_{Rd,p} [\text{kN}]$	$N_{Ed} [\text{kN}]$		
30,197	40,586	1,500	27,057	12,797		

Groupe ID cheville

1, 3

www.hilti.be

Société:	Page: 5
Adresse:	Prescripteur:
Tel Fax:	E-mail:
Design:	Date: 30/05/2025
Sous projet Pos. N°: FILET PLAT - Ancrage dans la coursoive	

1.3.3 Rupture par cône de béton

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

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

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

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

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

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

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

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

$A_{c,N} [\text{mm}^2]$	$A_{c,N}^0 [\text{mm}^2]$	$c_{cr,N} [\text{mm}]$	$s_{cr,N} [\text{mm}]$	$f_{c,cyl} [\text{N/mm}^2]$		
114 000	90 000	150,0	300,0	25,00		
$e_{c1,N} [\text{mm}]$	$\psi_{ec1,N}$	$e_{c2,N} [\text{mm}]$	$\psi_{ec2,N}$	$\psi_{s,N}$	$\psi_{re,N}$	$z [\text{mm}]$
0,0	1,000	0,0	1,000	1,000	1,000	71,4
$\psi_{M,N}$	k_1	$N_{Rk,c}^0 [\text{kN}]$	γ_{Mc}	$N_{Rd,c} [\text{kN}]$	$N_{Ed} [\text{kN}]$	
1,524	7,700	38,500	1,500	49,533	12,797	

Groupe ID cheville

1, 3

www.hilti.be

Société:		Page:	6
Adresse:		Prescripteur:	
Tel Fax:		E-mail:	
Design:	FILET PLAT - Ancrage dans la coursoive	Date:	30/05/2025
Sous projet Pos. N°:			

1.4 Cisaillement (EN 1992-4, § 7.2.2)

	Charge [kN]	Capacité [kN]	Utilisation β_v [%]	Statut
Rupture acier (sans bras de levier)*	4,388	18,560	24	OK
Rupture acier (avec bras de levier)*	NA	NA	NA	NA
Rupture par effet de levier**	17,500	74,139	24	OK
Rupture béton en bord de dalle en direction **	NA	NA	NA	NA

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

When the input edge distance is set to "infinity", edge breakout verification is not performed in that direction

1.4.1 Rupture acier (sans bras de levier)

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

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

$V_{Rk,s}^0$ [kN]	k_7	$V_{Rk,s}$ [kN]	γ_{Ms}	$V_{Rd,s}$ [kN]	V_{Ed} [kN]
23,200	1,000	23,200	1,250	18,560	4,388

www.hilti.be

Société:
 Adresse:
 Tel | Fax: |
 Design: FILET PLAT - Ancrage dans la coursoive
 Sous projet | Pos. N°:

Page: 7
 Prescripteur:
 E-mail:
 Date: 30/05/2025

1.4.2 Rupture par effet de levier (adhérence)

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

$A_{p,N} [\text{mm}^2]$	$A_{p,N}^0 [\text{mm}^2]$	$\tau_{Rk,ucr,20} [\text{N/mm}^2]$	$s_{cr,Np} [\text{mm}]$	$c_{cr,Np} [\text{mm}]$	$c_{min} [\text{mm}]$	$f_{c,cyl} [\text{N/mm}^2]$
144 400	90 000	18,00	300,0	150,0	∞	25,00
ψ_c	$\tau_{Rk,cr} [\text{N/mm}^2]$	k_3	$\tau_{Rk,c} [\text{N/mm}^2]$	k_8	$\psi_{g,Np}^0$	
1,023	9,61	7,700	12,25	2,000	1,305	
$\psi_{g,Np}$	$e_{c1,V} [\text{mm}]$	$\psi_{ec1,Np}$	$e_{c2,V} [\text{mm}]$	$\psi_{ec2,Np}$	$\psi_{s,Np}$	
1,148	0,0	1,000	0,0	1,000	1,000	
$\psi_{re,Np}$	ψ_{sus}^0	α_{sus}	ψ_{sus}			
1,000	0,800	0,000	1,000			
$N_{Rk,p}^0 [\text{kN}]$	$N_{Rk,p} [\text{kN}]$	$\gamma_{Mc,p}$	$V_{Rd,cp} [\text{kN}]$	$V_{Ed} [\text{kN}]$		
30,197	55,605	1,500	74,139	17,500		

Groupe ID cheville

1-4

www.hilti.be

Société:	Page: 8
Adresse:	Prescripteur:
Tel Fax:	E-mail:
Design:	Date: 30/05/2025
Sous projet Pos. N°:	

FILET PLAT - Ancrage dans la coursoive

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

Rupture acier

β_N	β_V	α	Utilisation $\beta_{N,V}$ [%]	Statut
0,207	0,235	2,000	10	OK

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

Rupture béton

β_N	β_V	α	Utilisation $\beta_{N,V}$ [%]	Statut
0,473	0,236	1,500	44	OK

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

1.6 Avertissements

- Les méthodes de calcul de chevilles de PROFIS Engineering nécessitent des platines rigides, conformément aux réglementations actuelles (ETAG 001/Annexe C, EOTA TR029, etc.). Cela signifie que 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. PROFIS Engineering calcule l'épaisseur minimale requise de la platine grâce au CBFEM pour limiter la contrainte de la platine, en se basant sur les hypothèses détaillées plus haut. PROFIS Engineering ne prend pas en charge la validation de l'hypothèse selon laquelle la platine est rigide. Les données d'entrée et les résultats doivent être vérifiés quant aux conditions existantes et leur plausibilité !
- The equations presented in this report are based on metric units. When inputs are displayed in imperial units, the user should be aware that the equations remain in their metric format.
- 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 2x avec de l'air comprimé (min. 6 bar), broser 2x, souffler 2x avec de l'air comprimé (min. 6 bar)).
- Les adhérences caractéristiques dépendent des températures à court et long terme.
- Un renforcement de bord n'est pas requis pour éviter le fendage
- Les méthodes de conception de chevilles de PROFIS Engineering nécessitent des platines rigides, conformément aux règlements actuels (AS 5216:2021, ETAG 001/Annexe C, TR029 de l'EOTA, etc.). Cela signifie que la platine doit être suffisamment rigide pour empêcher la redistribution de charge vers les chevilles due aux déplacements élastiques/plastiques. L'utilisateur accepte que la platine soit considérée comme proche de la rigidité par jugement technique. »
- Les adhérences caractéristiques dépendent de la période de retour (durée de vie en années): 50

1.7 Données de pose

Platine, acier: S 235; $E = 210\,000,00\text{ N/mm}^2$; $f_{yk} = 235,00\text{ N/mm}^2$

Profil: Barre plate, 75 x 5,0; (L x W x T) = 75,0 mm x 5,0 mm

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

Epaisseur de platine (entrée): 10,0 mm

Méthode de perçage: Perçage au perforateur

Nettoyage: Un nettoyage à air comprimé du trou est requis.

Type et diamètre de la cheville: HIT-HY 200-A V3 + HAS-U 8.8 M10

Code d'article: 2223833 HAS-U 8.8 M10x190 (accessoire de pose) / 2378171 HIT-HY 200-A V3 (Scellement chimique)

Insert item # alternative: 2390231 HAS 8.8 M10x190

Couple de pose maximum: 20 Nm

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

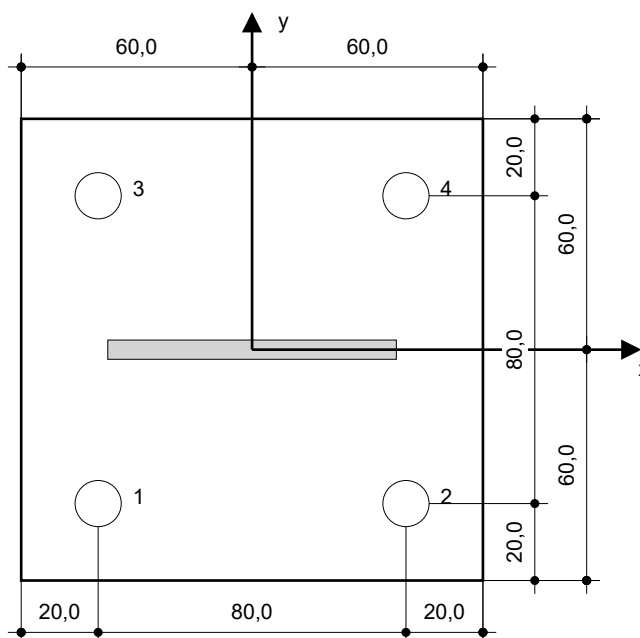
Profondeur du trou dans le matériau de base: 100,0 mm

Epaisseur minimum du matériau de base: 130,0 mm

Hilti HAS-U 8.8 or HAS tige filetée with HIT-HY 200-A V3 Résine with 100 mm embedment hef, M10, Acier électrozingué, Hammer drill bit installation per ETA 19/0601

1.7.1 Accessoires recommandés

Perçage	Nettoyage	Pose
<ul style="list-style-type: none"> Perçage en rotation uniquement préférable Mèche 	<ul style="list-style-type: none"> Nettoyage à air comprimé avec les accessoires adaptés depuis le fond du trou Ecouvillon du diamètre approprié 	<ul style="list-style-type: none"> Pince avec porte cartouche et buse Pour des profondeurs de trou importantes, l'utilisation d'embout d'injection est indispensable Clé dynamométrique



Coordonnées des chevilles [mm]

