



EUROCODES TOOLS

Calculer facilement, construire durablement

SYNTHÈSE

NOTE DE CALCULS DE STRUCTURE

Projet d'exemple - Nom du client

Projet défini par :

E-mail :

Dernière modification :

Mon nom - Mon entreprise

monemail@monsie.com

2026-01-23 14:32 (utc)

Lien pour le bureau de contrôle :

Validé par OPTIMAX STRUCTURES.
le 2026-01-23 14:32 (utc)

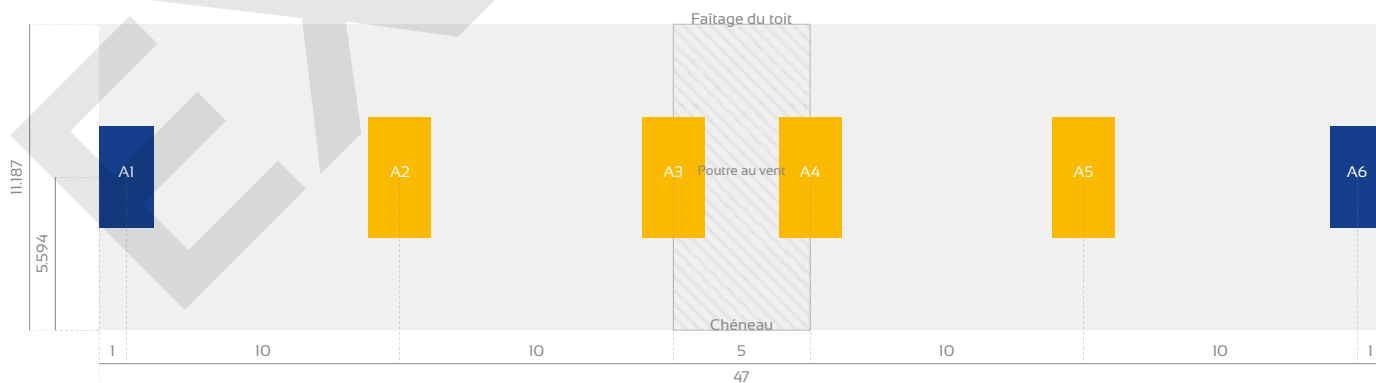
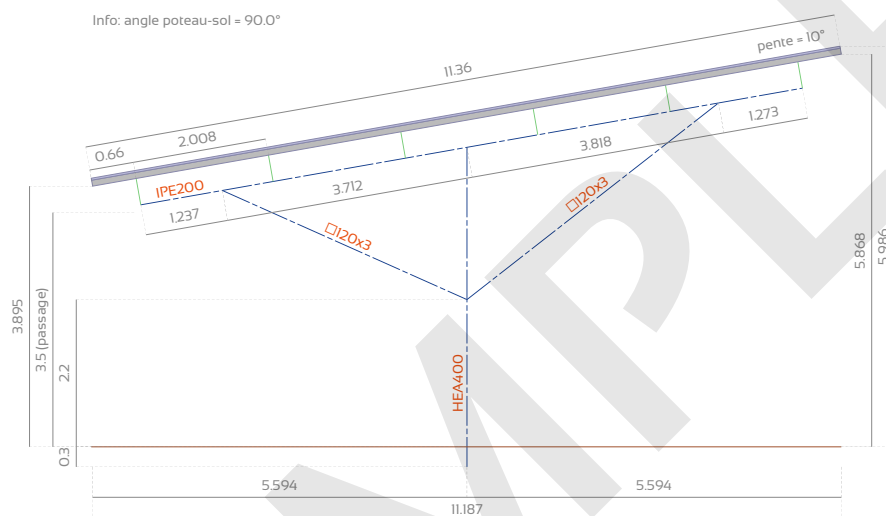
A - INFORMATIONS GÉNÉRALES

Titre du projet : Projet d'exemple
 Nom du client : Nom du client
 Dernière modification : 2026-01-23 14:32 (utc)

Version du logiciel : 04-0918

B - DONNÉES ET RÉSUMÉ DES RÉSULTATS

B1 - Croquis et dimensions de l'ombrière photovoltaïque



B 2 - Récapitulatif des vérifications selon les Eurocodes

Élément		Vérification (concluante lorsque le taux est inférieur à 100%)
Poteau	HEA400 - S275	OK (82.6 %)
Arbalétrier	IPE200 - S275	OK (95.9 %)
Bracon gauche	□120x3 - S235	OK (71.7 %)
Bracon droit	□120x3 - S235	OK (96.5 %)

Classe d'exécution selon la norme EN 1090-2 : EXC 2

Il est préconisé d'appliquer une protection par galvanisation à chaud aux composants structurels enterrés.

La structure principale recevra un système de protection anticorrosion dont le choix sera adapté à la catégorie de corrosivité atmosphérique spécifiée, en référence aux exigences de la série de normes EN ISO 12944.

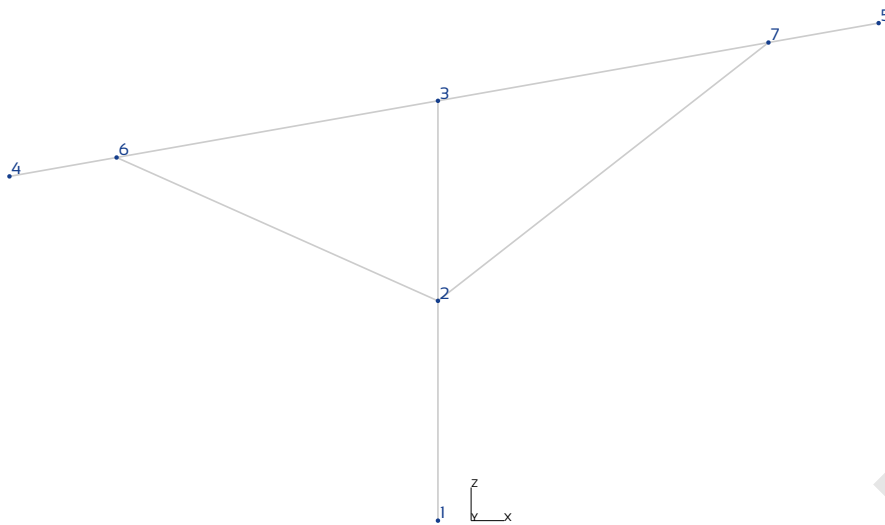
Système de pose des pannes : inconnu (avec ou sans éclisses)

EXEMPLE

C - DESCENTE DE CHARGES

Zone de neige: A1 ($s_n = 0.45 \text{ kN/m}^2$)

Zone de vent: 2 ($455.8 \text{ N/m}^2 \leq q_{p(z)} \leq 475.1 \text{ N/m}^2$)



Axes transversaux

Le nœud 1 correspond à l'axe A

Axes longitudinaux

Axes	Largeur de chargement	Coefficient de continuité
1	6.0 m	1.008
2	10.0 m	1.17
3	7.5 m	1.0
4	7.5 m	1.0
5	10.0 m	1.17
6	6.0 m	1.008

Axes 1 et 6

(Largeur de chargement : 6.0m, facteur de continuité : 1.008)

Nœud	F_x (daN)	F_y (daN)	F_z (daN)	M_x (m.daN)	M_y (m.daN)	M_z (m.daN)
Charges permanentes						
1	0.0	-	-3224.9	-	-302.3	-
Neige normale						
1	0.0	-	-2436.6	-	-0.0	-
Neige accidentelle						
1	-0.0	-	-0.0	-	-0.0	-
Vent gauche en affaissement						
1	362.8	-	-1347.5	-	-2428.4	-
Vent gauche en soulèvement						
1	-389.0	-	2916.5	-	6008.1	-
Vent droite en affaissement						
1	107.8	-	-1292.8	-	4692.0	-
Vent droite en soulèvement						
1	-613.5	-	2798.0	-	-10876.7	-
Vent avant en affaissement						
1	113.4	618.1	-643.1	-2604.3	587.6	-0.0
Vent avant en soulèvement						
1	-413.7	618.1	2346.5	-2604.3	-2143.8	-0.0
Vent arrière en affaissement						
1	113.4	-618.1	-643.1	2604.3	587.6	0.0
Vent arrière en soulèvement						
1	-413.7	-618.1	2346.5	2604.3	-2143.8	0.0

Axes 2, 3, 4 et 5

(Largeur de chargement : 10.0m, facteur de continuité : 1.17)

Nœud	F_x (daN)	F_y (daN)	F_z (daN)	M_x (m.daN)	M_y (m.daN)	M_z (m.daN)
Charges permanentes						
1	0.0	-	-5043.1	-	-618.2	-
Neige normale						
1	0.0	-	-4711.3	-	-0.0	-
Neige accidentelle						
1	-0.0	-	-0.0	-	-0.0	-
Vent gauche en affaissement						
1	584.7	-	-2605.5	-	-4974.6	-
Vent gauche en soulèvement						
1	-869.1	-	5639.3	-	11337.9	-
Vent droite en affaissement						
1	320.6	-	-2499.7	-	9339.9	-
Vent droite en soulèvement						
1	-1074.1	-	5410.2	-	-20762.8	-
Vent avant en affaissement						
1	219.3	618.1	-1243.5	-2604.3	1136.1	-0.0
Vent avant en soulèvement						
1	-800.0	618.1	4537.0	-2604.3	-4145.1	-0.0
Vent arrière en affaissement						
1	219.3	-618.1	-1243.5	2604.3	1136.1	0.0
Vent arrière en soulèvement						
1	-800.0	-618.1	4537.0	2604.3	-4145.1	0.0

Actions supplémentaires à prendre en compte pour les poteaux jouxtant la travée contenant le système de stabilité (poutre au vent de toiture) :

Positions longitudinales (axes)	Nœud	F_x (daN)	F_y (daN)	F_z (daN)	M_x (m.daN)	M_y (m.daN)	M_z (m.daN)
Vent avant en affaissement et Vent avant en soulèvement							
Axe 4	1	52.3	-	9.2	-	249.8	-
Axe 3	1	-52.3	-	-9.2	-	-249.8	-
Vent arrière en affaissement et Vent arrière en soulèvement							
Axe 3	1	52.3	-	9.2	-	249.8	-
Axe 4	1	-52.3	-	-9.2	-	-249.8	-

EXEMPLE

D - FONCTIONNEMENT DE LA STRUCTURE ET PRINCIPES CONSTRUCTIFS

Le portique le plus sollicité est utilisé pour le dimensionnement (axe 2).

D 1 - Pannes

D.1.1 - Épaisseur minimale recommandée

Les panneaux photovoltaïques sont fixés sur un système d'intégration.

L'épaisseur minimale des pannes est recommandée par le fournisseur du système d'intégration (généralement 2.5mm d'épaisseur min).

D.1.2 - Efforts normaux nécessaires au dimensionnement des pannes formées à froid

Les sections des pannes doivent être suffisantes pour reprendre les efforts normaux traversant le contreventement du toit, notamment la compression (en rouge sur les diagrammes).

Diagramme des efforts normaux circulant dans le plan de toiture lors d'un vent avant (Cas de charge simple non pondéré - arrondi en daN)

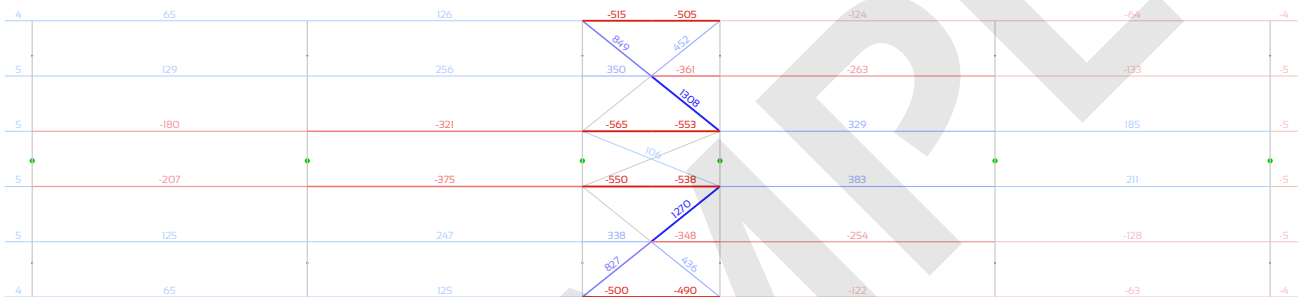
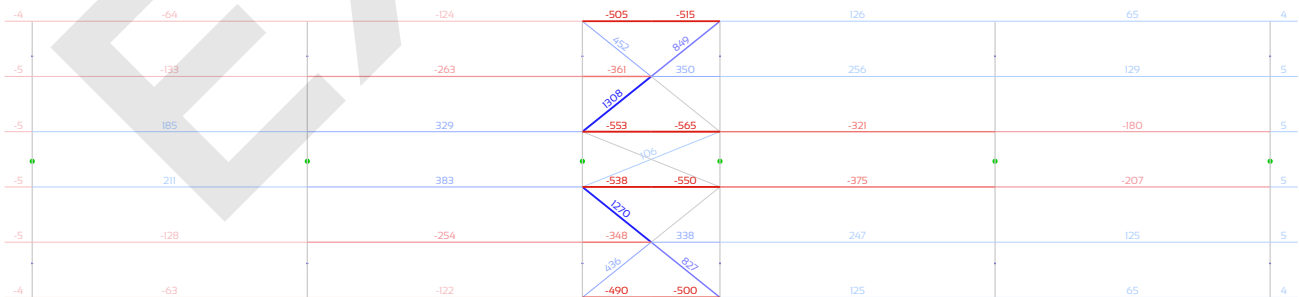


Diagramme des efforts normaux circulant dans le plan de toiture lors d'un vent arrière (Cas de charge simple non pondéré - arrondi en daN)



D 2 - Arbalétrier

La semelle supérieure est maintenue par les pannes. Les pannes seront reliées aux nœuds de la poutre au vent de toiture. Ainsi, la longueur de déversement de la semelle supérieure est la distance entre les pannes.

La semelle inférieure est maintenue à l'aplomb du poteau (maintien en torsion) et des bracons (ressort de torsion), de sorte que le déversement est vérifié entre ces points sans tenir compte de l'influence du maintien du gauchissement aux appuis. Le déversement de la semelle inférieure est contrôlé pour une longueur double dans les parties en porte-à-faux situées après les bracons.

D 3 - Poteau

Aucun impact de véhicule sur les poteaux n'est pris en compte dans cette analyse.

Si le risque est acceptable, il n'est pas nécessaire de prendre des mesures particulières. Dans le cas contraire, des mesures d'atténuation des risques sont à prévoir (signalisation / protection / analyse structurelle complémentaire en situation accidentelle).

EXEMPLE

D 4 - Assemblages

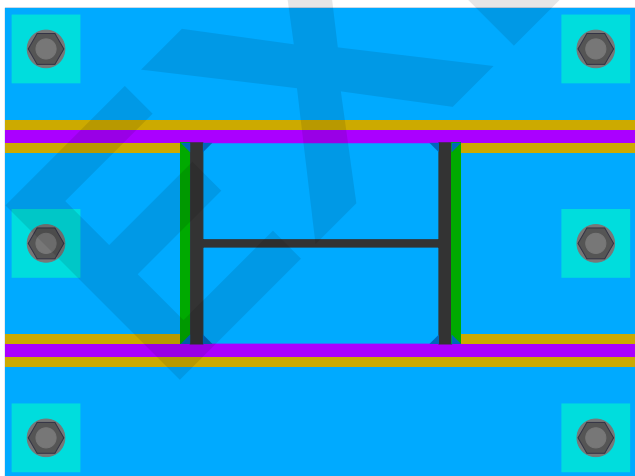
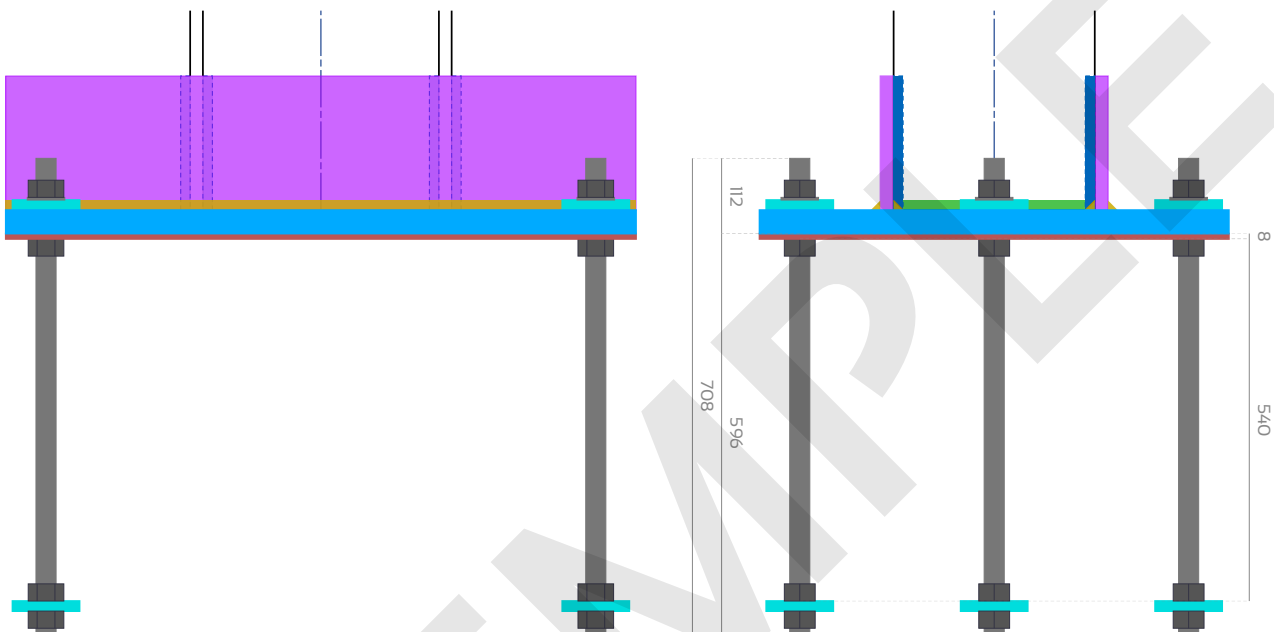
Les boulons de liaison des pièces en acier seront de type SB (Structural Bolt) et de classe 8.8 minimum.
Les perçages seront conformes à la norme EN 1090-2 §6.6.1 « Dimensions des trous ».

D 4.1 - Pied de poteau et ancrages

Les ancrages sont constitués de tiges filetées munies chacune d'un patin d'ancrage boulonné à son extrémité noyée dans le béton.
La platine de pré-scellement est utile pour positionner les ancrages lors du coulage du béton et pour obtenir une surface de contact plane. Un trou central de 50 mm de diamètre sera prévu pour servir d'évent lors du coulage du béton.

La rotation du pied de poteau est bloquée (calculée comme semi-rigide) autour des axes X et Y à -0.3m sur des massifs de fondation en béton C25/30.

Taux de travail: 0.817



Platine de pré-scellement : 940x700x8 (S235)
Platine en pied de poteau : 940x700x35 (S235)
Raidisseurs : 940x200x20 (S235)
Patin d'ancrage et plaquette d'appui : 100x100x15 (S235)
Tiges d'ancrage: M30 8.8

Entraxe transversal p_2	Pince transversale e_2	Entraxe longitudinal p_1	Pince longitudinale e_1
290 mm > 79.2 mm	60.0 mm > 39.6 mm	820 mm > 79.2 mm	60.0 mm > 39.6 mm

Gorges de soudure		
Sur les semelles internes a_f	Horizontale sur les raidisseurs $a_{s,5}$	Verticale sur le poteau $a_{c,4}$
10 mm	10 mm	10 mm

Dimensions minimales requises des blocs de fondation en béton C25/30 pour l'analyse des modes de rupture locaux : voir fichier joint ('Detailed quantities.xlsx' - Foundation).

La section minimale d'armature de béton pour éviter la rupture par fendage doit être supérieure à 5.5 cm².

Dispositions supplémentaires :

La platine en pied de poteau peut être allongée et élargie pour éventuellement réaliser des trous surdimensionnés (la distance entre l'axe du trou et le bord de la platine en pied de poteau doit être d'au moins 1.5 fois le diamètre du trou).

Dans ce cas, pour permettre le transfert de l'effort tranchant de la platine en pied de poteau vers les boulons d'ancrage, il faudra (plusieurs solutions au choix) :

- Souder les plaquettes supérieures à la platine en pied de poteau.
- Remplir l'espace annulaire (avec une résine d'ancrage adaptée par exemple).
- Ajouter 1 cheville d'ancrage de part et d'autre du poteau dans les trous normaux (reprise directe du cisaillement par les chevilles d'ancrage).

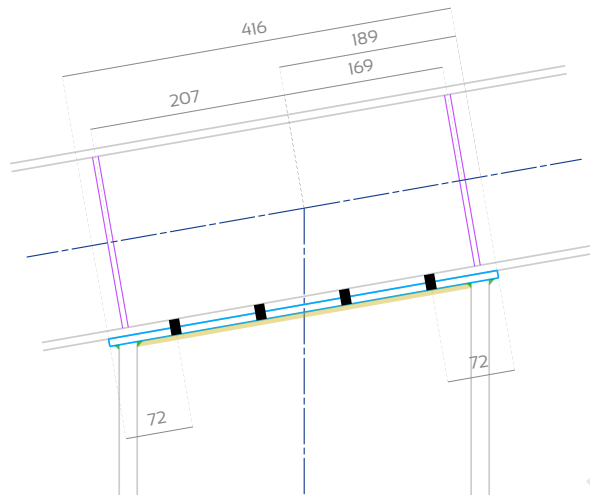
Si des trous normaux sont prévus, ces dispositions supplémentaires ne sont pas nécessaires.

EXEMPLE

D 4.2 - Platine d'about en tête de poteau

L'arbalétrier est boulonné au poteau via une platine d'extrémité en acier S235. Cet assemblage est calculé comme une articulation.

Taux de travail: 0.773



Angle entre éléments = 80.0°

Platine d'about	Épaisseur t_p	Largeur	Longueur	Perçages d_o	Gorge de soudure sur les semelles a_f	Gorge de soudure sur l'âme a_w
	8.0 mm	300.0 mm	(Voir croquis)	11 mm	4 mm	4 mm
Boulons	Désignation	Diamètre de la vis d	Diamètre de la rondelle	Entraxe transversal p_2	Pince transversale (arbalétrier) e_2	Entraxe longitudinal p_1
	MIO 8.8 SB	10 mm	20 mm	58 mm > 26.4 mm	21.0 mm > 13.2 mm	91 mm > 24.2 mm
Raidisseurs (sur les deux faces de l'âme)	Épaisseur t_r	Largeur b_r	Position			
	6 mm	40 mm	(Voir croquis)			

D 4.3 - Goussets des bracons

Les goussets des bracons seront en acier S235 minimum.

Côté arbalétrier/poteau, la liaison est constituée d'un seul gousset soudé de chaque côté sur sa longueur à la semelle (2 cordons de soudure par gousset) et axé sur l'âme.

Gousset en forme de T

Côté bracon, la liaison est constituée d'un seul gousset centré soudé sur une platine d'about et formant un T. Ce T est soudé aux extrémités des bracons sur son pourtour.

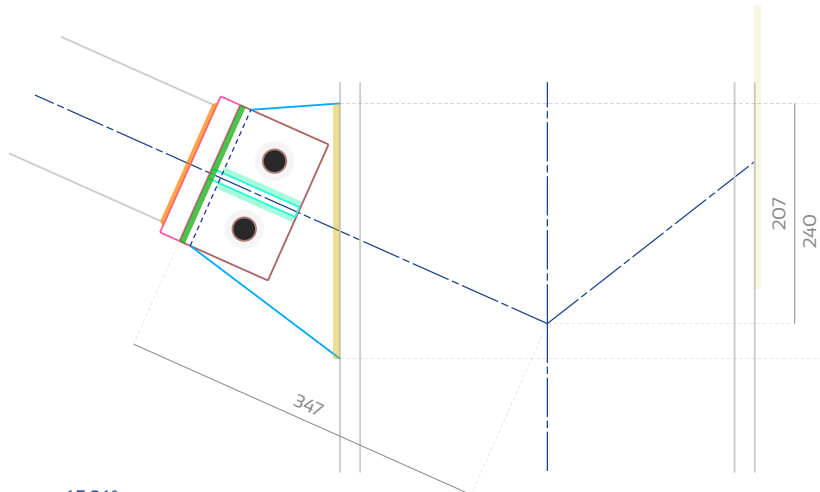


Ces goussets sont reliés entre eux par deux boulons (et rondelles trempées) fonctionnant en simple cisaillement.

Ce système d'assemblage provoque une excentricité des efforts qui transitent par le bracon à partir des autres éléments et, par conséquent, crée un moment hors-plan dans le bracon. Un raidisseur latéral est donc prévu pour éviter que les goussets centrés sur les bracons et leurs soudures ne soient sollicités par une flexion hors-plan.

Bracon gauche - Côté poteau (Gousset en forme de I)

Taux de travail: 0.807

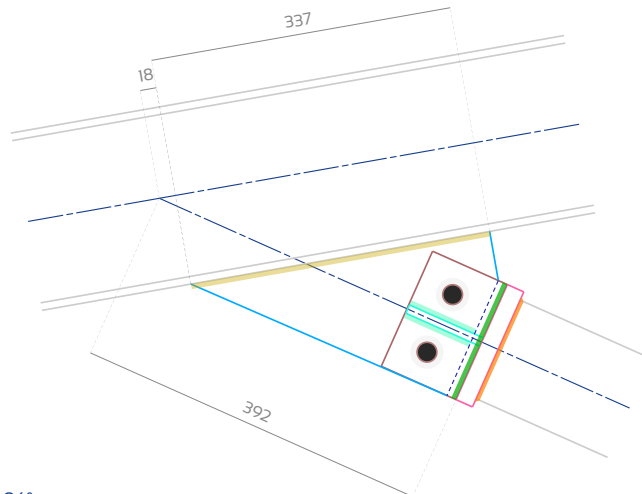


Angle entre éléments = 65.96°

Gousset fixé au bracon	Épaisseur $t_{b,g}$	Largeur	Longueur	Perçages d_0	Gorge de soudure $a_{b,g}$	
	10 mm	140 mm	91 mm	22 mm	4 mm	
Platine d'about fixée au bracon	Épaisseur $t_{b,p}$	Largeur	Longueur	Perçages d_0	Gorge de soudure $a_{b,p}$	
	20 mm	140 mm	140 mm	20 mm (galvanisation)	3 mm	
Gousset fixé sur l'autre élément	Épaisseur t_i	Dimensions et position	Perçages d_0	Jeu de montage avec platine d'about	Gorge de soudure $a_{o,s,g}$	
	10 mm	(Voir croquis)	22 mm	11 mm	4 mm	
Boulons	Désignation	Diamètre de la vis d	Diamètre de la rondelle trempée	Entraxe p_2	Pince transversale e_2	Pince longitudinale e_1
	M20 8.8 SB	20 mm	37 mm	70 mm > 52.8 mm	35.0 mm > 26.4 mm	40 mm > 26.4 mm
Raidisseurs d'âme	aucun	Raidisseur latéral du gousset	Épaisseur $t_{s,g}$	Largeur $b_{s,g}$	Hauteur $h_{s,g}$	Gorge de soudure $a_{s,g}$
			10 mm	65 mm	90 mm	4 mm

Bracon gauche - Côté arbalétrier (Gousset en forme de T)

Taux de travail: 0.805

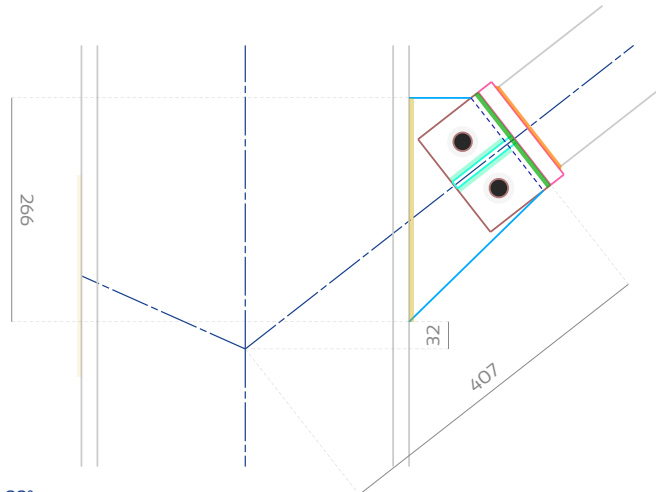


Angle entre éléments = 34.04°

Gousset fixé au bracon	Épaisseur $t_{b,g}$	Largeur	Longueur	Perçages d_o	Gorge de soudure a,b,g	
	10 mm	140 mm	91 mm	22 mm	4 mm	
Platine d'about fixée au bracon	Épaisseur $t_{b,p}$	Largeur	Longueur	Perçages d_o	Gorge de soudure a,b,p	
	20 mm	140 mm	140 mm	20 mm (galvanisation)	3 mm	
Gousset fixé sur l'autre élément	Épaisseur t_i	Dimensions et position	Perçages d_o	Jeu de montage avec platine d'about	Gorge de soudure a,o,s,g	
	10 mm	(Voir croquis)	22 mm	11 mm	4 mm	
Boulons	Désignation	Diamètre de la vis d	Diamètre de la rondelle trempée	Entraxe p_2	Pince transversale e_2	Pince longitudinale e_1
	M20 8.8 SB	20 mm	37 mm	70 mm > 52.8 mm	35.0 mm > 26.4 mm	40 mm > 26.4 mm
Raidisseurs d'âme	aucun	Raidisseur latéral du gousset	Épaisseur $t_{s,g}$	Largeur $b_{s,g}$	Hauteur $h_{s,g}$	Gorge de soudure a,s,g
			10 mm	65 mm	90 mm	4 mm

Bracon droit - Côté poteau (Gousset en forme de T)