Cheville	x	y	c _{-x}	c _{+x}	c _{-y}	c _{+y}
1	-40,0	-40,0	-	-	-	-
2	40,0	-40,0	-	-	-	-
3	-40,0	40,0	-	-	-	-
4	40,0	40,0	-	-	-	-

2 Vérification de la rigidité de la platine

2.1 Données

Platine:	Forme: Rectangulaire $l_x \times l_y \times t = 120,0 \text{ mm} \times 120,0 \text{ mm} \times 10,0 \text{ mm}$ Calcul: Vérification de la rigidité de la platine Matériau: S 235; $F_y = 235,00 \text{ N/mm}^2$; $\epsilon_{lim} = 5,00\%$
Type et taille de la cheville:	HIT-HY 200-A V3 + HAS-U 8.8 M10, $h_{ef} = 100,0 \text{ mm}$
Résistance des chevilles:	La cheville est modélisée en considérant les valeurs de rigidité déterminées à partir des courbes de déplacement de charge testées par un laboratoire indépendant. Note : le remplacement simple de la cheville n'est pas possible puisque sa rigidité a un impact majeur sur les résultats de la distribution de charge.
Méthode de calcul:	Conception EN avec la méthode CBFEM
Montage avec écartement:	$e_b = 0,0 \text{ mm}$ (Sans écartement); $t = 10,0 \text{ mm}$
Profil:	75 x 5,0; (L x W x T x FT) = 75,0 mm x 5,0 mm x - x - Matériau: S 235; $F_y = 235,00 \text{ N/mm}^2$; $\epsilon_{lim} = 5,00\%$ Excentricité x : 0,0 mm Excentricité y : 0,0 mm
Matériau de base:	Béton fissuré; C25/30; $f_{c,cyl} = 25,00 \text{ N/mm}^2$; $h = 160,0 \text{ mm}$; $E = 31\,000,00 \text{ N/mm}^2$; $G = 12\,916,67 \text{ N/mm}^2$; $\nu = 0,20$
Soudures (profil - platine):	Type de redistribution : Plastique Matériau: S 235
Taille du maillage:	Nombre d'éléments sur le bord : 8 Taille minimale de l'élément: 10,0 mm Taille maximale de l'élément: 50,0 mm

2.2 Classification de la platine

Les résultats ci-dessous sont affichés pour les combinaisons de charge décisive: Combinaison 1

Force de traction de la cheville	Platine rigide équivalente (FEM)	Platine avec la méthode CBFEM
Cheville 1	5,813 kN	6,397 kN
Cheville 2	0,000 kN	0,000 kN
Cheville 3	5,814 kN	6,401 kN
Cheville 4	0,000 kN	0,000 kN

L'utilisateur a accepté de considérer la platine sélectionnée comme étant rigide, selon son propre jugement. Cela signifie que les réglementations relatives aux chevilles peuvent être appliquées.

www.hilti.be

Société:		Page:	11
Adresse:		Prescripteur:	
Tel Fax:		E-mail:	
Design:	FILET PLAT - Ancrage dans la coursive	Date:	30/05/2025
Sous projet Pos. N°:			

2.3 Avertissements

- En utilisant la fonctionnalité de calcul avec la méthode CBFEM de PROFIS Engineering, il se peut que vous vous trouviez hors des codes de conception applicables et que votre platine spécifiée n'ait pas un comportement de platine rigide. Veuillez valider les résultats avec un concepteur professionnel et/ou un ingénieur structure pour garantir la conformité avec les juridictions spécifiques et avec les exigences de votre projet.
- La cheville est modélisée en considérant les valeurs de rigidité déterminées à partir des courbes de déplacement de charge testées par un laboratoire indépendant. Note : le remplacement simple de la cheville n'est pas possible puisque sa rigidité a un impact majeur sur les résultats de la distribution de charge.



www.hilti.be

Société:		Page:	12
Adresse:		Prescripteur:	
Tel Fax:		E-mail:	
Design:	FILET PLAT - Ancrage dans la coursiue	Date:	30/05/2025
Sous projet Pos. N°:			

3 Résumé des résultats

	Combinaison de charges	Taux de travail max. connecteur	Status
Chevilles	Combinaison 1	48%	OK

La fixation remplit les critères de conception !

www.hilti.be

Société:		Page:	13
Adresse:		Prescripteur:	
Tel Fax:		E-mail:	
Design:	FILET PLAT - Ancrage dans la coursive	Date:	30/05/2025
Sous projet Pos. N°:			


4 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.

Commentaires du spécificateur:

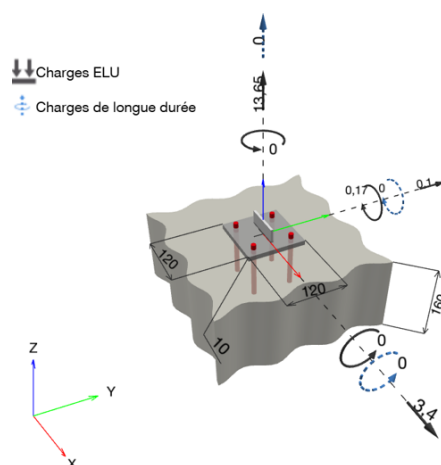
1 Calcul des chevilles

1.1 Données d'entrée

Type et diamètre de la cheville:	HIT-HY 200-A V3 + HAS-U 8.8 M10	
Période de retour (durée de vie en années):	50	
Code d'article:	2223833 HAS-U 8.8 M10x190 (accessoire de pose) / 2378171 HIT-HY 200-A V3 (Scellement chimique)	
Insert item # alternative:	2390231 HAS 8.8 M10x190	
Specification text:	Hilti HAS-U 8.8 or HAS tige filetée with HIT-HY 200-A V3 Résine with 100 mm embedment hef, M10, Acier électrozingué, Hammer drill bit installation per ETA 19/0601,	
Profondeur d'implantation effective:	$h_{ef,act} = 100,0 \text{ mm}$ ($h_{ef,limit} = - \text{ mm}$)	
Matériau:	8.8	
Homologation:	ETA 19/0601	
Délivré Validité:	29/01/2024 -	
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 ^{CBFEM} :	$l_x \times l_y \times t = 120,0 \text{ mm} \times 120,0 \text{ mm} \times 10,0 \text{ mm};$	
Profil:	Barre plate, 75 x 5,0; ($L \times W \times T$) = 75,0 mm x 5,0 mm	
Matériau de base:	Béton fissuré béton, C25/30, $f_{c,cyl} = 25,00 \text{ N/mm}^2$; $h = 160,0 \text{ mm}$, Temp. court/long: 40/24 °C, coefficient de sécurité du matériau partiel $\gamma_c = 1,500$	
Installation:	Hammer drilled hole, 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	

CBFEM - Le calcul de la cheville s'effectue à partir de la Méthode des éléments finis basée sur le composant (CBFEM)

Géométrie [mm] & Charges [kN, kNm]



www.hilti.be

Société:		Page:	2
Adresse:		Prescripteur:	
Tel Fax:		E-mail:	
Design:	FILET PLAT - Ancrage dans les voiles / rive de dalle	Date:	30/05/2025
Sous projet Pos. N°:			

1.1.1 Combinaison de charges

Cas	Description	Forces [kN] / Moment [kNm]	Sismique	Feu	Util. max. Cheville [%]
1	Combinaison 1	$N = 13,650; V_x = 3,400; V_y = 0,100;$ $M_x = 0,000; M_y = 0,170; M_z = 0,000;$ $N_{sus} = 0,000; M_{x,sus} = 0,000; M_{y,sus} = 0,000;$	non	non	50

1.2 Cas de charges/Charges résultantes sur les chevilles

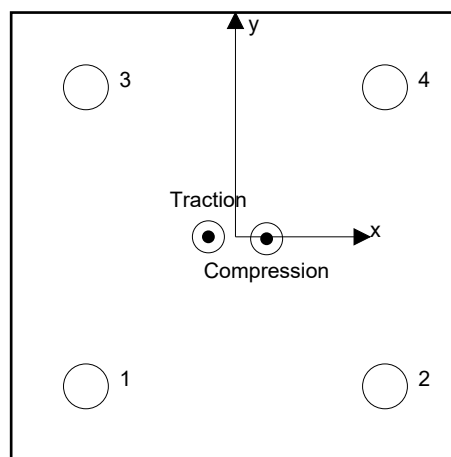
Réactions des chevilles [kN]

Traction: (+Traction, -Compression)

Cheville	Traction	Cisaillement	Cisaillement x	Cisaillement y
1	5,165	0,857	0,856	0,052
2	3,583	0,845	0,844	0,034
3	5,167	0,856	0,856	-0,002
4	3,582	0,845	0,844	0,016

Resulting tension force in (x/y)=(-7,2/0,0): 17,497 [kN]

Resulting compression force in (x/y)=(8,3/-0,5): 4,480 [kN]



Les forces sur les chevilles sont calculées à partir de la Méthode des éléments finis basée sur le composant (CBFEM)

www.hilti.be

Société:		Page:	3
Adresse:		Prescripteur:	
Tel Fax:		E-mail:	
Design:	FILET PLAT - Ancrage dans les voiles / rive de dalle	Date:	30/05/2025
Sous projet Pos. N°:			

1.3 Traction (EN 1992-4, § 7.2.1)

	Charge [kN]	Capacité [kN]	Utilisation β_N [%]	Statut
Rupture acier*	5,167	30,933	17	OK
Rupture combinée par extraction/glisement et cône de béton**	17,497	35,363	50	OK
Rupture par cône de béton**	17,497	39,285	45	OK
Rupture par fendage**	NA	NA	NA	NA

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

1.3.1 Rupture acier

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

$N_{Rk,s}$ [kN]	γ_{Ms}	$N_{Rd,s}$ [kN]	N_{Ed} [kN]
46,400	1,500	30,933	5,167

www.hilti.be

Société:	Page: 4
Adresse:	Prescripteur:
Tel Fax:	E-mail:
Design:	Date: 30/05/2025
Sous projet Pos. N°: FILET PLAT - Ancrage dans les voiles / rive de dalle	

1.3.2 Rupture combinée par extraction/glisement et cône de béton

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

$A_{p,N} [\text{mm}^2]$	$A_{p,N}^0 [\text{mm}^2]$	$\tau_{Rk,ucr,20} [\text{N/mm}^2]$	$s_{cr,Np} [\text{mm}]$	$c_{cr,Np} [\text{mm}]$	$c_{min} [\text{mm}]$	$f_{c,cyl} [\text{N/mm}^2]$
144 400	90 000	18,00	300,0	150,0	∞	25,00
ψ_c	$\tau_{Rk,cr} [\text{N/mm}^2]$	k_3	$\tau_{Rk,c} [\text{N/mm}^2]$	$\psi_{g,Np}^0$	$\psi_{g,Np}$	
1,023	9,61	7,700	12,25	1,305	1,148	
$e_{c1,N} [\text{mm}]$	$\psi_{ec1,Np}$	$e_{c2,N} [\text{mm}]$	$\psi_{ec2,Np}$	$\psi_{s,Np}$	$\psi_{re,Np}$	
7,2	0,954	0,0	1,000	1,000	1,000	
ψ_{sus}^0	α_{sus}	ψ_{sus}				
0,800	0,000	1,000				
$N_{Rk,p}^0 [\text{kN}]$	$N_{Rk,p} [\text{kN}]$	γ_{Mp}	$N_{Rd,p} [\text{kN}]$	$N_{Ed} [\text{kN}]$		
30,197	53,045	1,500	35,363	17,497		

Groupe ID cheville

1-4

www.hilti.be

Société:	Page: 5
Adresse:	Prescripteur:
Tel Fax:	E-mail:
Design:	Date: 30/05/2025
Sous projet Pos. N°: FILET PLAT - Ancrage dans les voiles / rive de dalle	

1.3.3 Rupture par cône de béton

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

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

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

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

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

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

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

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

$A_{c,N} [\text{mm}^2]$	$A_{c,N}^0 [\text{mm}^2]$	$c_{cr,N} [\text{mm}]$	$s_{cr,N} [\text{mm}]$	$f_{c,cyl} [\text{N/mm}^2]$		
144 400	90 000	150,0	300,0	25,00		
$e_{c1,N} [\text{mm}]$	$\psi_{ec1,N}$	$e_{c2,N} [\text{mm}]$	$\psi_{ec2,N}$	$\psi_{s,N}$	$\psi_{re,N}$	$z [\text{mm}]$
7,2	0,954	0,0	1,000	1,000	1,000	15,6
$\psi_{M,N}$	k_1	$N_{Rk,c}^0 [\text{kN}]$	γ_{Mc}	$N_{Rd,c} [\text{kN}]$	$N_{Ed} [\text{kN}]$	
1,000	7,700	38,500	1,500	39,285	17,497	

Groupe ID cheville

1-4

www.hilti.be

Société:	Page: 6
Adresse:	Prescripteur:
Tel Fax:	E-mail:
Design: FILET PLAT - Ancrage dans les voiles / rive de dalle	Date: 30/05/2025
Sous projet Pos. N°:	

1.4 Cisaillement (EN 1992-4, § 7.2.2)

	Charge [kN]	Capacité [kN]	Utilisation β_v [%]	Statut
Rupture acier (sans bras de levier)*	0,857	18,560	5	OK
Rupture acier (avec bras de levier)*	NA	NA	NA	NA
Rupture par effet de levier**	3,401	74,139	5	OK
Rupture béton en bord de dalle en direction **	NA	NA	NA	NA

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

When the input edge distance is set to "infinity", edge breakout verification is not performed in that direction

1.4.1 Rupture acier (sans bras de levier)

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

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

$V_{Rk,s}^0$ [kN]	k_7	$V_{Rk,s}$ [kN]	γ_{Ms}	$V_{Rd,s}$ [kN]	V_{Ed} [kN]
23,200	1,000	23,200	1,250	18,560	0,857

1.4.2 Rupture par effet de levier (adhérence)

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

$A_{p,N}$ [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]
144 400	90 000	18,00	300,0	150,0	∞	25,00
ψ_c	$\tau_{Rk,cr}$ [N/mm ²]	k_3	$\tau_{Rk,c}$ [N/mm ²]	k_8	$\psi_{g,Np}^0$	
1,023	9,61	7,700	12,25	2,000	1,305	
$\psi_{g,Np}$	$e_{c1,V}$ [mm]	$\psi_{ec1,Np}$	$e_{c2,V}$ [mm]	$\psi_{ec2,Np}$	$\psi_{s,Np}$	
1,148	0,0	1,000	0,0	1,000	1,000	
$\psi_{re,Np}$	ψ_{sus}^0	α_{sus}	ψ_{sus}			
1,000	0,800	0,000	1,000			
$N_{Rk,p}^0$ [kN]	$N_{Rk,p}$ [kN]	$\gamma_{Mc,p}$	$V_{Rd,cp}$ [kN]	V_{Ed} [kN]		
30,197	55,605	1,500	74,139	3,401		

Groupe ID cheville

1-4

www.hilti.be

Société:	Page: 8
Adresse:	Prescripteur:
Tel Fax:	E-mail:
Design:	Date: 30/05/2025
Sous projet Pos. N°: FILET PLAT - Ancrage dans les voiles / rive de dalle	

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

Rupture acier

β_N	β_V	α	Utilisation $\beta_{N,V}$ [%]	Statut
0,167	0,046	2,000	4	OK

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

Rupture béton

β_N	β_V	α	Utilisation $\beta_{N,V}$ [%]	Statut
0,495	0,046	1,500	36	OK

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

1.6 Avertissements

- Les méthodes de calcul de chevilles de PROFIS Engineering nécessitent des platines rigides, conformément aux réglementations actuelles (ETAG 001/Annexe C, EOTA TR029, etc.). Cela signifie que 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. PROFIS Engineering calcule l'épaisseur minimale requise de la platine grâce au CBFEM pour limiter la contrainte de la platine, en se basant sur les hypothèses détaillées plus haut. PROFIS Engineering ne prend pas en charge la validation de l'hypothèse selon laquelle la platine est rigide. Les données d'entrée et les résultats doivent être vérifiés quant aux conditions existantes et leur plausibilité !
- The equations presented in this report are based on metric units. When inputs are displayed in imperial units, the user should be aware that the equations remain in their metric format.
- 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 2x avec de l'air comprimé (min. 6 bar), broser 2x, souffler 2x avec de l'air comprimé (min. 6 bar)).
- Les adhérences caractéristiques dépendent des températures à court et long terme.
- Un renforcement de bord n'est pas requis pour éviter le fendage
- Les méthodes de conception de chevilles de PROFIS Engineering nécessitent des platines rigides, conformément aux règlements actuels (AS 5216:2021, ETAG 001/Annexe C, TR029 de l'EOTA, etc.). Cela signifie que la platine doit être suffisamment rigide pour empêcher la redistribution de charge vers les chevilles due aux déplacements élastiques/plastiques. L'utilisateur accepte que la platine soit considérée comme proche de la rigidité par jugement technique. »
- Les adhérences caractéristiques dépendent de la période de retour (durée de vie en années): 50

1.7 Données de pose

Platine, acier: S 235; $E = 210\,000,00\text{ N/mm}^2$; $f_{yk} = 235,00\text{ N/mm}^2$

Profil: Barre plate, 75 x 5,0; (L x W x T) = 75,0 mm x 5,0 mm

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

Epaisseur de platine (entrée): 10,0 mm

Méthode de perçage: Perçage au perforateur

Nettoyage: Un nettoyage à air comprimé du trou est requis.

Type et diamètre de la cheville: HIT-HY 200-A V3 + HAS-U 8.8 M10

Code d'article: 2223833 HAS-U 8.8 M10x190 (accessoire de pose) / 2378171 HIT-HY 200-A V3 (Scellement chimique)

Insert item # alternative: 2390231 HAS 8.8 M10x190

Couple de pose maximum: 20 Nm

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

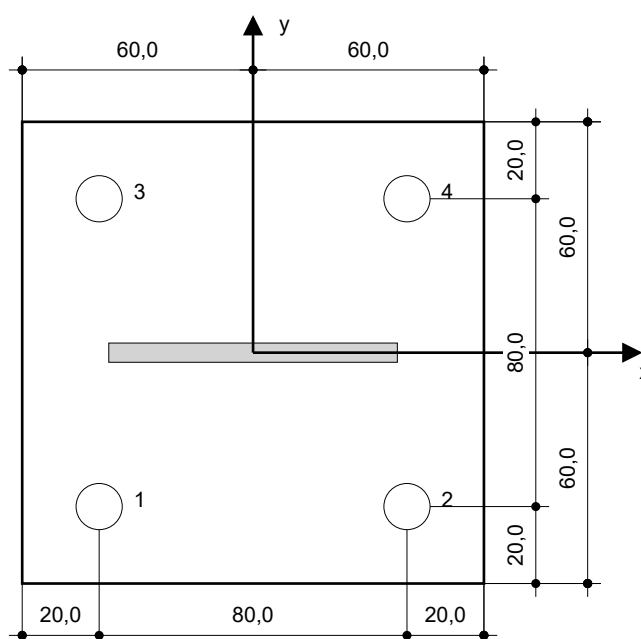
Profondeur du trou dans le matériau de base: 100,0 mm