Taux de travail: 0.902

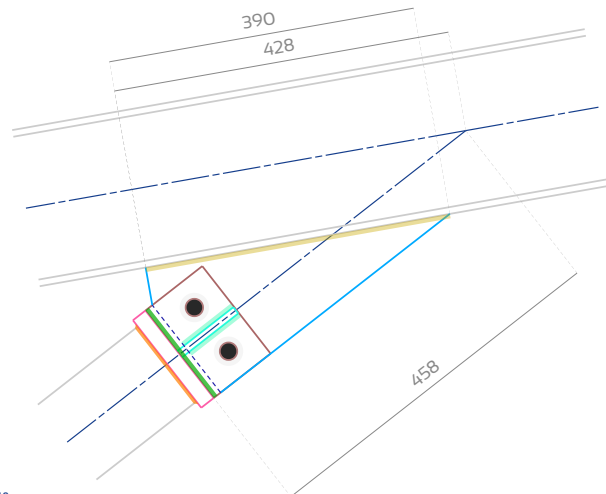


Angle entre éléments = 51.99°

Gousset fixé au bracon	Épaisseur $t_{b,g}$	Largeur	Longueur	Perçages d_0	Gorge de soudure $a_{b,g}$	
	10 mm	140 mm	91 mm	22 mm	4 mm	
Platine d'about fixée au bracon	Épaisseur $t_{b,p}$	Largeur	Longueur	Perçages d_0	Gorge de soudure $a_{b,p}$	
	20 mm	140 mm	140 mm	20 mm (galvanisation)	3 mm	
Gousset fixé sur l'autre élément	Épaisseur t_i	Dimensions et position	Perçages d_0	Jeu de montage avec platine d'about	Gorge de soudure $a_{o,s,g}$	
	10 mm	(Voir croquis)	22 mm	11 mm	4 mm	
Boulons	Désignation	Diamètre de la vis d	Diamètre de la rondelle trempée	Entraxe p_2	Pince transversale e_2	Pince longitudinale e_1
	M20 8.8 SB	20 mm	37 mm	70 mm > 52.8 mm	35.0 mm > 26.4 mm	40 mm > 26.4 mm
Raidisseurs d'âme	aucun	Raidisseur latéral du gousset	Épaisseur $t_{s,g}$	Largeur $b_{s,g}$	Hauteur $h_{s,g}$	Gorge de soudure $a_{s,g}$
			10 mm	65 mm	90 mm	4 mm

Bracon droit - Côté arbalétrier (Gousset en forme de T)

Taux de travail: 0.899



Angle entre éléments = 28.01°

Gousset fixé au bracon	Épaisseur $t_{b,g}$	Largeur	Longueur	Perçages d_0	Gorge de soudure a,b,g	
	10 mm	140 mm	91 mm	22 mm	4 mm	
Platine d'about fixée au bracon	Épaisseur $t_{b,p}$	Largeur	Longueur	Perçages d_0	Gorge de soudure a,b,p	
	20 mm	140 mm	140 mm	20 mm (galvanisation)	3 mm	
Gousset fixé sur l'autre élément	Épaisseur t_i	Dimensions et position	Perçages d_0	Jeu de montage avec platine d'about	Gorge de soudure a,o,s,g	
	10 mm	(Voir croquis)	22 mm	11 mm	4 mm	
Boulons	Désignation	Diamètre de la vis d	Diamètre de la rondelle trempée	Entraxe p_2	Pince transversale e_2	Pince longitudinale e_1
	M20 8.8 SB	20 mm	37 mm	70 mm > 52.8 mm	35.0 mm > 26.4 mm	40 mm > 26.4 mm
Raidisseurs d'âme	aucun	Raidisseur latéral du gousset	Épaisseur $t_{s,g}$	Largeur $b_{s,g}$	Hauteur $h_{s,g}$	Gorge de soudure a,s,g
			10 mm	65 mm	90 mm	4 mm

D 4.4 - Goussets de poutre au vent de toiture

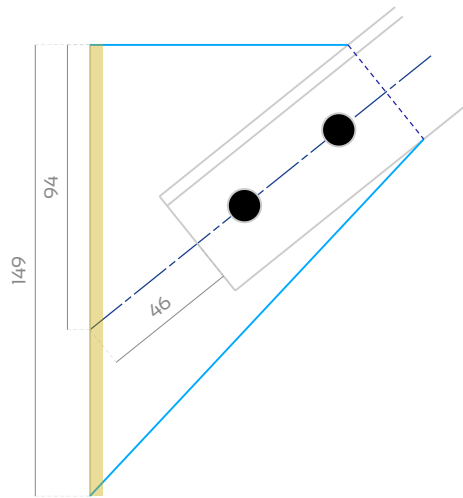
Le plan de toiture est raidi par l'installation une poutre treillis en cornières (croix) dans le plan du versant.

Les cornières sont reliées entre elles et sur les arbalétriers par des goussets.

Le gousset central de chaque croix est fixé sur les pannes intermédiaires.

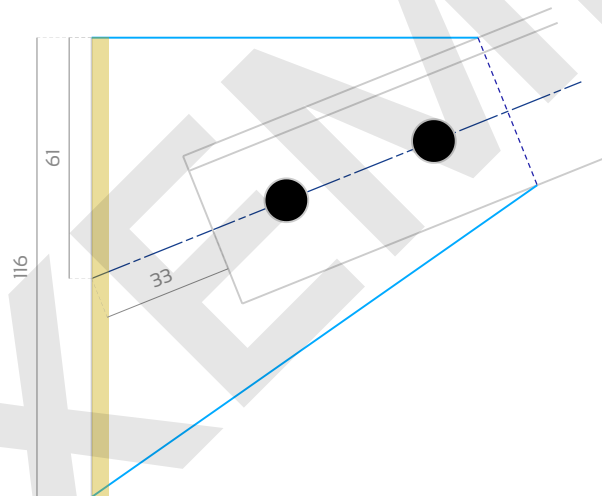
Ces goussets sont fixés aux contreventements par plusieurs boulons de classe 8.8 fonctionnant en simple cisaillement.

Taux de travail: 0.614



Angle = 38.77°

Élément	Section transversale	Gousset	Épaisseur t	Dimensions et position	Perçages d_0	Gorge de soudure a_w
	L40x40x4		5 mm	(Voir croquis)	11 mm	3 mm
Boulons	Désignation	Diamètre de la vis d	Diamètre de la rondelle	Pince transversale e_2	Entraxe p_1	Pince longitudinale e_1
	MIO 8.8 SB	10 mm	20 mm	20 mm > 13.2 mm	40 mm > 24.2 mm	20 mm > 13.2 mm



Angle = 21.88°

Élément	Section transversale	Gousset	Épaisseur t	Dimensions et position	Perçages d_0	Gorge de soudure a_w
	L40x40x4		5 mm	(Voir croquis)	11 mm	3 mm
Boulons	Désignation	Diamètre de la vis d	Diamètre de la rondelle	Pince transversale e_2	Entraxe p_1	Pince longitudinale e_1
	MIO 8.8 SB	10 mm	20 mm	20 mm > 13.2 mm	40 mm > 24.2 mm	20 mm > 13.2 mm



EUROCODESTOOLS

Calculer facilement, construire durablement

ANNEXES

NOTE DE CALCULS DE STRUCTURE

Projet d'exemple - Nom du client

Projet défini par :

E-mail :

Dernière modification :

Mon nom - Mon entreprise

monemail@monsie.com

2026-01-23 14:32 (UTC)

Lien pour le bureau de contrôle :

Validé par OPTIMAX STRUCTURES
le 2026-01-23 14:32 (UTC)

ANNEXE 1 - CARACTÉRISTIQUES DU MODÈLE

Annexe 1.1 - Nœuds

N° nœud	Coordonnées		Degrés de liberté bloqués
	X	Z	
1	5.594 m	-0.3 m	U _x U _z R _y (252646.5 m.kN/rad)
2	5.594 m	2.2 m	
3	5.594 m	4.475 m	
4	0.719 m	3.616 m	
5	10.607 m	5.359 m	
6	1.938 m	3.831 m	
7	9.354 m	5.138 m	

Annexe 1.2 - Éléments

N° élément	Nœud de départ	Nœud d'arrivée	Longueur	Section transversale	Conditions aux limites
1	1	2	2.5 m	HEA400	Articulé au nœud d'arrivée
2	2	3	2.275 m	HEA400	
3	4	6	1.237 m	IPE200	Articulé au nœud de départ et au nœud d'arrivée
4	6	3	3.712 m	IPE200	
5	3	7	3.818 m	IPE200	
6	7	5	1.273 m	IPE200	Articulé au nœud de départ et au nœud d'arrivée
7	6	2	4.003 m	□ 120x3	
8	2	7	4.772 m	□ 120x3	

Annexe 1.3 - Sections transversales et matériaux

Section transversale	Aire brute A	Aires cisailées		Moments quadratiques		Moment d'inertie polaire I _o	Moment d'inertie de torsion I _t	Facteur de gauchissement I _w
		sur y-y A _{VY}	sur z-z A _{VZ}	autour de y-y I _y	autour de z-z I _z			
HEA400	159.0 cm ²	126.2 cm ²	57.3 cm ²	45069.4 cm ⁴	8563.8 cm ⁴	53633.2 cm ⁴	189.04 cm ⁴	2942.08 x 10 ³ cm ⁶
IPE200	28.5 cm ²	19.6 cm ²	14.0 cm ²	1943.2 cm ⁴	142.4 cm ⁴	2085.5 cm ⁴	6.98 cm ⁴	12.99 x 10 ³ cm ⁶
□ 120x3	13.8 cm ²	6.9 cm ²	6.9 cm ²	312.3 cm ⁴	312.3 cm ⁴	624.7 cm ⁴	487.72 cm ⁴	-

Section transversale	Matériau	Limite d'élasticité f _y	Module de Young E	Module de cisaillement G
HEA400	S275	275 MPa	210000.0 MPa	80769.2 MPa
IPE200	S275	275 MPa	210000.0 MPa	80769.2 MPa
□ 120x3	S235	235 MPa	210000.0 MPa	80769.2 MPa

ANNEXE 2 - CHARGEMENTS

Annexe 2.1 - Charges permanentes

Nom	Type	Intensité
Poids propre des structures en acier	poids volumique	7698 daN/m ³
Panneaux solaires	charge uniformément répartie	20.0 kg/m ²
Pannes	charge uniformément répartie	8.0 kg/m ²
Chéneau	charge linéaire en rive inférieure	10.0 kg/m

Annexe 2.2 - Charges d'exploitation - entretien

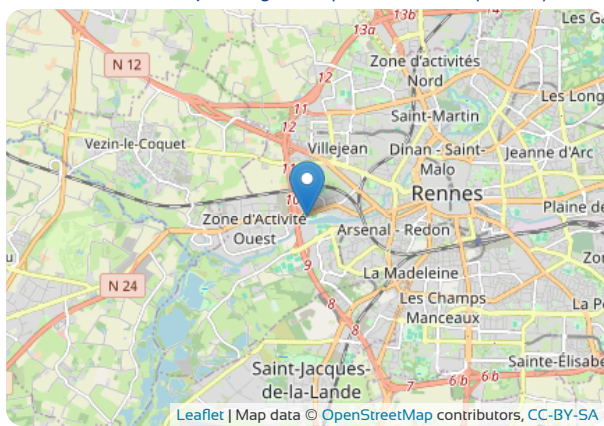
Aucune charge d'entretien n'est à prendre en compte car il est déconseillé de circuler sur les panneaux solaires.

Annexe 2.3 - Charges climatiques

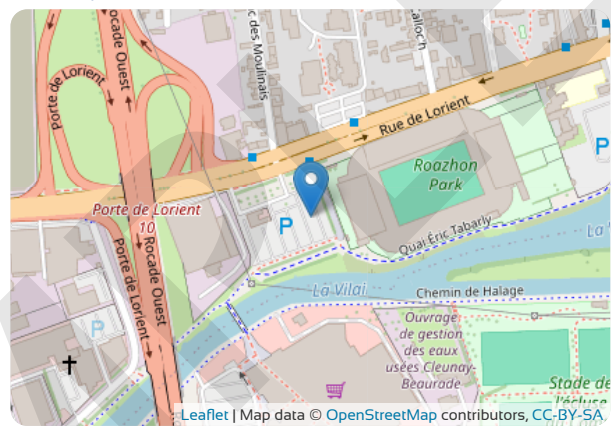
Annexe 2.3.1 - Localisation



Coordonnées dans le système géodésique mondial 1984 (WGS84) :

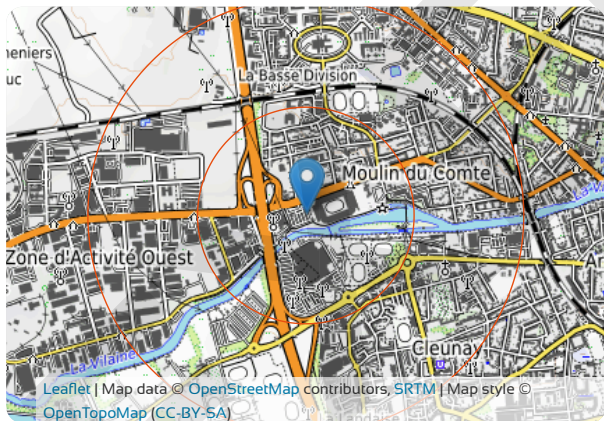


48.10712 ; -1.71474



Adresse : Rue de Lorient, 35000 Rennes, Bretagne

Annexe 2.3.2 - Altitudes



Distances / Direction	Au droit de la construction	500 m	1000 m
Nord	25 m	30 m	38 m
Nord-Est		32 m	42 m
Est		23 m	24 m
Sud-Est		23 m	29 m
Sud		24 m	30 m
Sud-Ouest		21 m	23 m
Ouest		24 m	25 m
Nord-Ouest		29 m	38 m

source : European digital elevation model Copernicus 25m

Annexe 2.3.3 - Bâtiment

Type de construction :	structure courante
Durée de vie de calcul :	50 ans
Hauteur max :	5.986 m
Orientation depuis le Nord :	70°

Annexe 2.3.4 - Catégories de terrain



Secteurs	s1	s2	s3	s4
Catégories	IV	IIIb	IIIb	IIIb

Rayon R du secteur angulaire : 300 m

Annexe 2.3.5 - Neige (NF EN 1991-1-3/NA (05/2007) + A1 (07/2011) + A2 (07/2022))

Annexe 2.3.5.1 - Au sol

Zone : AI ($s_{R,0} = 0.45 \text{ kN/m}^2$) Critère pour le zonage : ILLE-ET-VILAINE (35)

Charge caractéristique de neige sur le sol à l'emplacement considéré : $s_{R,25 \text{ m}} = 0.45 \text{ kN/m}^2$

Charge de neige sur le sol correspondant à une période de retour de 50 années : $s_{50 \text{ ans}} = 0.45 \text{ kN/m}^2$

Annexe 2.3.5.2 - En toiture

Nom	Type	Valeur caractéristique	Coefficient de forme de la toiture	Valeur de calcul (projection horizontale)
Neige normale	charge uniformément répartie	45.0 daN/m^2	0.8	35.45 daN/m^2

Annexe 2.3.6 - Vent (NF EN 1991-1-4/NA (03/2008) + A1 (07/2011) + A2 (09/2012) + A3 (04/2019))

Annexe 2.3.6.1 - Vent - Pression dynamique de pointe

Zone : 2 ($v_{b,0} = 24.0 \text{ m/s}$) Critère pour le zonage : ILLE-ET-VILAINE (35) Zone c_{dir} : 2

Secteurs	s1	s2	s3	s4
Définition du secteur	de 25 · à 115 ·	de 115 · à 205 ·	de 205 · à 295 ·	de 295 · à 25 ·
Valeur de base de la vitesse de référence du vent $v_{b,0}$	24.0 m/s			
Paramètre de forme K	0.2			
Exposant n	0.5			
Probabilité annuelle de dépassement p	0.02			
Coefficient de probabilité c_{prob}	1.0			
Coefficient de direction c_{dir}	1.0	1.0	1.0	1.0
Vitesse de référence du vent v_b	24.0 m/s	24.0 m/s	24.0 m/s	24.0 m/s
Longueur de rugosité de référence $z_{0,II}$	0.05 m			
Longueur de rugosité z_0	1.0 m	0.5 m	0.5 m	0.5 m
Facteur de terrain k_T	0.234	0.223	0.223	0.223
Hauteur au-dessus du sol z	5.986 m			
Hauteur minimale z_{min}	15.0 m	9.0 m	9.0 m	9.0 m
Coefficient de rugosité $c_{r(z)}$	0.635	0.645	0.645	0.645
Coefficient d'orographie* $c_{o(z)}$	1.0	1.0	1.0	1.0
Vitesse moyenne du vent $v_{m(z)}$	15.2 m/s	15.5 m/s	15.5 m/s	15.5 m/s
Coefficient de turbulence k_t	0.854	0.923	0.923	0.923
Ecart type de la turbulence σ_v	4.804 m/s	4.943 m/s	4.943 m/s	4.943 m/s
Intensité de turbulence $I_{v(z)}$	0.315	0.319	0.319	0.319
Masse volumique de l'air ρ	1.225 kg/m^3			
Coefficient d'exposition $c_{e(z)}$	1.292	1.347	1.347	1.347
Pression dynamique de pointe $q_{p(z)}$	455.8 N/m^2	475.1 N/m^2	475.1 N/m^2	475.1 N/m^2
Vitesse maximale du vent pour les États Limites de Service $v_{p(z),ELS}$	98.2 km/h	100.3 km/h	100.3 km/h	100.3 km/h
Vitesse maximale du vent pour les États Limites Ultimes $v_{p(z),ELU}$	120.3 km/h	122.8 km/h	122.8 km/h	122.8 km/h

* Ici, le coefficient d'orographie est calculé selon la procédure 1, pour une orographie constituée d'obstacles de hauteurs et de formes variées. Ce type d'orographie est le plus fréquemment rencontré, mais si le bâtiment est dans un cas d'orographie constituée d'obstacles bien individualisés (collines isolées ou en chaîne, falaises et escarpements), le coefficient d'orographie doit être calculé selon la procédure 2. Conformément à EN 1991-1-4 §4.3.3(1), le coefficient d'orographie calculé (1.0) n'est pas pris en compte car il n'augmente pas les vitesses du vent de plus de 5%.

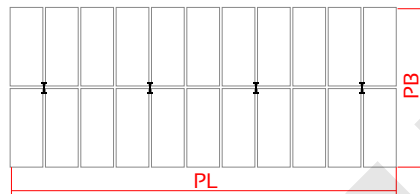
Bord bas orienté vers le secteur : s3

Orientation du bord bas par rapport au Nord : 250°



Vent de gauche X+ (de la gouttière au faîtage) $q_{p,s3}$	Vent de droite X- (du faîtage à la gouttière) $q_{p,s1}$	Vent de face Y+ (le dernier axe vers l'axe 1) $q_{p,s2}$	Vent arrière Y- (de l'axe 1 au dernier axe) $q_{p,s4}$
47.51 daN/m ²	45.58 daN/m ²	47.51 daN/m ²	47.51 daN/m ²

Annexe 2.3.6.2 - Degré d'obstruction sous la toiture



Stationnement	Type véhicule	Nombre en longueur P_L	Aire de face	Aire totale d'obstruction
		18	3.36 m ² /véhicule	60.48 m ²
	véhicule utilitaire moyen (Renault Trafic LIH1)	Nombre en largeur P_B	Aire de profil	Aire totale d'obstruction
2		7.84 m ² /véhicule	15.68 m ²	

Position	Aire des obstructions	section transversale sous la voûte	Taux d'obstruction φ
A gauche	60.48 m ²	183.06 m ²	0.33
A droite	60.48 m ²	275.78 m ²	0.219
De profil	15.68 m ²	54.61 m ²	0.287

Annexe 2.3.6.3 - Pressions de surface sur le toit

(EN 1991-1-4 §7.3 + c_f distribution à partir de BNCM/CNC2M N0380 / REC ECI-CM : juillet 2017 Figure 22)

Vent gauche - affaissement (en daN/m^2)

Coefficient de force c_f : 0.5

Tableau 7.6

Emplacement de c_f : 2.84 m

Figure 7.16



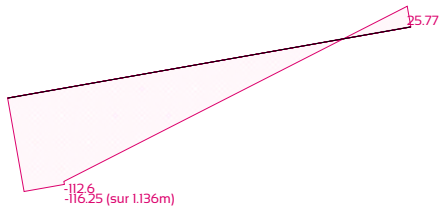
Vent gauche - soulèvement (en daN/m^2)

Coefficient de force c_f : -1.065

Tableau 7.6

Emplacement de c_f : 2.84 m

Figure 7.16



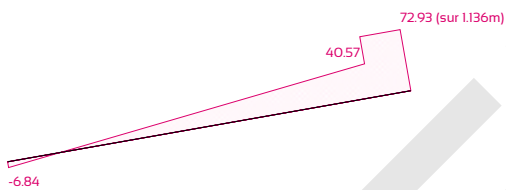
Vent droite - affaissement (en daN/m^2)

Coefficient de force c_f : 0.5

Tableau 7.6

Emplacement de c_f : 8.52 m

Figure 7.16



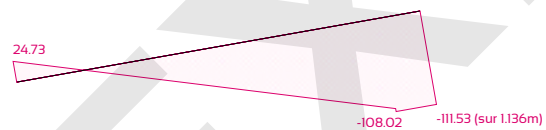
Vent droite - soulèvement (en daN/m^2)

Coefficient de force c_f : -1.065

Tableau 7.6

Emplacement de c_f : 8.52 m

Figure 7.16



Vent avant - affaissement (en daN/m^2)

Coefficient de force c_f : 0.2

pour une pente de toit $\alpha = 0^\circ$ - BNCM/CNC2M N0380 / REC ECI-CM: Juillet 2017 Tableau 3

Emplacement de c_f : 5.68 m

c_f est uniforme sur tout le toit - BNCM/CNC2M N0380 / REC ECI-CM: Juillet 2017 §5.3



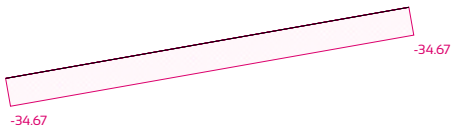
Vent avant - soulèvement (en daN/m²)

Coefficient de force c_f : -0.73

pour une pente de toit $\alpha = 0^\circ$ - BNCM/CNC2M N0380 / REC ECI-CM: Juillet 2017 Tableau 3

Emplacement de c_f : 5.68 m

c_f est uniforme sur tout le toit - BNCM/CNC2M N0380 / REC ECI-CM: Juillet 2017 55.3



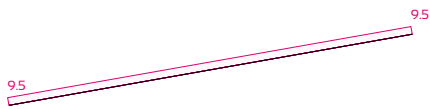
Vent arrière - affaissement (en daN/m²)

Coefficient de force c_f : 0.2

pour une pente de toit $\alpha = 0^\circ$ - BNCM/CNC2M N0380 / REC ECI-CM: Juillet 2017 Tableau 3

Emplacement de c_f : 5.68 m

c_f est uniforme sur tout le toit - BNCM/CNC2M N0380 / REC ECI-CM: Juillet 2017 55.3



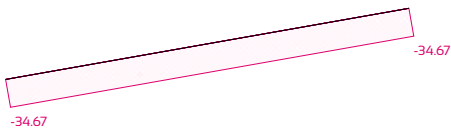
Vent arrière - soulèvement (en daN/m²)

Coefficient de force c_f : -0.73

pour une pente de toit $\alpha = 0^\circ$ - BNCM/CNC2M N0380 / REC ECI-CM: Juillet 2017 Tableau 3

Emplacement de c_f : 5.68 m

c_f est uniforme sur tout le toit - BNCM/CNC2M N0380 / REC ECI-CM: Juillet 2017 55.3



Annexe 2.3.6.4 - Frottement sur les éléments

Cas de charge	Poteau		Arbalétrier		Bracon gauche		Bracon droit		Surface de toiture	
	C _f	q	C _f	q	C _f	q	C _f	q	C _{fr}	q
Vent gauche - affaissement	1.415	26.2 daN/m	-	-	-	-	-	-	-	-
Vent gauche - soulèvement	1.415	26.2 daN/m	-	-	-	-	-	-	-	-
Vent droite - affaissement	1.415	-25.2 daN/m	-	-	-	-	-	-	-	-
Vent droite - soulèvement	1.415	-25.2 daN/m	-	-	-	-	-	-	-	-
Vent avant - affaissement	1.785	33.1 daN/m	1.749	16.6 daN/m	1.84	10.5 daN/m	1.84	10.5 daN/m	0.05	18.6 daN/m
Vent avant - soulèvement	1.785	33.1 daN/m	1.749	16.6 daN/m	1.84	10.5 daN/m	1.84	10.5 daN/m	0.05	18.6 daN/m
Vent arrière - affaissement	1.785	-33.1 daN/m	1.749	-16.6 daN/m	1.84	10.5 daN/m	1.84	10.5 daN/m	0.05	-18.6 daN/m
Vent arrière - soulèvement	1.785	-33.1 daN/m	1.749	-16.6 daN/m	1.84	10.5 daN/m	1.84	10.5 daN/m	0.05	-18.6 daN/m

Annexe 2.3.6.5 - Coefficient structural c_sc_d (NF EN 1991-1-4/NA (03/2008) §6)

Le coefficient structural c_sc_d est destiné à tenir compte de l'effet sur les actions du vent d'une part de l'absence de simultanéité des pointes de pression à la surface de la construction (c_s) et d'autre part des vibrations de la structure engendrées par la turbulence (c_d).

Cas de charge	Vent gauche - affaissement	Vent gauche - soulèvement	Vent droite - affaissement	Vent droite - soulèvement	Référence norme
Echelle de turbulence L(z _s)	41.83 m	41.83 m	52.89 m	52.89 m	§B.1(1)
Coefficient de réponse quasi-statique B ²	0.488	0.488	0.525	0.525	§B.2(2)
Fréquence propre de la structure n _{1,x}	3.44 Hz				-
Fréquence adimensionnelle f _{L(z_s,n_{1,x})}	9.284	9.284	11.973	11.973	§B.1(2)
Fonction de densité spectrale de puissance adimensionnelle S _{L(z_s,n_{1,x})}	0.032	0.032	0.027	0.027	
η _h	6.418	6.418	6.545	6.545	§B.2(6)
Fonction d'admittance aérodynamique R _h	0.144	0.144	0.141	0.141	
η _b	47.989	47.989	48.936	48.936	
Fonction d'admittance aérodynamique R _b	0.021	0.021	0.02	0.02	
Décrément logarithmique d'amortissement structural δ _s	0.05				tableau F.2
Masse par unité d'aire de la construction μ	38.5 kg/m ²				-
Masse équivalente par unité de surface du maître couple (H _s -L) μ _e	218.2 kg/m ²				§F.5(3)
Masse volumique de l'air ρ	1.225 kg/m ³				§4.5
Décrément logarithmique d'amortissement aérodynamique δ _a	0.006	0.013	0.006	0.013	§F.5(4)
Décrément logarithmique d'amortissement δ	0.056	0.063	0.056	0.063	§F.5(1)
Coefficient de réponse résonante R ²	0.008	0.007	0.007	0.006	§B.2(5)
Fréquence de franchissement v	0.442 Hz	0.417 Hz	0.386 Hz	0.364 Hz	§B.2(4)
Facteur de pointe k _p	3.52	3.504	3.482	3.465	§B.2(3)
Coefficient structural c _s c _d	0.85	0.85	0.85	0.85	§6.3.1(1)

Le coefficient structural c_sc_d est égal à 1,0 pour les autres directions du vent.

Annexe 2.4 - Actions thermiques (NF EN 1991-1-5/NA (02/2008))

Annexe 2.4.1 - Températures

Saisons	Air sous abri §6.1.3.2	Environnement intérieur T_{in} §5.3	Environnement extérieur T_{out} tableau 5.2	Moyennes des environnements §5.3(1) note 2	Température d'origine T_O Annexe A.1	Composantes de température uniforme des pannes ΔT_u équation 5.1
Hiver	-15 °C	-15 °C	-15 °C	-15.0 °C	10 °C	-25.0 °C
Été	35 °C	35 °C	45 °C (surface sombre: +10°C)	40.0 °C		+30.0 °C

Annexe 2.4.2 - Dilatation

Coefficient de dilatation linéaire α_T Tableau C.1	12 $\times 10^{-6}$ / °C	Jeu de perçage des pannes	Jeu de perçage de l'âme de l'échantignole	Capacité de déformation par travée	
			+/-1 mm	+/-1 mm	+/-4 mm
		Jeu de perçage de la semelle de l'échantignole		Jeu de perçage de la semelle de l'arbalétrier	Capacité de déformation globale sans joint
			+/-1 mm	+/-1 mm	+/-4 mm

Travée	Déformation longitudinale des pannes	Déformation longitudinale moins les jeux par travée	Axes	Sommes cumulées des déformations longitudinales	Joints de dilatation	Sommes cumulées avec joints de dilatation
1	-3.0 mm / +3.6 mm	0.0 mm / +0.0 mm	2	0.0 mm / +0.0 mm	-	0.0 mm / +0.0 mm
2	-3.0 mm / +3.6 mm	0.0 mm / +0.0 mm	3	0.0 mm / +0.0 mm	-	0.0 mm / +0.0 mm
3	-1.5 mm / +1.8 mm	0.0 mm / +0.0 mm	4	0.0 mm / +0.0 mm	-	0.0 mm / +0.0 mm
4	-3.0 mm / +3.6 mm	0.0 mm / +0.0 mm	5	0.0 mm / +0.0 mm	-	0.0 mm / +0.0 mm
5	-3.0 mm / +3.6 mm	0.0 mm / +0.0 mm	6	0.0 mm / +0.0 mm	-	0.0 mm / +0.0 mm

Annexe 2.5 - Séisme (Code de l'environnement - Article D563-8-1 (09/01/2015) + JORF n°0248 du 24/10/2010 texte N°5)

Annexe 2.5.1 - Données de construction

Zone : 2 ($a_{gR} = 0.7 \text{ m/s}^2$) Critère pour le zonage : ILLE-ET-VILAINE (35)

Catégorie d'importance définie par le maître d'ouvrage : I - Bâtiments d'importance mineure pour la sécurité des personnes, par exemple, bâtiments agricoles, etc.

Accélération de calcul pour un sol de classe « unknown » : $a_g S = 1.008 \text{ m/s}^2$

Annexe 2.5.2 - Condition de vérification sismique

En France, aucune analyse sismique n'est requise pour les bâtiments de la catégorie d'importance I.