Epaisseur minimum du matériau de base: 130,0 mm

Hilti HAS-U 8.8 or HAS tige filetée with HIT-HY 200-A V3 Résine with 100 mm embedment hef, M10, Acier électrozingué, Hammer drill bit installation per ETA 19/0601

1.7.1 Accessoires recommandés

Perçage	Nettoyage	Pose
<ul style="list-style-type: none"> Perçage en rotation uniquement préférable Mèche 	<ul style="list-style-type: none"> Nettoyage à air comprimé avec les accessoires adaptés depuis le fond du trou Ecouvillon du diamètre approprié 	<ul style="list-style-type: none"> Pince avec porte cartouche et buse Pour des profondeurs de trou importantes, l'utilisation d'embout d'injection est indispensable Clé dynamométrique



Coordonnées des chevilles [mm]

Cheville	x	y	c _{-x}	c _{+x}	c _{-y}	c _{+y}
1	-40,0	-40,0	-	-	-	-
2	40,0	-40,0	-	-	-	-
3	-40,0	40,0	-	-	-	-
4	40,0	40,0	-	-	-	-

2 Vérification de la rigidité de la platine

2.1 Données

Platine:	Forme: Rectangulaire $l_x \times l_y \times t = 120,0 \text{ mm} \times 120,0 \text{ mm} \times 10,0 \text{ mm}$ Calcul: Vérification de la rigidité de la platine Matériau: S 235; $F_y = 235,00 \text{ N/mm}^2$; $\epsilon_{lim} = 5,00\%$
Type et taille de la cheville:	HIT-HY 200-A V3 + HAS-U 8.8 M10, $h_{ef} = 100,0 \text{ mm}$
Résistance des chevilles:	La cheville est modélisée en considérant les valeurs de rigidité déterminées à partir des courbes de déplacement de charge testées par un laboratoire indépendant. Note : le remplacement simple de la cheville n'est pas possible puisque sa rigidité a un impact majeur sur les résultats de la distribution de charge.
Méthode de calcul:	Conception EN avec la méthode CBFEM
Montage avec écartement:	$e_b = 0,0 \text{ mm}$ (Sans écartement); $t = 10,0 \text{ mm}$
Profil:	75 x 5,0; (L x W x T x FT) = 75,0 mm x 5,0 mm x - x - Matériau: S 235; $F_y = 235,00 \text{ N/mm}^2$; $\epsilon_{lim} = 5,00\%$ Excentricité x : 0,0 mm Excentricité y : 0,0 mm
Matériau de base:	Béton fissuré; C25/30; $f_{c,cyl} = 25,00 \text{ N/mm}^2$; $h = 160,0 \text{ mm}$; $E = 31\,000,00 \text{ N/mm}^2$; $G = 12\,916,67 \text{ N/mm}^2$; $\nu = 0,20$
Soudures (profil - platine):	Type de redistribution : Plastique Matériau: S 235
Taille du maillage:	Nombre d'éléments sur le bord : 8 Taille minimale de l'élément: 10,0 mm Taille maximale de l'élément: 50,0 mm

2.2 Classification de la platine

Les résultats ci-dessous sont affichés pour les combinaisons de charge décisive: Combinaison 1

Force de traction de la cheville	Platine rigide équivalente (FEM)	Platine avec la méthode CBFEM
Cheville 1	4,400 kN	5,165 kN
Cheville 2	2,792 kN	3,583 kN
Cheville 3	4,400 kN	5,167 kN
Cheville 4	2,794 kN	3,582 kN

L'utilisateur a accepté de considérer la platine sélectionnée comme étant rigide, selon son propre jugement. Cela signifie que les réglementations relatives aux chevilles peuvent être appliquées.

www.hilti.be

Société:		Page:	11
Adresse:		Prescripteur:	
Tel Fax:		E-mail:	
Design:	FILET PLAT - Ancrage dans les voiles / rive de dalle	Date:	30/05/2025
Sous projet Pos. N°:			

2.3 Avertissements

- En utilisant la fonctionnalité de calcul avec la méthode CBFEM de PROFIS Engineering, il se peut que vous vous trouviez hors des codes de conception applicables et que votre platine spécifiée n'ait pas un comportement de platine rigide. Veuillez valider les résultats avec un concepteur professionnel et/ou un ingénieur structure pour garantir la conformité avec les juridictions spécifiques et avec les exigences de votre projet.
- La cheville est modélisée en considérant les valeurs de rigidité déterminées à partir des courbes de déplacement de charge testées par un laboratoire indépendant. Note : le remplacement simple de la cheville n'est pas possible puisque sa rigidité a un impact majeur sur les résultats de la distribution de charge.



www.hilti.be

Société:		Page:	12
Adresse:		Prescripteur:	
Tel Fax:		E-mail:	
Design:	FILET PLAT - Ancrage dans les voiles / rive de dalle	Date:	30/05/2025
Sous projet Pos. N°:			

3 Résumé des résultats

	Combinaison de charges	Taux de travail max. connecteur	Status
Chevilles	Combinaison 1	50%	OK

La fixation remplit les critères de conception !

www.hilti.be

Société:		Page:	13
Adresse:		Prescripteur:	
Tel Fax:		E-mail:	
Design:	FILET PLAT - Ancrage dans les voiles / rive de dalle	Date:	30/05/2025
Sous projet Pos. N°:			

4 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.

www.hilti.be


Société:
Adresse:
Tel | Fax: |
Design: 02 PYRAMIDE Fz
Sous projet | Pos. N°:

Page: 1
Prescripteur:
E-mail:
Date: 5/06/2025

Commentaires du spécificateur:

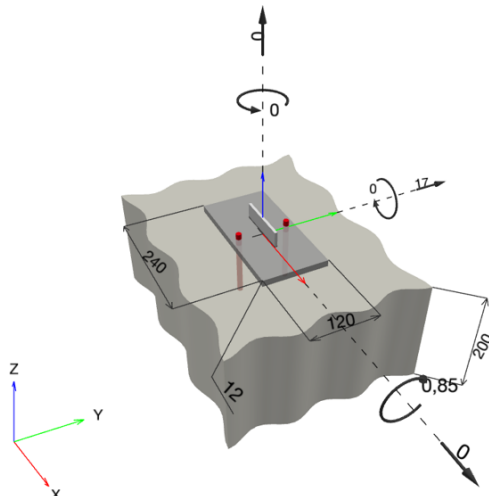
1 Calcul des chevilles

1.1 Données d'entrée

Type et diamètre de la cheville:	HIT-HY 200-A V3 + HIT-Z M10	
Période de retour (durée de vie en années):	50	
Code d'article:	2287621 HIT-Z M10x135 (accessoire de pose) / 2378171 HIT-HY 200-A V3 (Scellement chimique)	
Specification text:	Hilti SAFEset HIT-Z DIN EN ISO 4042 Cheville with HIT-HY 200-A V3 Résine with 100 mm embedment hef, M10, Acier électrozingué, Hammer drill bit installation per ETA 19/0632,	
Profondeur d'implantation effective:	$h_{ef,act} = 100,0 \text{ mm}$ ($h_{ef,limit} = - \text{ mm}$)	
Matériau:	DIN EN ISO 4042	
Homologation:	ETA 19/0632	
Délivré Validité:	26/09/2024 -	
Méthode de calcul:	SOFA basé sur EN 1992-4, mécanique	
Montage avec écartement:	$e_b = 0,0 \text{ mm}$ (sans écartement); $t = 12,0 \text{ mm}$	
Platine ^{CBFEM} :	$l_x \times l_y \times t = 240,0 \text{ mm} \times 120,0 \text{ mm} \times 12,0 \text{ mm};$	
Profil:	Barre plate, 100 x 5,0; ($L \times W \times T$) = 100,0 mm x 5,0 mm	
Matériau de base:	Béton fissuré béton, C25/30, $f_{c,cyl} = 25,00 \text{ N/mm}^2$; $h = 200,0 \text{ mm}$, Temp. court/long: 40/24 °C, coefficient de sécurité du matériau partiel $\gamma_c = 1,500$	
Installation:	Hammer drilled hole, 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	

^{CBFEM} - Le calcul de la cheville s'effectue à partir de la Méthode des éléments finis basée sur le composant (CBFEM)

Géométrie [mm] & Charges [kN, kNm]



www.hilti.be

Société:
Adresse:
Tel | Fax: |
Design: 02 PYRAMIDE Fz
Sous projet | Pos. N°:

Page: 2
Prescripteur:
E-mail:
Date: 5/06/2025

1.1.1 Combinaison de charges

Cas	Description	Forces [kN] / Moment [kNm]	Sismique	Feu	Util. max. Cheville [%]
1	Combinaison 1	$N = 0,000; V_x = 0,000; V_y = 17,000;$ $M_x = -0,850; M_y = 0,000; M_z = 0,000;$	non	non	57

1.2 Cas de charges/Charges résultantes sur les chevilles

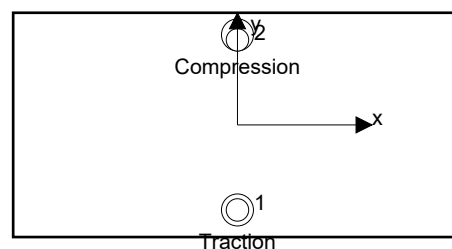
Réactions des chevilles [kN]

Traction: (+Traction, -Compression)

Cheville	Traction	Cisaillement	Cisaillement x	Cisaillement y
1	9,367	8,479	0,000	8,479
2	-0,002	8,521	0,000	8,521

Resulting tension force in (x/y)=(0,0/-45,5): 9,364 [kN]

Resulting compression force in (x/y)=(0,0/48,2): 9,881 [kN]



Les forces sur les chevilles sont calculées à partir de la Méthode des éléments finis basée sur le composant (CBFEM)

www.hilti.be

Société:	Page: 3
Adresse:	Prescripteur:
Tel Fax:	E-mail:
Design: 02 PYRAMIDE Fz	Date: 5/06/2025
Sous projet Pos. N°:	

1.3 Traction (EN 1992-4, § 7.2.1)

	Charge [kN]	Capacité [kN]	Utilisation β_N [%]	Statut
Rupture acier*	9,367	25,333	37	OK
Rupture par extraction/glisement*	9,367	26,667	36	OK
Rupture par cône de béton**	9,367	35,307	27	OK
Rupture par fendage**	NA	NA	NA	NA

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

1.3.1 Rupture acier

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

$N_{Rk,s}$ [kN]	γ_{Ms}	$N_{Rd,s}$ [kN]	N_{Ed} [kN]
38,000	1,500	25,333	9,367

1.3.2 Rupture par extraction/glisement

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

$N_{Rk,p}$ [kN]	ψ_c	γ_{Mp}	$N_{Rd,p}$ [kN]	N_{Ed} [kN]
40,000	1,000	1,500	26,667	9,367

www.hilti.be

Société:
Adresse:
Tel | Fax: |
Design: 02 PYRAMIDE Fz
Sous projet | Pos. N°:

Page: 4
Prescripteur:
E-mail:
Date: 5/06/2025

1.3.3 Rupture par cône de béton

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

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

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

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

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

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

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

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

$A_{c,N} [\text{mm}^2]$	$A_{c,N}^0 [\text{mm}^2]$	$c_{cr,N} [\text{mm}]$	$s_{cr,N} [\text{mm}]$	$f_{c,cyl} [\text{N/mm}^2]$		
90 000	90 000	150,0	300,0	25,00		
$e_{c1,N} [\text{mm}]$	$\psi_{ec1,N}$	$e_{c2,N} [\text{mm}]$	$\psi_{ec2,N}$	$\psi_{s,N}$	$\psi_{re,N}$	$z [\text{mm}]$
0,0	1,000	0,0	1,000	1,000	1,000	93,7
$\psi_{M,N}$	k_1	$N_{Rk,c}^0 [\text{kN}]$	γ_{Mc}	$N_{Rd,c} [\text{kN}]$	$N_{Ed} [\text{kN}]$	
1,376	7,700	38,500	1,500	35,307	9,367	

Groupe ID cheville

1

www.hilti.be

Société:		Page:	5
Adresse:		Prescripteur:	
Tel Fax:		E-mail:	
Design:	02 PYRAMIDE Fz	Date:	5/06/2025
Sous projet Pos. N°:			

1.4 Cisaillement (EN 1992-4, § 7.2.2)

	Charge [kN]	Capacité [kN]	Utilisation β_v [%]	Statut
Rupture acier (sans bras de levier)*	8,521	15,200	57	OK
Rupture acier (avec bras de levier)*	NA	NA	NA	NA
Rupture par effet de levier**	17,000	82,627	21	OK
Rupture béton en bord de dalle en direction **	NA	NA	NA	NA

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

When the input edge distance is set to "infinity", edge breakout verification is not performed in that direction

1.4.1 Rupture acier (sans bras de levier)

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

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

$V_{Rk,s}^0$ [kN]	k_7	$V_{Rk,s}$ [kN]	γ_{Ms}	$V_{Rd,s}$ [kN]	V_{Ed} [kN]
19,000	1,000	19,000	1,250	15,200	8,521

1.4.2 Rupture par effet de levier

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

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

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

$$N_{Rk,c}^0 = k_1 \cdot \sqrt{f_{ck}} \cdot h_{ef}^{1.5} \quad \text{EN 1992-4, Éq. (7.2)}$$

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

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

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

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

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

$A_{c,N}$ [mm ²]	$A_{c,N}^0$ [mm ²]	$c_{cr,N}$ [mm]	$s_{cr,N}$ [mm]	k_8	$f_{c,cyl}$ [N/mm ²]	
117 300	90 000	150,0	300,0	2,470	25,00	
$e_{c1,V}$ [mm]	$\psi_{ec1,N}$	$e_{c2,V}$ [mm]	$\psi_{ec2,N}$	$\psi_{s,N}$	$\psi_{re,N}$	$\psi_{M,N}$
0,0	1,000	0,0	1,000	1,000	1,000	1,000
k_1	$N_{Rk,c}^0$ [kN]	$\gamma_{Mc,p}$	$V_{Rd,cp}$ [kN]	V_{Ed} [kN]		
7,700	38,500	1.500	82,627	17,000		

Groupe ID cheville

1, 2

www.hilti.be

Société:	Page: 6
Adresse:	Prescripteur:
Tel Fax:	E-mail:
Design:	Date: 5/06/2025
Sous projet Pos. N°: 02 PYRAMIDE Fz	

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

Rupture acier

β_N	β_V	α	Utilisation $\beta_{N,V}$ [%]	Statut
0,370	0,558	2,000	45	OK

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

Rupture béton

β_N	β_V	α	Utilisation $\beta_{N,V}$ [%]	Statut
0,351	0,206	1,500	31	OK

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

1.6 Avertissements

- Les méthodes de calcul de chevilles de PROFIS Engineering nécessitent des platines rigides, conformément aux réglementations actuelles (ETAG 001/Annexe C, EOTA TR029, etc.). Cela signifie que 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. PROFIS Engineering calcule l'épaisseur minimale requise de la platine grâce au CBFEM pour limiter la contrainte de la platine, en se basant sur les hypothèses détaillées plus haut. PROFIS Engineering ne prend pas en charge la validation de l'hypothèse selon laquelle la platine est rigide. Les données d'entrée et les résultats doivent être vérifiés quant aux conditions existantes et leur plausibilité !
- The equations presented in this report are based on metric units. When inputs are displayed in imperial units, the user should be aware that the equations remain in their metric format.
- La vérification du transfert de charges dans le support est nécessaire selon EN 1992-4, Annexe A !
- Attention! Dans le cas de forces de compression sur les chevilles, une vérification du flambage et du transfert correct des charges avec le matériau support doit être effectuée séparément.
- Le calcul n'est valide que si le diamètre du trou de passage n'est pas supérieur aux valeurs données dans le tableau 6.1 de EN 1992-4 ! Pour des diamètres de trou de passage plus importants, voir le §6.2.2 de EN 1992-4 !
- La liste d'accessoires donnée dans cette note de calcul est pour information uniquement. Dans tous les cas, les instructions de pose fournies avec le produit doivent être respectées pour assurer une installation correcte.
- Pour la détermination de $\psi_{re,V}$ (rupture béton en bord de dalle), l'enrobage minimal défini dans les paramètres de calcul est utilisé comme enrobage de béton du renforcement de bord.
- Les méthodes de conception de chevilles de PROFIS Engineering nécessitent des platines rigides, conformément aux règlements actuels (AS 5216:2021, ETAG 001/Annexe C, TR029 de l'EOTA, etc.). Cela signifie que la platine doit être suffisamment rigide pour empêcher la redistribution de charge vers les chevilles due aux déplacements élastiques/plastiques. L'utilisateur accepte que la platine soit considérée comme proche de la rigidité par jugement technique. »
- Les adhérences caractéristiques dépendent de la période de retour (durée de vie en années): 50

www.hilti.be

Société:
Adresse:
Tel | Fax: |
Design: 02 PYRAMIDE Fz
Sous projet | Pos. N°:

Page: 7
Prescripteur:
E-mail:
Date: 5/06/2025

1.7 Données de pose

Platine, acier: S 235; $E = 210\,000,00\text{ N/mm}^2$; $f_{yk} = 235,00\text{ N/mm}^2$

Profil: Barre plate, 100 x 5,0; (L x W x T) = 100,0 mm x 5,0 mm

Diamètre du trou de passage (pose avant la pièce à fixer) : $d_f = 12,0\text{ mm}$

Diamètre du trou de passage (pose au travers) : $d_f = 14,0\text{ mm}$

Épaisseur de platine (entrée): 12,0 mm

Méthode de perçage: Perçage au perforateur

Nettoyage: Aucun nettoyage de trou requis.