Annexe 2.6 - Tableaux des charges

Annexe 2.6.1 - Charges dues au poids propre (G)

N° élément	Charges réparties (dont majoration de 10% pour tenir compte des pièces d'assemblages)				
	Système	Abscisse	qx	qy	qz
1	global	0.0 m	0.0 daN/m	0 daN/m	-134.6 daN/m
		2.5 m	0.0 daN/m	0 daN/m	-134.6 daN/m
2	global	0.0 m	0.0 daN/m	0 daN/m	-134.6 daN/m
		2.275 m	0.0 daN/m	0 daN/m	-134.6 daN/m
3	global	0.0 m	0.0 daN/m	0 daN/m	-24.1 daN/m
		1.237 m	0.0 daN/m	0 daN/m	-24.1 daN/m
4	global	0.0 m	0.0 daN/m	0 daN/m	-24.1 daN/m
		3.712 m	0.0 daN/m	0 daN/m	-24.1 daN/m
5	global	0.0 m	0.0 daN/m	0 daN/m	-24.1 daN/m
		3.818 m	0.0 daN/m	0 daN/m	-24.1 daN/m
6	global	0.0 m	0.0 daN/m	0 daN/m	-24.1 daN/m
		1.273 m	0.0 daN/m	0 daN/m	-24.1 daN/m
7	global	0.0 m	0.0 daN/m	0 daN/m	-11.7 daN/m
		4.003 m	0.0 daN/m	0 daN/m	-11.7 daN/m
8	global	0.0 m	0.0 daN/m	0 daN/m	-11.7 daN/m
		4.772 m	0.0 daN/m	0 daN/m	-11.7 daN/m

Annexe 2.6.2 - Charges concentrées

N° élément	Charges				
	Système	Abscisse	F _x	F _z	C _y
<i>Charges permanentes (G)</i>					
1	global	0.025 m	0.0 daN	-289.6 daN	0.0 m.daN
3	global	0.0 m	4.3 daN	-675.6 daN	-45.3 m.daN
4	global	0.771 m	-5.5 daN	-614.0 daN	-44.8 m.daN
	global	2.779 m	1.8 daN	-655.3 daN	-44.8 m.daN
5	global	1.075 m	-1.8 daN	-634.9 daN	-44.8 m.daN
	global	3.083 m	5.3 daN	-675.0 daN	-44.8 m.daN
6	global	1.273 m	-4.1 daN	-511.2 daN	-37.1 m.daN
<i>Neige normale (S_n)</i>					
3	global	0.0 m	-5.3 daN	-660.2 daN	-47.9 m.daN
4	global	0.771 m	6.6 daN	-870.2 daN	-57.8 m.daN
	global	2.779 m	-1.3 daN	-825.3 daN	-57.8 m.daN
5	global	1.075 m	-1.3 daN	-825.3 daN	-57.8 m.daN
	global	3.083 m	6.6 daN	-870.2 daN	-57.8 m.daN
6	global	1.273 m	-5.3 daN	-660.2 daN	-47.9 m.daN
<i>Neige accidentelle (S_a)</i>					
<i>Vent gauche en affaissement (W_I-)</i>					
3	global	0.0 m	185.6 daN	-1052.4 daN	0.0 m.daN
4	global	0.771 m	123.9 daN	-702.5 daN	0.0 m.daN
	global	2.779 m	86.5 daN	-490.7 daN	0.0 m.daN
5	global	1.075 m	53.8 daN	-305.4 daN	0.0 m.daN
	global	3.083 m	19.9 daN	-113.1 daN	0.0 m.daN
6	global	1.273 m	-10.3 daN	58.5 daN	0.0 m.daN
<i>Vent gauche en soulèvement (W_I+)</i>					
3	global	0.0 m	-315.2 daN	1787.3 daN	-0.0 m.daN
4	global	0.771 m	-339.0 daN	1922.7 daN	-0.0 m.daN
	global	2.779 m	-218.7 daN	1240.3 daN	-0.0 m.daN
5	global	1.075 m	-131.8 daN	747.3 daN	-0.0 m.daN
	global	3.083 m	-34.5 daN	195.7 daN	-0.0 m.daN
6	global	1.273 m	44.8 daN	-254.1 daN	-0.0 m.daN
<i>Vent droite en affaissement (W_r-)</i>					
3	global	0.0 m	-9.9 daN	56.1 daN	0.0 m.daN
4	global	0.771 m	19.1 daN	-108.5 daN	0.0 m.daN
	global	2.779 m	51.7 daN	-293.0 daN	0.0 m.daN
5	global	1.075 m	83.0 daN	-470.8 daN	0.0 m.daN

N° élément	Charges				
	Système	Abscisse	F _x	F _z	C _y
	global	3.083 _m	118.8 _{daN}	-673.9 _{daN}	0.0 _{m.daN}
6	global	1.273 _m	178.0 _{daN}	-1009.6 _{daN}	0.0 _{m.daN}
<i>Vent droite en soulèvement (Wr+)</i>					
3	global	0.0 _m	43.0 _{daN}	-243.8 _{daN}	-0.0 _{m.daN}
4	global	0.771 _m	-33.1 _{daN}	187.7 _{daN}	-0.0 _{m.daN}
	global	2.779 _m	-126.4 _{daN}	717.0 _{daN}	-0.0 _{m.daN}
5	global	1.075 _m	-209.8 _{daN}	1190.0 _{daN}	-0.0 _{m.daN}
	global	3.083 _m	-325.3 _{daN}	1844.6 _{daN}	-0.0 _{m.daN}
6	global	1.273 _m	-302.3 _{daN}	1714.7 _{daN}	-0.0 _{m.daN}
<i>Vent avant en affaissement (Wf-)</i>					
3	global	0.0 _m	30.7 _{daN}	-174.0 _{daN}	0.0 _{m.daN}
4	global	0.771 _m	40.6 _{daN}	-230.0 _{daN}	0.0 _{m.daN}
	global	2.779 _m	38.4 _{daN}	-217.8 _{daN}	0.0 _{m.daN}
5	global	1.075 _m	38.4 _{daN}	-217.8 _{daN}	0.0 _{m.daN}
	global	3.083 _m	40.6 _{daN}	-230.0 _{daN}	0.0 _{m.daN}
6	global	1.273 _m	30.7 _{daN}	-174.0 _{daN}	0.0 _{m.daN}
<i>Vent avant en soulèvement (Wf+)</i>					
3	global	0.0 _m	-111.9 _{daN}	634.9 _{daN}	-0.0 _{m.daN}
4	global	0.771 _m	-148.0 _{daN}	839.1 _{daN}	-0.0 _{m.daN}
	global	2.779 _m	-140.1 _{daN}	794.5 _{daN}	-0.0 _{m.daN}
5	global	1.075 _m	-140.1 _{daN}	794.5 _{daN}	-0.0 _{m.daN}
	global	3.083 _m	-148.0 _{daN}	839.1 _{daN}	-0.0 _{m.daN}
6	global	1.273 _m	-111.9 _{daN}	634.9 _{daN}	-0.0 _{m.daN}
<i>Vent arrière en affaissement (Wb-)</i>					
3	global	0.0 _m	30.7 _{daN}	-174.0 _{daN}	0.0 _{m.daN}
4	global	0.771 _m	40.6 _{daN}	-230.0 _{daN}	0.0 _{m.daN}
	global	2.779 _m	38.4 _{daN}	-217.8 _{daN}	0.0 _{m.daN}
5	global	1.075 _m	38.4 _{daN}	-217.8 _{daN}	0.0 _{m.daN}
	global	3.083 _m	40.6 _{daN}	-230.0 _{daN}	0.0 _{m.daN}
6	global	1.273 _m	30.7 _{daN}	-174.0 _{daN}	0.0 _{m.daN}
<i>Vent arrière en soulèvement (Wb+)</i>					
3	global	0.0 _m	-111.9 _{daN}	634.9 _{daN}	-0.0 _{m.daN}
4	global	0.771 _m	-148.0 _{daN}	839.1 _{daN}	-0.0 _{m.daN}
	global	2.779 _m	-140.1 _{daN}	794.5 _{daN}	-0.0 _{m.daN}
5	global	1.075 _m	-140.1 _{daN}	794.5 _{daN}	-0.0 _{m.daN}
	global	3.083 _m	-148.0 _{daN}	839.1 _{daN}	-0.0 _{m.daN}
6	global	1.273 _m	-111.9 _{daN}	634.9 _{daN}	-0.0 _{m.daN}
<i>Séisme sur X+ (EX+)</i>					
<i>Séisme sur X- (EX-)</i>					
<i>Séisme sur Y+ (EY+)</i>					
<i>Séisme sur Y- (EY-)</i>					

Annexe 2.7 - Combinaisons de chargements (NF EN 1990/NA (12/2011))

Annexe 2.7.1 - États Limites Ultimes

Id	Combinaison	Y _{M0}	Y _{M1}	Y _{M2}
ELU 1	G	1.0	1.0	1.25
ELU 2	1.35 G	1.0	1.0	1.25
ELU 3	G + 1.5 S	1.0	1.0	1.25
ELU 4	1.35 G + 1.5 S	1.0	1.0	1.25
ELU 5	G + 1.5 (S + 0.6 Wl-)	1.0	1.0	1.25
ELU 6	1.35 G + 1.5 (S + 0.6 Wl-)	1.0	1.0	1.25
ELU 7	G + 1.5 (S + 0.6 Wl+)	1.0	1.0	1.25
ELU 8	1.35 G + 1.5 (S + 0.6 Wl+)	1.0	1.0	1.25
ELU 9	G + 1.5 (S + 0.6 Wr-)	1.0	1.0	1.25
ELU 10	1.35 G + 1.5 (S + 0.6 Wr-)	1.0	1.0	1.25
ELU 11	G + 1.5 (S + 0.6 Wr+)	1.0	1.0	1.25
ELU 12	1.35 G + 1.5 (S + 0.6 Wr+)	1.0	1.0	1.25
ELU 13	G + 1.5 (S + 0.6 Wf-)	1.0	1.0	1.25
ELU 14	1.35 G + 1.5 (S + 0.6 Wf-)	1.0	1.0	1.25
ELU 15	G + 1.5 (S + 0.6 Wf+)	1.0	1.0	1.25
ELU 16	1.35 G + 1.5 (S + 0.6 Wf+)	1.0	1.0	1.25
ELU 17	G + 1.5 (S + 0.6 Wb-)	1.0	1.0	1.25
ELU 18	1.35 G + 1.5 (S + 0.6 Wb-)	1.0	1.0	1.25
ELU 19	G + 1.5 (S + 0.6 Wb+)	1.0	1.0	1.25
ELU 20	1.35 G + 1.5 (S + 0.6 Wb+)	1.0	1.0	1.25
ELU 21	G + 1.5 Wl-	1.0	1.0	1.25
ELU 22	1.35 G + 1.5 Wl-	1.0	1.0	1.25
ELU 23	G + 1.5 (Wl- + 0.5 * S)	1.0	1.0	1.25
ELU 24	1.35 G + 1.5 (Wl- + 0.5 * S)	1.0	1.0	1.25
ELU 25	G + 1.5 Wl+	1.0	1.0	1.25
ELU 26	1.35 G + 1.5 Wl+	1.0	1.0	1.25
ELU 27	G + 1.5 (Wl+ + 0.5 * S)	1.0	1.0	1.25
ELU 28	1.35 G + 1.5 (Wl+ + 0.5 * S)	1.0	1.0	1.25
ELU 29	G + 1.5 Wr-	1.0	1.0	1.25
ELU 30	1.35 G + 1.5 Wr-	1.0	1.0	1.25
ELU 31	G + 1.5 (Wr- + 0.5 * S)	1.0	1.0	1.25
ELU 32	1.35 G + 1.5 (Wr- + 0.5 * S)	1.0	1.0	1.25
ELU 33	G + 1.5 Wr+	1.0	1.0	1.25
ELU 34	1.35 G + 1.5 Wr+	1.0	1.0	1.25
ELU 35	G + 1.5 (Wr+ + 0.5 * S)	1.0	1.0	1.25
ELU 36	1.35 G + 1.5 (Wr+ + 0.5 * S)	1.0	1.0	1.25
ELU 37	G + 1.5 Wf-	1.0	1.0	1.25
ELU 38	1.35 G + 1.5 Wf-	1.0	1.0	1.25
ELU 39	G + 1.5 (Wf- + 0.5 * S)	1.0	1.0	1.25
ELU 40	1.35 G + 1.5 (Wf- + 0.5 * S)	1.0	1.0	1.25
ELU 41	G + 1.5 Wf+	1.0	1.0	1.25
ELU 42	1.35 G + 1.5 Wf+	1.0	1.0	1.25
ELU 43	G + 1.5 (Wf+ + 0.5 * S)	1.0	1.0	1.25
ELU 44	1.35 G + 1.5 (Wf+ + 0.5 * S)	1.0	1.0	1.25
ELU 45	G + 1.5 Wb-	1.0	1.0	1.25
ELU 46	1.35 G + 1.5 Wb-	1.0	1.0	1.25
ELU 47	G + 1.5 (Wb- + 0.5 * S)	1.0	1.0	1.25
ELU 48	1.35 G + 1.5 (Wb- + 0.5 * S)	1.0	1.0	1.25
ELU 49	G + 1.5 Wb+	1.0	1.0	1.25
ELU 50	1.35 G + 1.5 Wb+	1.0	1.0	1.25
ELU 51	G + 1.5 (Wb+ + 0.5 * S)	1.0	1.0	1.25
ELU 52	1.35 G + 1.5 (Wb+ + 0.5 * S)	1.0	1.0	1.25
ELU 53	G + S _a	1.0	1.0	1.25

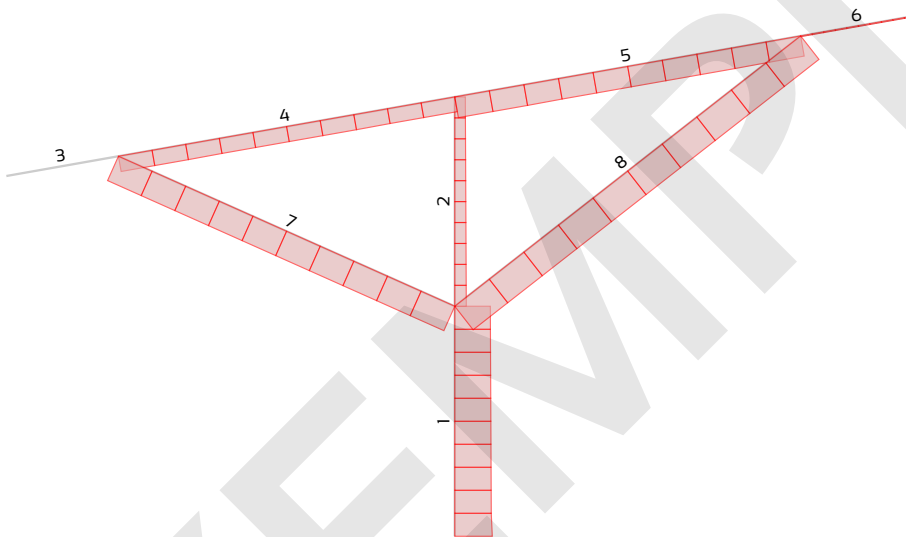
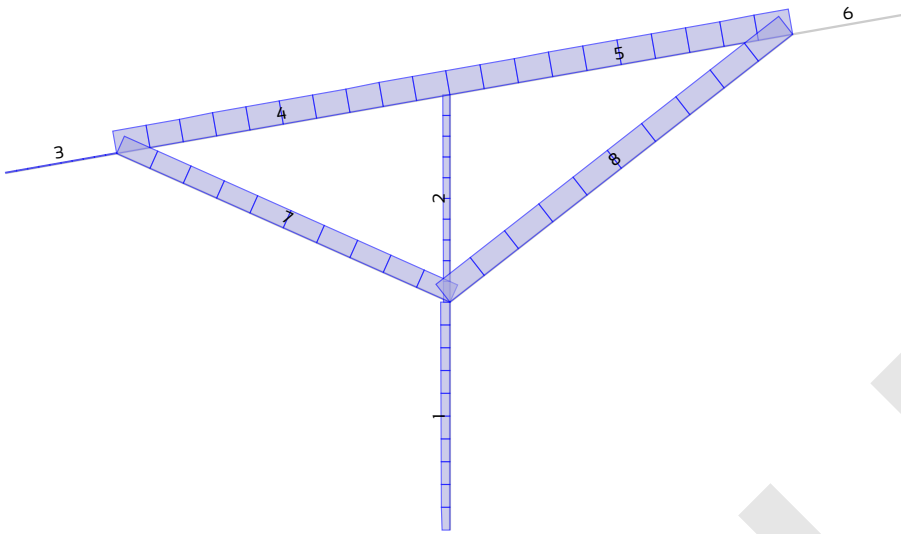
Annexe 2.7.2 - États Limites de Service