Type et diamètre de la cheville: HIT-HY 200-A V3 + HIT-Z M10

Code d'article: 2287621 HIT-Z M10x135 (accessoire de pose) / 2378171 HIT-HY 200-A V3 (Scellement chimique)

Couple de pose maximum: 25 Nm

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

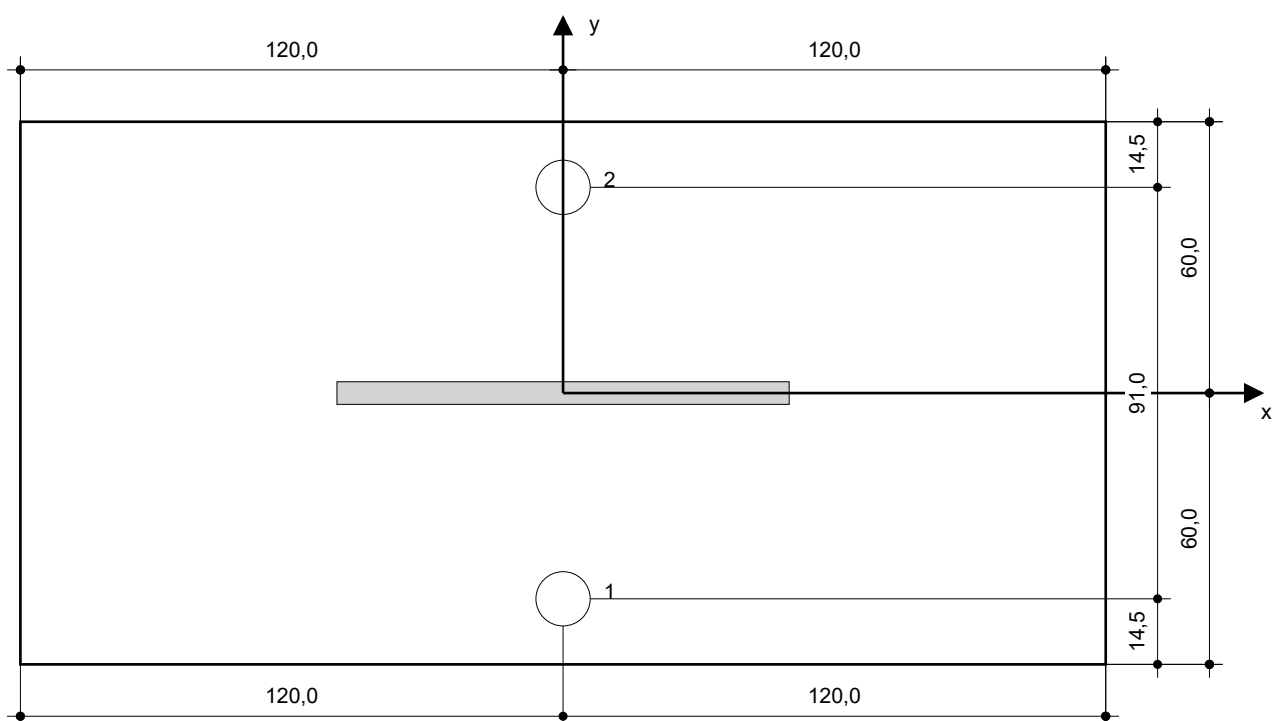
Profondeur du trou dans le matériau de base: 130,0 mm

Épaisseur minimum du matériau de base: 160,0 mm

Hilti SAFEset HIT-Z DIN EN ISO 4042 Cheville with HIT-HY 200-A V3 Résine with 100 mm embedment hef, M10, Acier électrozingué, Hammer drill bit installation per ETA 19/0632

1.7.1 Accessoires recommandés

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



Coordonnées des chevilles [mm]

Cheville	x	y	c _{-x}	c _{+x}	c _{-y}	c _{+y}
1	0,0	-45,5	-	-	-	-
2	0,0	45,5	-	-	-	-

www.hilti.be

Société:		Page:	8
Adresse:		Prescripteur:	
Tel I Fax:		E-mail:	
Design:	02 PYRAMIDE Fz	Date:	5/06/2025
Sous projet I Pos. N°:			

2 Vérification de la rigidité de la platine

2.1 Données

Platine:	Forme: Rectangulaire $l_x \times l_y \times t = 240,0 \text{ mm} \times 120,0 \text{ mm} \times 12,0 \text{ mm}$ Calcul: Vérification de la rigidité de la platine Matériau: S 235; $F_y = 235,00 \text{ N/mm}^2$; $\epsilon_{lim} = 5,00\%$
Type et taille de la cheville:	HIT-HY 200-A V3 + HIT-Z M10, $h_{ef} = 100,0 \text{ mm}$
Résistance des chevilles:	La cheville est modélisée en considérant les valeurs de rigidité déterminées à partir des courbes de déplacement de charge testées par un laboratoire indépendant. Note : le remplacement simple de la cheville n'est pas possible puisque sa rigidité a un impact majeur sur les résultats de la distribution de charge.
Méthode de calcul:	Conception EN avec la méthode CBFEM
Montage avec écartement:	$e_b = 0,0 \text{ mm}$ (Sans écartement); $t = 12,0 \text{ mm}$
Profil:	100 x 5,0; (L x W x T x FT) = 100,0 mm x 5,0 mm x - x - Matériau: S 235; $F_y = 235,00 \text{ N/mm}^2$; $\epsilon_{lim} = 5,00\%$ Excentricité x : 0,0 mm Excentricité y : 0,0 mm
Matériau de base:	Béton fissuré; C25/30; $f_{c,cyl} = 25,00 \text{ N/mm}^2$; $h = 200,0 \text{ mm}$; $E = 31\,000,00 \text{ N/mm}^2$; $G = 12\,916,67 \text{ N/mm}^2$; $\nu = 0,20$
Soudures (profil - platine):	Type de redistribution : Plastique Matériau: S 235
Taille du maillage:	Nombre d'éléments sur le bord : 8 Taille minimale de l'élément: 10,0 mm Taille maximale de l'élément: 50,0 mm

2.2 Classification de la platine

Les résultats ci-dessous sont affichés pour les combinaisons de charge décisive: Combinaison 1

Force de traction de la cheville	Platine rigide équivalente (FEM)	Platine avec la méthode CBFEM
Cheville 1	8,862 kN	9,367 kN
Cheville 2	0,000 kN	-0,002 kN

L'utilisateur a accepté de considérer la platine sélectionnée comme étant rigide, selon son propre jugement. Cela signifie que les réglementations relatives aux chevilles peuvent être appliquées.



www.hilti.be

Société:		Page:	9
Adresse:		Prescripteur:	
Tel Fax:		E-mail:	
Design:	02 PYRAMIDE Fz	Date:	5/06/2025
Sous projet Pos. N°:			

2.3 Avertissements

- En utilisant la fonctionnalité de calcul avec la méthode CBFEM de PROFIS Engineering, il se peut que vous vous trouviez hors des codes de conception applicables et que votre platine spécifiée n'ait pas un comportement de platine rigide. Veuillez valider les résultats avec un concepteur professionnel et/ou un ingénieur structure pour garantir la conformité avec les juridictions spécifiques et avec les exigences de votre projet.
- La cheville est modélisée en considérant les valeurs de rigidité déterminées à partir des courbes de déplacement de charge testées par un laboratoire indépendant. Note : le remplacement simple de la cheville n'est pas possible puisque sa rigidité a un impact majeur sur les résultats de la distribution de charge.



www.hilti.be

Société:		Page:	10
Adresse:		Prescripteur:	
Tel Fax:		E-mail:	
Design:	02 PYRAMIDE Fz	Date:	5/06/2025
Sous projet Pos. N°:			

3 Résumé des résultats

	Combinaison de charges	Taux de travail max. connecteur	Status
Chevilles	Combinaison 1	57%	OK

La fixation remplit les critères de conception !

www.hilti.be

Société:
Adresse:
Tel | Fax: |
Design: 02 PYRAMIDE Fz
Sous projet | Pos. N°:

Page: 11
Prescripteur:
E-mail:
Date: 5/06/2025


4 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.

Commentaires du spécificateur:

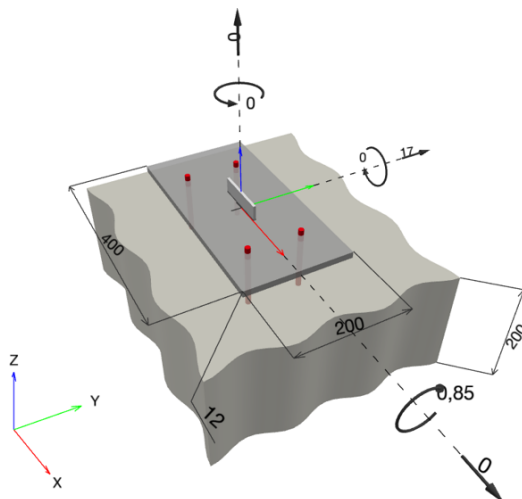
1 Calcul des chevilles

1.1 Données d'entrée

Type et diamètre de la cheville:	HIT-HY 200-A V3 + HIT-Z M10	
Période de retour (durée de vie en années):	50	
Code d'article:	2287621 HIT-Z M10x135 (accessoire de pose) / 2378171 HIT-HY 200-A V3 (Scellement chimique)	
Specification text:	Hilti SAFEset HIT-Z DIN EN ISO 4042 Cheville with HIT-HY 200-A V3 Résine with 100 mm embedment hef, M10, Acier électrozingué, Hammer drill bit installation per ETA 19/0632,	
Profondeur d'implantation effective:	$h_{ef,act} = 100,0 \text{ mm}$ ($h_{ef,limit} = - \text{ mm}$)	
Matériau:	DIN EN ISO 4042	
Homologation:	ETA 19/0632	
Délivré Validité:	26/09/2024 -	
Méthode de calcul:	SOFA basé sur EN 1992-4, mécanique	
Montage avec écartement:	$e_b = 0,0 \text{ mm}$ (sans écartement); $t = 12,0 \text{ mm}$	
Platine ^{CBFEM} :	$l_x \times l_y \times t = 400,0 \text{ mm} \times 200,0 \text{ mm} \times 12,0 \text{ mm};$	
Profil:	Barre plate, $100 \times 5,0$; $(L \times W \times T) = 100,0 \text{ mm} \times 5,0 \text{ mm}$	
Matériau de base:	Béton fissuré béton, C25/30, $f_{c,cyl} = 25,00 \text{ N/mm}^2$; $h = 200,0 \text{ mm}$, Temp. court/long: 40/24 °C, coefficient de sécurité du matériau partiel $\gamma_c = 1,500$	
Installation:	Hammer drilled hole, 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	