Id	Combinaison
ELS 1	G
ELS 2	G + S
ELS 3	G + S + 0.6 Wl-
ELS 4	G + S + 0.6 Wl+
ELS 5	G + S + 0.6 Wr-
ELS 6	G + S + 0.6 Wr+
ELS 7	G + S + 0.6 Wf-
ELS 8	G + S + 0.6 Wf+
ELS 9	G + S + 0.6 Wb-
ELS 10	G + S + 0.6 Wb+
ELS 11	G + Wl-
ELS 12	G + Wl- + 0.5 * S
ELS 13	G + Wl+
ELS 14	G + Wl+ + 0.5 * S
ELS 15	G + Wr-
ELS 16	G + Wr- + 0.5 * S
ELS 17	G + Wr+
ELS 18	G + Wr+ + 0.5 * S
ELS 19	G + Wf-
ELS 20	G + Wf- + 0.5 * S
ELS 21	G + Wf+
ELS 22	G + Wf+ + 0.5 * S
ELS 23	G + Wb-
ELS 24	G + Wb- + 0.5 * S
ELS 25	G + Wb+
ELS 26	G + Wb+ + 0.5 * S

ANNEXE 3 - RÉSULTATS DES CALCULS MÉCANIQUES

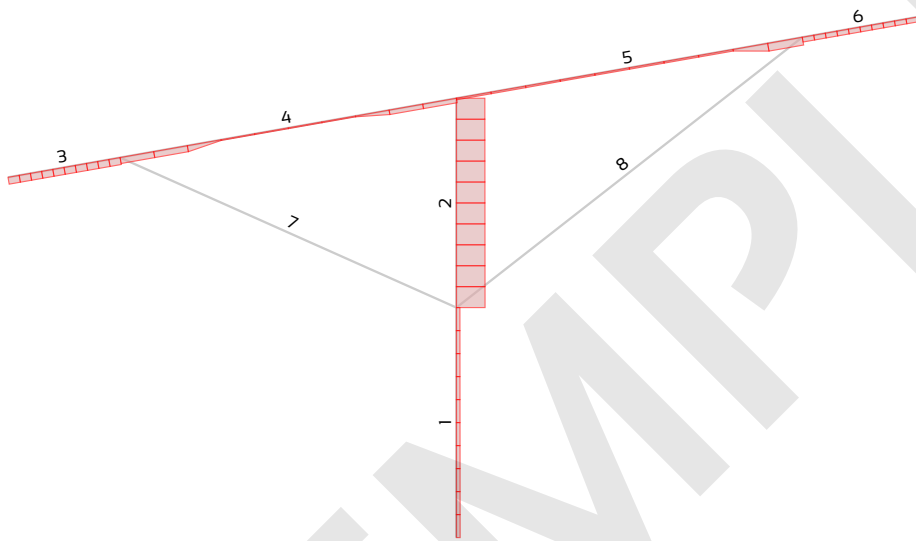
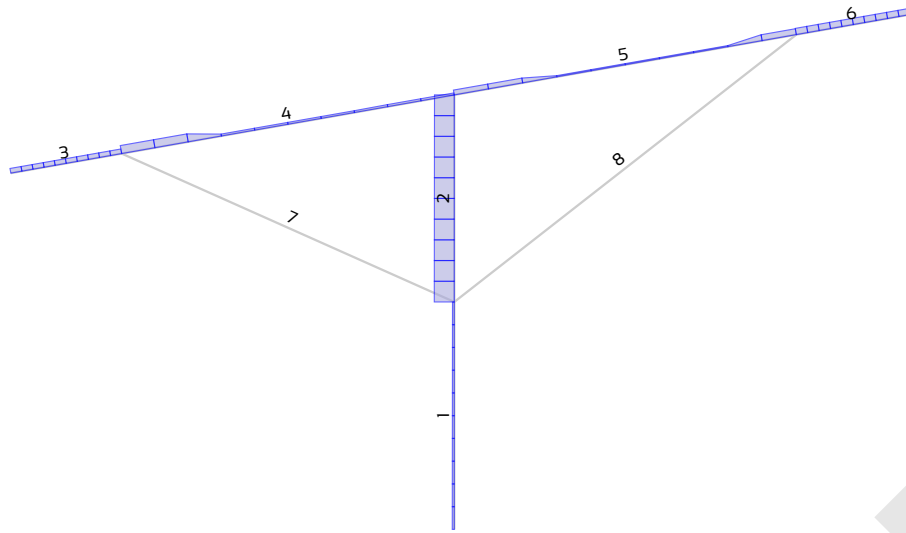
Lors du calcul, les éléments sont sous-divisés par 10.

Annexe 3.1 - Efforts normaux N_x



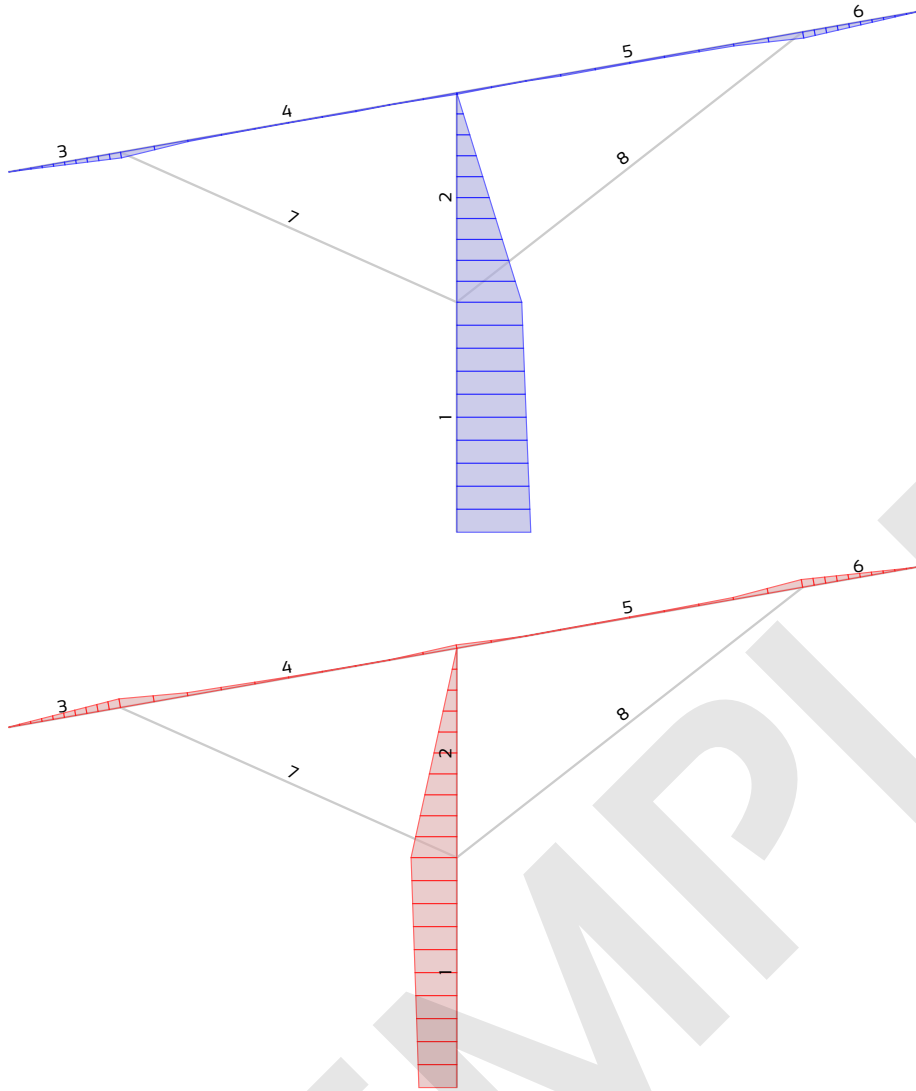
Élément (N°)	$N_{x,max}$ (traction)	$N_{x,min}$ (compression)
Poteau - partie inférieure (1)	4041.9 daN (ELU 25)	-16220.2 daN (ELU 6)
Poteau - partie supérieure (2)	3103.3 daN (ELU 25)	-4983.8 daN (ELU 6)
Arbalétrier - console (3)	339.5 daN (ELU 8)	-
Arbalétrier - travée (4)	10650.4 daN (ELU 6)	-6691.2 daN (ELU 25)
Arbalétrier - travée (5)	11145.9 daN (ELU 32)	-9072.1 daN (ELU 33)
Arbalétrier - console (6)	-	-312.2 daN (ELU 6)
Bracon gauche (7)	8231.9 daN (ELU 25)	-11546.3 daN (ELU 24)
Bracon droit (8)	9904.0 daN (ELU 33)	-12906.7 daN (ELU 32)

Annexe 3.2 - Efforts tranchant V_z



Élément (N°)	$V_{z,max}$	$V_{z,min}$
Poteau - partie inférieure (1)	877.0 daN (ELU 24)	-1611.2 daN (ELU 33)
Poteau - partie supérieure (2)	8734.6 daN (ELU 25)	-12380.1 daN (ELU 36)
Arbalétrier - console (3)	2056.3 daN (ELU 25)	-3028.7 daN (ELU 24)
Arbalétrier - travée (4)	3544.0 daN (ELU 6)	-2616.3 daN (ELU 25)
Arbalétrier - travée (5)	2600.1 daN (ELU 33)	-3394.0 daN (ELU 10)
Arbalétrier - console (6)	2744.1 daN (ELU 32)	-2109.1 daN (ELU 33)
Bracon gauche (7)	28.9 daN (ELU 42)	-28.9 daN (ELU 42)
Bracon droit (8)	29.7 daN (ELU 2)	-29.7 daN (ELU 2)

Annexe 3.3 - Moments de flexion M_y



Élément (N°)	$M_{y,max}$	$M_{y,min}$
Poteau - partie inférieure (1)	31978.8 m.daN (ELU 36)	-19770.7 m.daN (ELU 25)
Poteau - partie supérieure (2)	28068.9 m.daN (ELU 36)	-19770.7 m.daN (ELU 25)
Arbalétrier - console (3)	2480.9 m.daN (ELU 25)	-3820.1 m.daN (ELU 24)
Arbalétrier - travée (4)	2480.9 m.daN (ELU 25)	-3820.1 m.daN (ELU 24)
Arbalétrier - travée (5)	2702.0 m.daN (ELU 33)	-3380.2 m.daN (ELU 32)
Arbalétrier - console (6)	2702.0 m.daN (ELU 33)	-3380.2 m.daN (ELU 32)
Bracon gauche (7)	28.9 m.daN (ELU 2)	-0.0 m.daN
Bracon droit (8)	35.4 m.daN (ELU 2)	-0.0 m.daN

Annexe 3.4 - Efforts tranchant V_y

Élément (N°)	$V_{y,max}$	$V_{y,min}$
Poteau - partie inférieure (1)	927.2 daN (ELU 45)	-927.2 daN (ELU 37)
Poteau - partie supérieure (2)	749.1 daN (ELU 45)	-749.1 daN (ELU 37)
Arbalétrier - console (3)	31.4 daN (ELU 45)	-33.2 daN (ELU 37)
Arbalétrier - travée (4)	335.4 daN (ELU 37)	-338.6 daN (ELU 45)
Arbalétrier - travée (5)	299.3 daN (ELU 45)	-296.4 daN (ELU 37)
Arbalétrier - console (6)	34.4 daN (ELU 37)	-32.5 daN (ELU 45)
Bracon gauche (7)	31.5 daN (ELU 45)	-31.5 daN (ELU 37)
Bracon droit (8)	37.5 daN (ELU 45)	-37.5 daN (ELU 37)

Annexe 3.5 - Moments de flexion M_z

Élément (N°)	$M_{z,max}$	$M_{z,min}$
Poteau - partie inférieure (1)	3906.5 <small>m.daN (ELU 45)</small>	-3906.5 <small>m.daN (ELU 37)</small>
Poteau - partie supérieure (2)	1708.6 <small>m.daN (ELU 45)</small>	-1708.6 <small>m.daN (ELU 37)</small>
Arbalétrier - console (3)	19.8 <small>m.daN (ELU 45)</small>	-22.0 <small>m.daN (ELU 37)</small>
Arbalétrier - travée (4)	238.7 <small>m.daN (ELU 37)</small>	-238.9 <small>m.daN (ELU 45)</small>
Arbalétrier - travée (5)	238.7 <small>m.daN (ELU 37)</small>	-238.9 <small>m.daN (ELU 45)</small>
Arbalétrier - console (6)	21.1 <small>m.daN (ELU 45)</small>	-23.5 <small>m.daN (ELU 37)</small>
Bracon gauche (7)	115.5 <small>m.daN (ELU 24)</small>	-107.8 <small>m.daN (ELU 18)</small>
Bracon droit (8)	129.1 <small>m.daN (ELU 32)</small>	-125.7 <small>m.daN (ELU 18)</small>

Annexe 3.6 - Déplacements des nœuds

Annexe 3.6.1 - Translations horizontales U_x

Nœud	1	2	3	4	5	6	7	
Id Combinaison	1	0.0 mm	-0.3 mm	-0.8 mm	-0.1 mm	-0.4 mm	-0.6 mm	-0.6 mm
	2	0.0 mm	-0.3 mm	-0.8 mm	0.4 mm	0.4 mm	-0.6 mm	-0.2 mm
	3	0.0 mm	-1.6 mm	-5.2 mm	-2.3 mm	-5.2 mm	-4.2 mm	-5.4 mm
	4	0.0 mm	2.8 mm	8.8 mm	6.8 mm	12.9 mm	7.1 mm	11.4 mm
	5	0.0 mm	2.1 mm	6.2 mm	5.5 mm	10.2 mm	5.0 mm	8.5 mm
	6	0.0 mm	-5.4 mm	-16.1 mm	-10.9 mm	-20.3 mm	-13.1 mm	-19.1 mm
	7	0.0 mm	-0.0 mm	-0.1 mm	1.0 mm	1.5 mm	-0.1 mm	0.7 mm
	8	0.0 mm	-1.2 mm	-3.3 mm	-1.8 mm	-3.2 mm	-2.7 mm	-3.4 mm
	9	0.0 mm	-0.0 mm	-0.1 mm	1.0 mm	1.5 mm	-0.1 mm	0.7 mm
	10	0.0 mm	-1.2 mm	-3.3 mm	-1.8 mm	-3.2 mm	-2.7 mm	-3.4 mm
	11	0.0 mm	-2.6 mm	-8.1 mm	-4.6 mm	-9.8 mm	-6.5 mm	-9.4 mm
	12	0.0 mm	-2.6 mm	-8.1 mm	-4.4 mm	-9.4 mm	-6.5 mm	-9.1 mm
	13	0.0 mm	4.8 mm	15.3 mm	10.6 mm	20.5 mm	12.3 mm	18.7 mm
	14	0.0 mm	4.8 mm	15.3 mm	10.8 mm	20.9 mm	12.3 mm	19.0 mm
	15	0.0 mm	3.7 mm	10.9 mm	8.5 mm	15.8 mm	8.8 mm	13.9 mm
	16	0.0 mm	3.7 mm	10.9 mm	8.8 mm	16.2 mm	8.8 mm	14.1 mm
	17	0.0 mm	-8.9 mm	-26.3 mm	-18.8 mm	-34.9 mm	-21.4 mm	-32.1 mm
	18	0.0 mm	-8.9 mm	-26.3 mm	-18.6 mm	-34.5 mm	-21.4 mm	-31.9 mm
	19	0.0 mm	0.2 mm	0.3 mm	0.9 mm	1.3 mm	0.3 mm	0.9 mm
	20	0.0 mm	0.2 mm	0.3 mm	1.1 mm	1.7 mm	0.3 mm	1.1 mm
	21	0.0 mm	-1.8 mm	-5.0 mm	-3.7 mm	-6.5 mm	-4.1 mm	-6.0 mm
	22	0.0 mm	-1.8 mm	-5.0 mm	-3.5 mm	-6.1 mm	-4.1 mm	-5.8 mm
	23	0.0 mm	0.2 mm	0.3 mm	0.9 mm	1.3 mm	0.3 mm	0.9 mm
	24	0.0 mm	0.2 mm	0.3 mm	1.1 mm	1.7 mm	0.3 mm	1.1 mm
	25	0.0 mm	-1.8 mm	-5.0 mm	-3.7 mm	-6.5 mm	-4.1 mm	-6.0 mm
	26	0.0 mm	-1.8 mm	-5.0 mm	-3.5 mm	-6.1 mm	-4.1 mm	-5.8 mm