^{CBFEM} - Le calcul de la cheville s'effectue à partir de la Méthode des éléments finis basée sur le composant (CBFEM)

Géométrie [mm] & Charges [kN, kNm]



www.hilti.be

Société:		Page:	2
Adresse:		Prescripteur:	
Tel Fax:		E-mail:	
Design:	02 PYRAMIDE Fz bis	Date:	5/06/2025
Sous projet Pos. N°:			

1.1.1 Combinaison de charges

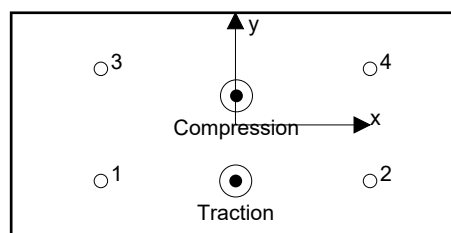
Cas	Description	Forces [kN] / Moment [kNm]	Sismique	Feu	Util. max. Cheville [%]
1	Combinaison 1	N = 0,000; $V_x = 0,000$; $V_y = 17,000$; $M_x = -0,850$; $M_y = 0,000$; $M_z = 0,000$;	non	non	49

1.2 Cas de charges/Charges résultantes sur les chevilles

Réactions des chevilles [kN]

Traction: (+Traction, -Compression)

Cheville	Traction	Cisaillement	Cisaillement x	Cisaillement y
1	5,233	4,246	0,046	4,246
2	5,253	4,246	-0,045	4,246
3	0,000	4,254	-0,037	4,254
4	0,000	4,254	0,036	4,254



Resulting tension force in (x/y)=(0,2/-50,0): 10,487 [kN]

Resulting compression force in (x/y)=(0,9/25,9): 11,568 [kN]

Les forces sur les chevilles sont calculées à partir de la Méthode des éléments finis basée sur le composant (CBFEM)

www.hilti.be

Société:		Page:	3
Adresse:		Prescripteur:	
Tel Fax:		E-mail:	
Design:	02 PYRAMIDE Fz bis	Date:	5/06/2025
Sous projet Pos. N°:			

1.3 Traction (EN 1992-4, § 7.2.1)

	Charge [kN]	Capacité [kN]	Utilisation β_N [%]	Statut
Rupture acier*	5,253	25,333	21	OK
Rupture par extraction/glisement*	5,253	26,667	20	OK
Rupture par cône de béton**	10,487	34,528	31	OK
Rupture par fendage**	10,487	29,543	36	OK

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

1.3.1 Rupture acier

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

$N_{Rk,s}$ [kN]	γ_{Ms}	$N_{Rd,s}$ [kN]	N_{Ed} [kN]
38,000	1,500	25,333	5,253

1.3.2 Rupture par extraction/glisement

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

$N_{Rk,p}$ [kN]	ψ_c	γ_{Mp}	$N_{Rd,p}$ [kN]	N_{Ed} [kN]
40,000	1,000	1,500	26,667	5,253

1.3.3 Rupture par cône de béton

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

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

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

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

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

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

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

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

$A_{c,N}$ [mm ²]	$A_{c,N}^0$ [mm ²]	$c_{cr,N}$ [mm]	$s_{cr,N}$ [mm]	$f_{c,cyl}$ [N/mm ²]		
141 000	90 000	150,0	300,0	25,00		
$e_{c1,N}$ [mm]	$\psi_{ec1,N}$	$e_{c2,N}$ [mm]	$\psi_{ec2,N}$	$\psi_{s,N}$	$\psi_{re,N}$	z [mm]
0,2	0,998	0,0	1,000	0,860	1,000	75,9
$\psi_{M,N}$	k_1	$N_{Rk,c}^0$ [kN]	γ_{Mc}	$N_{Rd,c}$ [kN]	N_{Ed} [kN]	
1,000	7,700	38,500	1,500	34,528	10,487	

Groupe ID cheville

1, 2

www.hilti.be

Société:
Adresse:
Tel | Fax: |
Design: 02 PYRAMIDE Fz bis
Sous projet | Pos. N°:

Page: 4
Prescripteur:
E-mail:
Date: 5/06/2025

1.3.4 Rupture par fendage

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

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

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

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

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

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

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

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

$A_{c,N} [\text{mm}^2]$	$A_{c,N}^0 [\text{mm}^2]$	$c_{cr,sp} [\text{mm}]$	$s_{cr,sp} [\text{mm}]$	$h_{min} [\text{mm}]$	$\psi_{h,sp}$	$f_{c,cyl} [\text{N/mm}^2]$
237 600	193 600	220,0	440,0	160,0	1,160	25,00
$e_{c1,N} [\text{mm}]$	$\psi_{ec1,N}$	$e_{c2,N} [\text{mm}]$	$\psi_{ec2,N}$	$\psi_{s,N}$	$\psi_{re,N}$	k_1
0,2	0,999	0,0	1,000	0,809	1,000	7,700
$N_{Rk,sp}^0 [\text{kN}]$	γ_{Msp}	$N_{Rd,sp} [\text{kN}]$	$N_{Ed} [\text{kN}]$			
38,500	1,500	29,543	10,487			

Groupe ID cheville

1, 2

www.hilti.be

Société:	Page: 5
Adresse:	Prescripteur:
Tel Fax:	E-mail:
Design: 02 PYRAMIDE Fz bis	Date: 5/06/2025
Sous projet Pos. N°:	

1.4 Cisaillement (EN 1992-4, § 7.2.2)

	Charge [kN]	Capacité [kN]	Utilisation β_v [%]	Statut
Rupture acier (sans bras de levier)*	4,254	15,200	28	OK
Rupture acier (avec bras de levier)*	NA	NA	NA	NA
Rupture par effet de levier**	17,000	113,889	15	OK
Rupture béton en bord de dalle en direction x-**	8,500	20,126	43	OK

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

When the input edge distance is set to "infinity", edge breakout verification is not performed in that direction

1.4.1 Rupture acier (sans bras de levier)

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

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

$V_{Rk,s}^0$ [kN]	k_7	$V_{Rk,s}$ [kN]	γ_{Ms}	$V_{Rd,s}$ [kN]	V_{Ed} [kN]
19,000	1,000	19,000	1,250	15,200	4,254

1.4.2 Rupture par effet de levier

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

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

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

$$N_{Rk,c}^0 = k_1 \cdot \sqrt{f_{ck}} \cdot h_{ef}^{1.5} \quad \text{EN 1992-4, Éq. (7.2)}$$

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

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

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

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

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

$A_{c,N}$ [mm ²]	$A_{c,N}^0$ [mm ²]	$c_{cr,N}$ [mm]	$s_{cr,N}$ [mm]	k_8	$f_{c,cyl}$ [N/mm ²]	
188 000	90 000	150,0	300,0	2,470	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	0,860	1,000	1,000
k_1	$N_{Rk,C}^0$ [kN]	$\gamma_{Mc,p}$	$V_{Rd,cp}$ [kN]	V_{Ed} [kN]		
7.700	38.500	1.500	113.889	17.000		

Groupe ID cheville

1-4

www.hilti.be

Société:

Adresse:

Tel | Fax:

Design:

Sous projet | Pos. N°:

02 PYRAMIDE Fz bis

Page:

Prescripteur:

E-mail:

Date:

6

5/06/2025

1.4.3 Rupture béton en bord de dalle en direction x-

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

l_f [mm]	d_{nom} [mm]	k_9	α	β	$f_{c,cyl}$ [N/mm ²]	c_1 [mm]
100,0	10,00	1,700	0,112	0,066	25,00	80,0
$A_{c,V}$ [mm ²]	$A_{c,V}^0$ [mm ²]	$\psi_{s,V}$	$\psi_{h,V}$	$e_{c,V}$ [mm]	$\psi_{ec,V}$	
40 800	28 800	1,000	1,000	0,1	1,000	
α_V [°]	$\psi_{\alpha,V}$	$\psi_{re,V}$				
89,45	2,000	1,000				
$V_{Rk,c}^0$ [kN]	k_T	γ_{Mc}	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Ed} [kN]		
10,661	1,0	1,500	20,126	8,500		

Groupe ID cheville

1, 3

When the input edge distance is set to "infinity", edge breakout verification is not performed in that direction

www.hilti.be

Société:	Page: 7
Adresse:	Prescripteur:
Tel I Fax:	E-mail:
Design: 02 PYRAMIDE Fz bis	Date: 5/06/2025
Sous projet I Pos. N°:	