Annexe 3.6.2 - Translations horizontales U_y

Nœud	1	2	3	4	5	6	7	
Id Combinaison	7	0.0 mm	2.3 mm	6.7 mm	8.2 mm	9.0 mm	8.3 mm	9.0 mm
	8	0.0 mm	2.3 mm	6.7 mm	8.2 mm	9.0 mm	8.3 mm	9.0 mm
	9	0.0 mm	-2.3 mm	-6.7 mm	-8.2 mm	-9.0 mm	-8.3 mm	-9.0 mm
	10	0.0 mm	-2.3 mm	-6.7 mm	-8.2 mm	-9.0 mm	-8.3 mm	-9.0 mm
	19	0.0 mm	3.9 mm	11.1 mm	13.6 mm	15.0 mm	13.9 mm	15.0 mm
	20	0.0 mm	3.9 mm	11.1 mm	13.6 mm	15.0 mm	13.9 mm	15.0 mm
	21	0.0 mm	3.9 mm	11.1 mm	13.6 mm	15.0 mm	13.9 mm	15.0 mm
	22	0.0 mm	3.9 mm	11.1 mm	13.6 mm	15.0 mm	13.9 mm	15.0 mm
	23	0.0 mm	-3.9 mm	-11.1 mm	-13.6 mm	-15.0 mm	-13.8 mm	-14.9 mm
	24	0.0 mm	-3.9 mm	-11.1 mm	-13.6 mm	-15.0 mm	-13.8 mm	-14.9 mm
	25	0.0 mm	-3.9 mm	-11.1 mm	-13.6 mm	-15.0 mm	-13.8 mm	-14.9 mm
	26	0.0 mm	-3.9 mm	-11.1 mm	-13.6 mm	-15.0 mm	-13.8 mm	-14.9 mm

Annexe 3.6.3 - Translations verticales U_z

Nœud	1	2	3	4	5	6	7	
Id Combinaison	1	0.0 mm	-0.0 mm	-0.0 mm	-5.1 mm	-1.7 mm	-1.8 mm	-0.4 mm

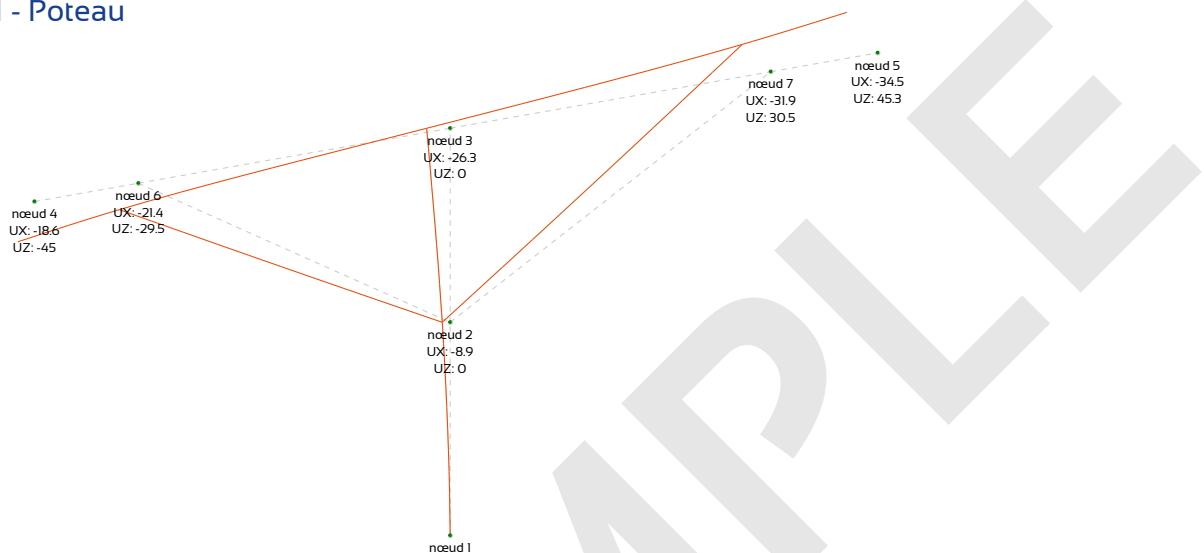
Nœud	1	2	3	4	5	6	7
2	0.0 mm	-0.1 mm	-0.1 mm	-8.7 mm	-5.4 mm	-2.9 mm	-1.9 mm
3	0.0 mm	-0.1 mm	-0.1 mm	-18.8 mm	1.8 mm	-8.5 mm	3.0 mm
4	0.0 mm	-0.0 mm	-0.1 mm	11.2 mm	-21.4 mm	9.2 mm	-12.8 mm
5	0.0 mm	-0.1 mm	-0.1 mm	1.7 mm	-20.0 mm	4.6 mm	-10.7 mm
6	0.0 mm	-0.0 mm	-0.1 mm	-31.5 mm	23.9 mm	-19.2 mm	17.1 mm
7	0.0 mm	-0.1 mm	-0.1 mm	-8.2 mm	-7.0 mm	-2.3 mm	-2.9 mm
8	0.0 mm	-0.0 mm	-0.1 mm	-10.2 mm	0.6 mm	-4.8 mm	1.7 mm
9	0.0 mm	-0.1 mm	-0.1 mm	-8.2 mm	-7.0 mm	-2.3 mm	-2.9 mm
10	0.0 mm	-0.0 mm	-0.1 mm	-10.2 mm	0.6 mm	-4.8 mm	1.7 mm
11	0.0 mm	-0.1 mm	-0.1 mm	-22.1 mm	10.2 mm	-11.1 mm	7.8 mm
12	0.0 mm	-0.1 mm	-0.1 mm	-23.8 mm	8.4 mm	-11.7 mm	7.1 mm
13	0.0 mm	0.0 mm	0.0 mm	27.9 mm	-28.4 mm	18.2 mm	-18.6 mm
14	0.0 mm	-0.0 mm	-0.0 mm	26.1 mm	-30.2 mm	17.7 mm	-19.4 mm
15	0.0 mm	-0.1 mm	-0.1 mm	12.1 mm	-26.1 mm	10.6 mm	-15.1 mm
16	0.0 mm	-0.1 mm	-0.1 mm	10.4 mm	-27.9 mm	10.0 mm	-15.8 mm
17	0.0 mm	0.0 mm	-0.0 mm	-43.2 mm	47.1 mm	-29.0 mm	31.3 mm
18	0.0 mm	-0.0 mm	-0.0 mm	-45.0 mm	45.3 mm	-29.5 mm	30.5 mm
19	0.0 mm	-0.0 mm	-0.1 mm	-4.5 mm	-4.4 mm	-0.9 mm	-2.0 mm
20	0.0 mm	-0.1 mm	-0.1 mm	-6.2 mm	-6.2 mm	-1.5 mm	-2.8 mm
21	0.0 mm	-0.0 mm	-0.0 mm	-7.7 mm	8.2 mm	-5.1 mm	5.6 mm
22	0.0 mm	-0.0 mm	-0.0 mm	-9.4 mm	6.4 mm	-5.7 mm	4.8 mm
23	0.0 mm	-0.0 mm	-0.1 mm	-4.5 mm	-4.4 mm	-0.9 mm	-2.0 mm
24	0.0 mm	-0.1 mm	-0.1 mm	-6.2 mm	-6.2 mm	-1.5 mm	-2.8 mm
25	0.0 mm	-0.0 mm	-0.0 mm	-7.7 mm	8.2 mm	-5.1 mm	5.6 mm
26	0.0 mm	-0.0 mm	-0.0 mm	-9.4 mm	6.4 mm	-5.7 mm	4.8 mm

EXEMPLE

ANNEXE 4 - VÉRIFICATIONS DÉTAILLÉES DES ÉLÉMENTS (NF EN 1993-1-1/NA (08/2013))

Élément (N°)	Section transversale	Matériau	Taux de travail ELU	Combinaison ELU	Taux de déformation ELS	Combinaison ELS
Poteau - partie inférieure (1)	HEA400	S275	0.481	ELU 36	0.826	ELS 18
Poteau - partie supérieure (2)	HEA400	S275	0.424	ELU 36		
Arbalétrier - console (3)	IPE200	S275	0.731	ELU 24	0.325	ELS 12
Arbalétrier - travée (4)	IPE200	S275	0.959	ELU 24		
Arbalétrier - travée (5)	IPE200	S275	0.779	ELU 32	0.287	ELS 17
Arbalétrier - console (6)	IPE200	S275	0.651	ELU 32		
Bracon gauche (7)	□ 120x3	S235	0.717	ELU 24	-	-
Bracon droit (8)	□ 120x3	S235	0.965	ELU 32	-	-

Annexe 4.1 - Poteau



Déplacement maximal en tête de poteau sur l'axe X : $U_x = -26.3 \text{ mm (ELS 18)} < H/150 = 31.8 \text{ mm}$

Déplacement maximal en tête de poteau sur l'axe Y : $U_y = 11.1 \text{ mm (ELS 19)} < H/150 = 31.8 \text{ mm}$

Élément 1

Taux de travail maximum par type de sollicitation et combinaisons associées

Vérifications	Taux de travail	Combinaisons associées	Abscisse sur l'élément
Compression (flambement) ^(§6.3.1)	0.063	ELU 6	0.0 m
Cisaillement sur l'axe z-z ^(§6.2.6)	0.018	ELU 33	0.0 m
Cisaillement sur l'axe y-y ^(§6.2.6)	0.005	ELU 37	0.0 m
Flexion autour de l'axe y-y ^(§6.2.5)	0.454	ELU 36	0.0 m
Flexion autour de l'axe z-z ^(§6.2.5)	0.163	ELU 37	0.0 m
Déversement ^(§6.3.2)	0.472	ELU 36	0.0 m
Flexion autour de y-y et cisaillement sur z-z ^(§6.2.8)	0.454	ELU 36	0.0 m
Flexion autour de z-z et cisaillement sur y-y ^(§6.2.8)	0.163	ELU 37	0.0 m
Flexion autour de y-y et effort normal ^(§6.2.9)	0.454	ELU 36	0.0 m
Flexion autour de z-z et effort normal ^(§6.2.9)	0.163	ELU 37	0.0 m
Flexion déviée ^(§6.2.9)	0.173	ELU 44	0.0 m
Déversement, flexion autour de z-z et flambement par flexion autour de y-y ^(eq. 6.61)	0.481	ELU 36	0.0 m
Déversement, flexion autour de z-z et flambement par flexion autour de z-z ^(eq. 6.62)	0.26	ELU 36	0.0 m
Élancement $\lambda_{y,max}$	Élancement $\lambda_{z,max}$	Facteur de charge critique $\alpha_{cr,y,min}$	Facteur de charge critique $\alpha_{cr,z,min}$
53.9	130.1	170.66	27.97

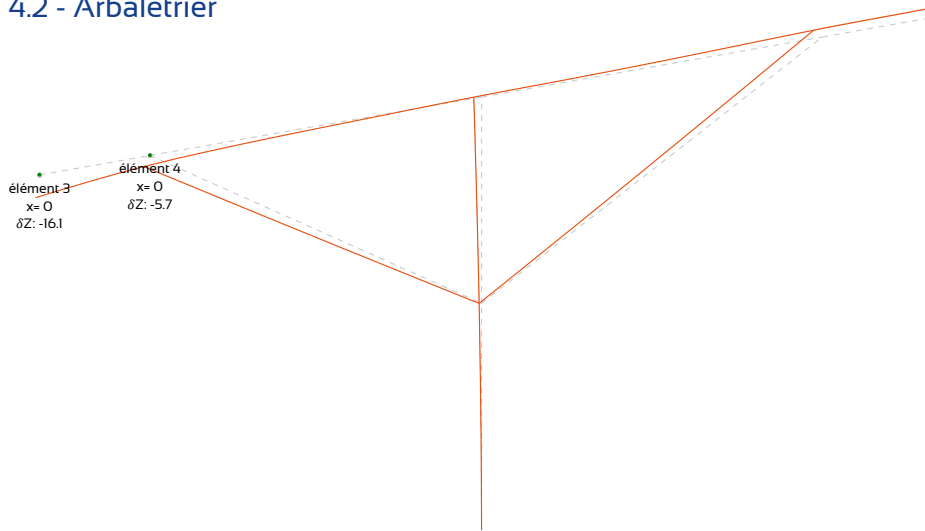
Élément 2

Taux de travail maximum par type de sollicitation et combinaisons associées

Vérifications		Taux de travail	Combinaisons associées	Abscisse sur l'élément
Compression (flambement) ^(§6.3.1)		0.019	ELU 6	0.0 m
Cisaillement sur l'axe z-z ^(§6.2.6)		0.136	ELU 36	0.0 m
Cisaillement sur l'axe y-y ^(§6.2.6)		0.004	ELU 37	0.0 m
Flexion autour de l'axe y-y ^(§6.2.5)		0.398	ELU 36	0.0 m
Flexion autour de l'axe z-z ^(§6.2.5)		0.071	ELU 37	0.0 m
Déversement ^(§6.3.2)		0.414	ELU 36	0.0 m
Flexion autour de y-y et cisaillement sur z-z ^(§6.2.8)		0.398	ELU 36	0.0 m
Flexion autour de z-z et cisaillement sur y-y ^(§6.2.8)		0.071	ELU 37	0.0 m
Flexion autour de y-y et effort normal ^(§6.2.9)		0.398	ELU 36	0.0 m
Flexion autour de z-z et effort normal ^(§6.2.9)		0.071	ELU 37	0.0 m
Flexion déviée ^(§6.2.9)		0.074	ELU 44	0.0 m
Déversement, flexion autour de z-z et flambement par flexion autour de y-y ^(eq. 6.61)		0.424	ELU 36	0.0 m
Déversement, flexion autour de z-z et flambement par flexion autour de z-z ^(eq. 6.62)		0.232	ELU 36	0.0 m
Élancement $\lambda_{y,max}$	Élancement $\lambda_{z,max}$	Facteur de charge critique $\alpha_{cr,y,min}$		Facteur de charge critique $\alpha_{cr,z,min}$
53.9	130.1	170.66		27.97

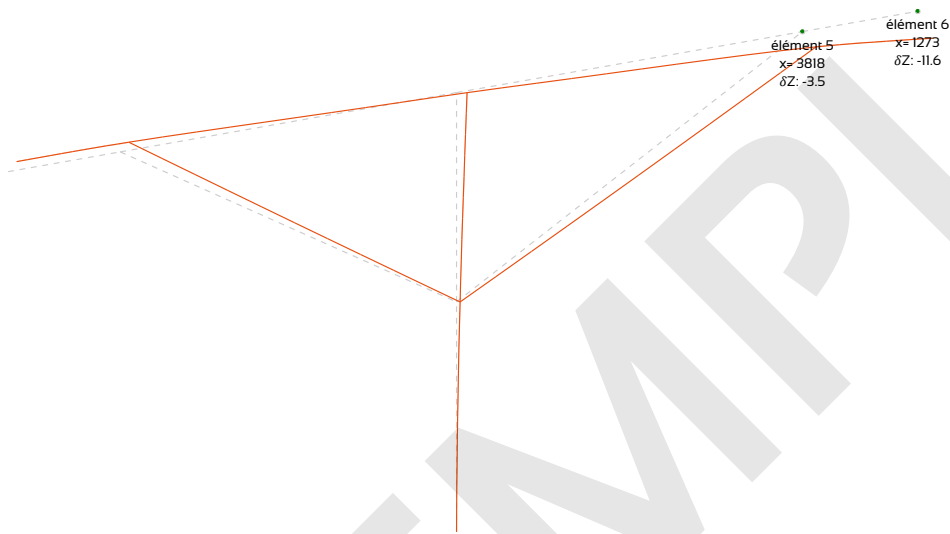
EXEMPLE

Annexe 4.2 - Arbalétrier



Flèche totale maximale du côté gauche : $\delta_Z = -16.1 \text{ mm (ELS 12)} < L/100 = 49.5 \text{ mm}$