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

Rupture acier

β_N	β_V	α	Utilisation $\beta_{N,V}$ [%]	Statut
0,207	0,279	2,000	13	OK

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

Rupture béton

β_N	β_V	α	Utilisation $\beta_{N,V}$ [%]	Statut
0,355	0,422	1,500	49	OK

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

1.6 Avertissements

- Les méthodes de calcul de chevilles de PROFIS Engineering nécessitent des platines rigides, conformément aux réglementations actuelles (ETAG 001/Annexe C, EOTA TR029, etc.). Cela signifie que 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 est mise en charge. PROFIS Engineering calcule l'épaisseur minimale requise de la platine grâce au CBFEM pour limiter la contrainte de la platine, en se basant sur les hypothèses détaillées plus haut. PROFIS Engineering ne prend pas en charge la validation de l'hypothèse selon laquelle la platine est rigide. Les données d'entrée et les résultats doivent être vérifiés quant aux conditions existantes et leur plausibilité !
- The equations presented in this report are based on metric units. When inputs are displayed in imperial units, the user should be aware that the equations remain in their metric format.
- La vérification du transfert de charges dans le support est nécessaire selon EN 1992-4, Annexe A !
- Le calcul n'est valide que si le diamètre du trou de passage n'est pas supérieur aux valeurs données dans le tableau 6.1 de EN 1992-4 ! Pour des diamètres de trou de passage plus importants, voir le §6.2.2 de EN 1992-4 !
- La liste d'accessoires donnée dans cette note de calcul est pour information uniquement. Dans tous les cas, les instructions de pose fournies avec le produit doivent être respectées pour assurer une installation correcte.
- Pour la détermination de $\psi_{re,V}$ (rupture béton en bord de dalle), l'enrobage minimal défini dans les paramètres de calcul est utilisé comme enrobage de béton du renforcement de bord.
- Les méthodes de conception de chevilles de PROFIS Engineering nécessitent des platines rigides, conformément aux règlements actuels (AS 5216:2021, ETAG 001/Annexe C, TR029 de l'EOTA, etc.). Cela signifie que la platine doit être suffisamment rigide pour empêcher la redistribution de charge vers les chevilles due aux déplacements élastiques/plastiques. L'utilisateur accepte que la platine soit considérée comme proche de la rigidité par jugement technique. »
- Les adhérences caractéristiques dépendent de la période de retour (durée de vie en années): 50

1.7 Données de pose

Platine, acier: S 235; $E = 210\,000,00\text{ N/mm}^2$; $f_{yk} = 235,00\text{ N/mm}^2$

Profil: Barre plate, 100 x 5,0; (L x W x T) = 100,0 mm x 5,0 mm

Diamètre du trou de passage (pose avant la pièce à fixer) : $d_f = 12,0\text{ mm}$

Diamètre du trou de passage (pose au travers) : $d_f = 14,0\text{ mm}$

Épaisseur de platine (entrée): 12,0 mm

Méthode de perçage: Perçage au perforateur

Nettoyage: Aucun nettoyage de trou requis.

Type et diamètre de la cheville: HIT-HY 200-A V3 + HIT-Z M10

Code d'article: 2287621 HIT-Z M10x135 (accessoire de pose) / 2378171 HIT-HY 200-A V3 (Scellement chimique)

Couple de pose maximum: 25 Nm

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

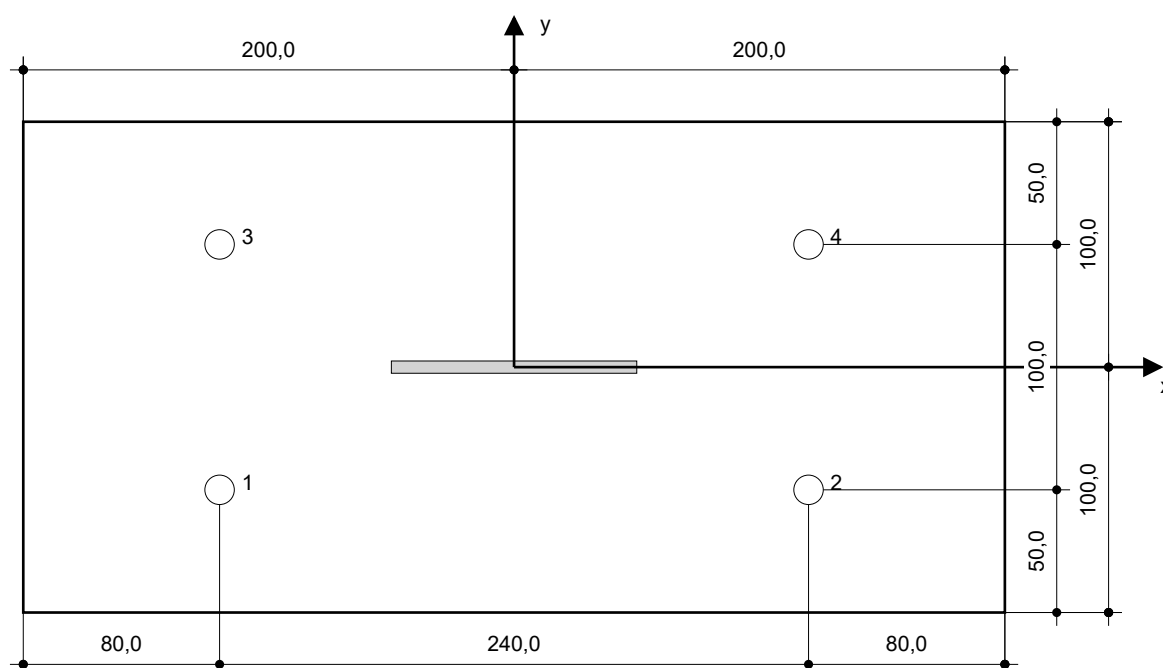
Profondeur du trou dans le matériau de base: 130,0 mm

Épaisseur minimum du matériau de base: 160,0 mm

Hilti SAFEset HIT-Z DIN EN ISO 4042 Cheville with HIT-HY 200-A V3 Résine with 100 mm embedment hef, M10, Acier électrozingué, Hammer drill bit installation per ETA 19/0632

1.7.1 Accessoires recommandés

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



Coordonnées des chevilles [mm]

Cheville	x	y	c _{-x}	c _{+x}	c _{-y}	c _{+y}
1	-120,0	-50,0	80,0	-	-	-
2	120,0	-50,0	320,0	-	-	-
3	-120,0	50,0	80,0	-	-	-
4	120,0	50,0	320,0	-	-	-

2 Vérification de la rigidité de la platine

2.1 Données

Platine:	Forme: Rectangulaire $I_x \times I_y \times t = 400,0 \text{ mm} \times 200,0 \text{ mm} \times 12,0 \text{ mm}$ Calcul: Vérification de la rigidité de la platine Matériau: S 235; $F_y = 235,00 \text{ N/mm}^2$; $\epsilon_{lim} = 5,00\%$
Type et taille de la cheville:	HIT-HY 200-A V3 + HIT-Z M10, $h_{ef} = 100,0 \text{ mm}$
Résistance des chevilles:	La cheville est modélisée en considérant les valeurs de rigidité déterminées à partir des courbes de déplacement de charge testées par un laboratoire indépendant. Note : le remplacement simple de la cheville n'est pas possible puisque sa rigidité a un impact majeur sur les résultats de la distribution de charge.
Méthode de calcul:	Conception EN avec la méthode CBFEM
Montage avec écartement:	$e_b = 0,0 \text{ mm}$ (Sans écartement); $t = 12,0 \text{ mm}$
Profil:	$100 \times 5,0$; $(L \times W \times T \times FT) = 100,0 \text{ mm} \times 5,0 \text{ mm} \times x - x -$ Matériau: S 235; $F_y = 235,00 \text{ N/mm}^2$; $\epsilon_{lim} = 5,00\%$ Excentricité x : 0,0 mm Excentricité y : 0,0 mm
Matériau de base:	Béton fissuré; C25/30; $f_{c,cyl} = 25,00 \text{ N/mm}^2$; $h = 200,0 \text{ mm}$; $E = 31\,000,00 \text{ N/mm}^2$; $G = 12\,916,67 \text{ N/mm}^2$; $\nu = 0,20$
Soudures (profil - platine):	Type de redistribution : Plastique Matériau: S 235
Taille du maillage:	Nombre d'éléments sur le bord : 8 Taille minimale de l'élément: 10,0 mm Taille maximale de l'élément: 50,0 mm

2.2 Classification de la platine

Les résultats ci-dessous sont affichés pour les combinaisons de charge décisive: Combinaison 1

Force de traction de la cheville	Platine rigide équivalente (FEM)	Platine avec la méthode CBFEM
Cheville 1	3,766 kN	5,233 kN
Cheville 2	3,766 kN	5,253 kN
Cheville 3	0,000 kN	0,000 kN
Cheville 4	0,000 kN	0,000 kN

L'utilisateur a accepté de considérer la platine sélectionnée comme étant rigide, selon son propre jugement. Cela signifie que les réglementations relatives aux chevilles peuvent être appliquées.

www.hilti.be

Société:		Page:	10
Adresse:		Prescripteur:	
Tel Fax:		E-mail:	
Design:	02 PYRAMIDE Fz bis	Date:	5/06/2025
Sous projet Pos. N°:			

2.3 Avertissements

- En utilisant la fonctionnalité de calcul avec la méthode CBFEM de PROFIS Engineering, il se peut que vous vous trouviez hors des codes de conception applicables et que votre platine spécifiée n'ait pas un comportement de platine rigide. Veuillez valider les résultats avec un concepteur professionnel et/ou un ingénieur structure pour garantir la conformité avec les juridictions spécifiques et avec les exigences de votre projet.
- La cheville est modélisée en considérant les valeurs de rigidité déterminées à partir des courbes de déplacement de charge testées par un laboratoire indépendant. Note : le remplacement simple de la cheville n'est pas possible puisque sa rigidité a un impact majeur sur les résultats de la distribution de charge.



www.hilti.be

Société:		Page:	11
Adresse:		Prescripteur:	
Tel Fax:		E-mail:	
Design:	02 PYRAMIDE Fz bis	Date:	5/06/2025
Sous projet Pos. N°:			

3 Résumé des résultats

	Combinaison de charges	Taux de travail max. connecteur	Status
Chevilles	Combinaison 1	49%	OK

La fixation remplit les critères de conception !

www.hilti.be

Société:
Adresse:
Tel | Fax: |
Design: 02 PYRAMIDE Fz bis
Sous projet | Pos. N°:

Page: 12
Prescripteur:
E-mail:
Date: 5/06/2025

4 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.