Flèche variable maximale du côté gauche : $\delta_{\text{var,Z}} = 10.7 \text{ mm (ELS 13 - ELS 1)} < L/125 = 39.6 \text{ mm}$



Flèche totale maximale du côté droit : $\delta_Z = -11.6 \text{ mm (ELS 16)} < L/100 = 50.9 \text{ mm}$

Flèche variable maximale du côté droit : $\delta_{\text{var,Z}} = 11.7 \text{ mm (ELS 17 - ELS 1)} < L/125 = 40.7 \text{ mm}$

Élément 3

Taux de travail maximum par type de sollicitation et combinaisons associées

Vérifications	Taux de travail	Combinaisons associées	Abscisse sur l'élément
Traction (§6.2.3)	0.004	ELU 8	1.237 m
Cisaillement sur l'axe z-z (§6.2.6)	0.136	ELU 24	1.237 m
Cisaillement sur l'axe y-y (§6.2.6)	0.001	ELU 37	0.0 m
Flexion autour de l'axe y-y (§6.2.5)	0.63	ELU 24	1.237 m
Flexion autour de l'axe z-z (§6.2.5)	0.018	ELU 37	1.237 m
Déversement (§6.3.2)	0.731	ELU 24	1.237 m
Flexion autour de y-y et cisaillement sur z-z (§6.2.8)	0.63	ELU 24	1.237 m
Flexion autour de z-z et cisaillement sur y-y (§6.2.8)	0.018	ELU 37	1.237 m
Flexion autour de y-y et effort normal (§6.2.9)	0.63	ELU 24	1.237 m
Flexion autour de z-z et effort normal (§6.2.9)	0.018	ELU 37	1.237 m
Flexion déviée (§6.2.9)	0.205	ELU 14	1.237 m
Élancement $\lambda_{y,\text{max}}$		Élancement $\lambda_{z,\text{max}}$	
30.0		89.8	

Élément 4

Taux de travail maximum par type de sollicitation et combinaisons associées

Vérifications	Taux de travail	Combinaisons associées	Abscisse sur l'élément
Compression (flambement) ^(§6.3.1)	0.148	ELU 25	0.0 m
Cisaillement sur l'axe z-z ^(§6.2.6)	0.159	ELU 6	0.0 m
Cisaillement sur l'axe y-y ^(§6.2.6)	0.011	ELU 45	3.712 m
Flexion autour de l'axe y-y ^(§6.2.5)	0.63	ELU 24	0.0 m
Flexion autour de l'axe z-z ^(§6.2.5)	0.195	ELU 45	3.712 m
Déversement ^(§6.3.2)	0.959	ELU 24	0.0 m
Flexion autour de y-y et cisaillement sur z-z ^(§6.2.8)	0.63	ELU 24	0.0 m
Flexion autour de z-z et cisaillement sur y-y ^(§6.2.8)	0.195	ELU 45	3.712 m
Flexion autour de y-y et effort normal ^(§6.2.9)	0.63	ELU 24	0.0 m
Flexion autour de z-z et effort normal ^(§6.2.9)	0.195	ELU 45	3.712 m
Flexion déviée ^(§6.2.9)	0.23	ELU 48	3.712 m
Déversement, flexion autour de z-z et flambement par flexion autour de y-y ^(eq. 6.61)	0.553	ELU 25	0.0 m
Déversement, flexion autour de z-z et flambement par flexion autour de z-z ^(eq. 6.62)	0.395	ELU 25	0.0 m
Élancement $\lambda_{y,max}$		Élancement $\lambda_{z,max}$	
31.5		89.8	

Élément 5

Taux de travail maximum par type de sollicitation et combinaisons associées

Vérifications	Taux de travail	Combinaisons associées	Abscisse sur l'élément
Compression (flambement) ^(§6.3.1)	0.201	ELU 33	0.0 m
Cisaillement sur l'axe z-z ^(§6.2.6)	0.153	ELU 10	3.818 m
Cisaillement sur l'axe y-y ^(§6.2.6)	0.01	ELU 45	0.0 m
Flexion autour de l'axe y-y ^(§6.2.5)	0.557	ELU 32	3.818 m
Flexion autour de l'axe z-z ^(§6.2.5)	0.195	ELU 45	0.0 m
Déversement ^(§6.3.2)	0.779	ELU 32	3.818 m
Flexion autour de y-y et cisaillement sur z-z ^(§6.2.8)	0.557	ELU 32	3.818 m
Flexion autour de z-z et cisaillement sur y-y ^(§6.2.8)	0.195	ELU 45	0.0 m
Flexion autour de y-y et effort normal ^(§6.2.9)	0.557	ELU 32	3.818 m
Flexion autour de z-z et effort normal ^(§6.2.9)	0.195	ELU 45	0.0 m
Flexion déviée ^(§6.2.9)	0.23	ELU 48	0.0 m
Déversement, flexion autour de z-z et flambement par flexion autour de y-y ^(eq. 6.61)	0.648	ELU 33	3.818 m
Déversement, flexion autour de z-z et flambement par flexion autour de z-z ^(eq. 6.62)	0.48	ELU 33	3.818 m
Élancement $\lambda_{y,max}$		Élancement $\lambda_{z,max}$	
32.4		89.8	

Élément 6

Taux de travail maximum par type de sollicitation et combinaisons associées

Vérifications	Taux de travail	Combinaisons associées	Abscisse sur l'élément
Compression (flambement) ^(§6.3.1)	0.007	ELU 6	0.0 m
Cisaillement sur l'axe z-z ^(§6.2.6)	0.123	ELU 32	0.0 m
Cisaillement sur l'axe y-y ^(§6.2.6)	0.001	ELU 37	1.273 m
Flexion autour de l'axe y-y ^(§6.2.5)	0.557	ELU 32	0.0 m
Flexion autour de l'axe z-z ^(§6.2.5)	0.019	ELU 37	0.0 m
Déversement ^(§6.3.2)	0.651	ELU 32	0.0 m
Flexion autour de y-y et cisaillement sur z-z ^(§6.2.8)	0.557	ELU 32	0.0 m
Flexion autour de z-z et cisaillement sur y-y ^(§6.2.8)	0.019	ELU 37	0.0 m
Flexion autour de y-y et effort normal ^(§6.2.9)	0.557	ELU 32	0.0 m
Flexion autour de z-z et effort normal ^(§6.2.9)	0.019	ELU 37	0.0 m
Flexion déviée ^(§6.2.9)	0.144	ELU 14	0.0 m
Déversement, flexion autour de z-z et flambement par flexion autour de y-y ^(eq. 6.61)	0.646	ELU 32	0.0 m
Déversement, flexion autour de z-z et flambement par flexion autour de z-z ^(eq. 6.62)	0.341	ELU 32	0.0 m
Élancement $\lambda_{y,max}$		Élancement $\lambda_{z,max}$	
30.8		89.8	

Annexe 4.3 - Bracons

Élément 7

Taux de travail maximum par type de sollicitation et combinaisons associées

Vérifications	Taux de travail	Combinaisons associées	Abscisse sur l'élément
Compression (flambement) ^(§6.3.1)	0.591	ELU 24	4.003 m
Cisaillement sur l'axe z-z ^(§6.2.6)	0.003	ELU 42	0.0 m
Cisaillement sur l'axe y-y ^(§6.2.6)	0.003	ELU 37	0.0 m
Flexion autour de l'axe y-y ^(§6.2.5)	0.02	ELU 2	2.001 m
Flexion autour de l'axe z-z ^(§6.2.5)	0.082	ELU 24	4.003 m
Flexion autour de y-y et cisaillement sur z-z ^(§6.2.8)	0.02	ELU 2	2.001 m
Flexion autour de z-z et cisaillement sur y-y ^(§6.2.8)	0.082	ELU 24	4.003 m
Flexion autour de y-y et effort normal ^(§6.2.9)	0.024	ELU 24	2.001 m
Flexion autour de z-z et effort normal ^(§6.2.9)	0.082	ELU 24	4.003 m
Flexion déviée ^(§6.2.9)	0.011	ELU 40	2.001 m
Déversement, flexion autour de z-z et flambement par flexion autour de y-y ^(eq. 6.61)	0.651	ELU 24	2.001 m
Déversement, flexion autour de z-z et flambement par flexion autour de z-z ^(eq. 6.62)	0.717	ELU 24	2.001 m
Élancement $\lambda_{y,max}$		Élancement $\lambda_{z,max}$	
75.7		84.2	

Élément 8

Taux de travail maximum par type de sollicitation et combinaisons associées

Vérifications	Taux de travail	Combinaisons associées	Abscisse sur l'élément
Compression (flambement) ^(§6.3.1)	0.793	ELU 32	0.0 m
Cisaillement sur l'axe z-z ^(§6.2.6)	0.003	ELU 2	0.0 m
Cisaillement sur l'axe y-y ^(§6.2.6)	0.004	ELU 37	0.0 m
Flexion autour de l'axe y-y ^(§6.2.5)	0.025	ELU 2	2.386 m
Flexion autour de l'axe z-z ^(§6.2.5)	0.091	ELU 32	0.0 m
Flexion autour de y-y et cisaillement sur z-z ^(§6.2.8)	0.025	ELU 2	2.386 m
Flexion autour de z-z et cisaillement sur y-y ^(§6.2.8)	0.091	ELU 32	0.0 m
Flexion autour de y-y et effort normal ^(§6.2.9)	0.032	ELU 32	2.386 m
Flexion autour de z-z et effort normal ^(§6.2.9)	0.091	ELU 32	0.0 m
Flexion déviée ^(§6.2.9)	0.015	ELU 40	2.386 m
Déversement, flexion autour de z-z et flambement par flexion autour de y-y ^(eq. 6.61)	0.906	ELU 32	2.386 m
Déversement, flexion autour de z-z et flambement par flexion autour de z-z ^(eq. 6.62)	0.965	ELU 32	2.386 m
Élancement $\lambda_{y,max}$		Élancement $\lambda_{z,max}$	
90.3		100.3	

ANNEXE 5 - SYSTÈME DE STABILITÉ LONGITUDINALE (NF EN 1993-1-1/NA (08/2013))

Annexe 5.1 - Poutre au vent de toiture

83	85	87	89	90	92	94	96
67	65	67	69	70	72	74	76
4	51	53	55	56	58	60	62
2	31	33	35	36	38	40	42
15	17	19	21	22	24	26	28
1	2	3	4	5	6	7	8

Taux de travail maximum par élément et combinaisons associées

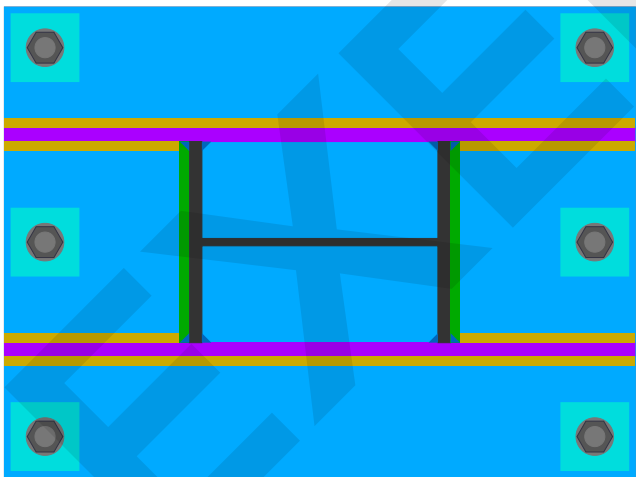
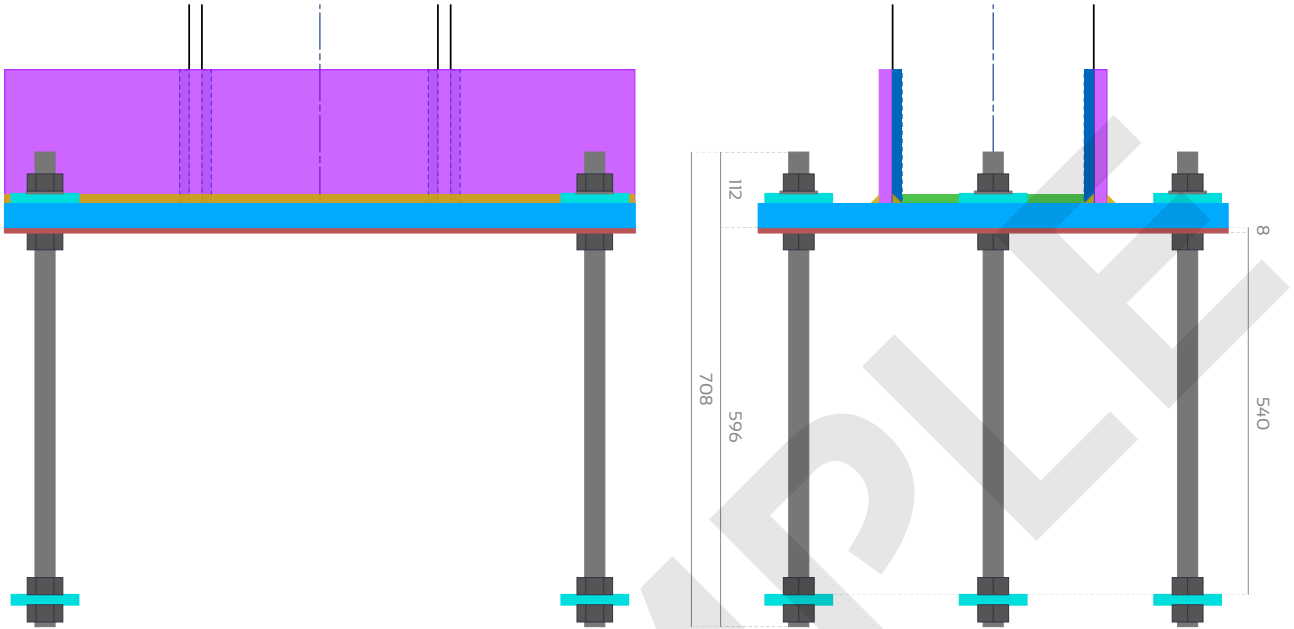
Élément (N°)	Section transversale	Matériau	Taux de travail ELU	Combinaison ELU
Poutre au vent (97)	L40x40x4	S235	0.367	1.5 x Wf-
Poutre au vent (98)	L40x40x4	S235	0.563	1.5 x Wf-
Poutre au vent (99)	L40x40x4	S235	0.367	1.5 x Wb-
Poutre au vent (100)	L40x40x4	S235	0.563	1.5 x Wb-
Poutre au vent (101)	L40x40x4	S235	0.047	1.5 x Wb-
Poutre au vent (102)	L40x40x4	S235	0.047	1.5 x Wf-
Poutre au vent (103)	L40x40x4	S235	0.58	1.5 x Wb-
Poutre au vent (104)	L40x40x4	S235	0.376	1.5 x Wb-
Poutre au vent (105)	L40x40x4	S235	0.58	1.5 x Wf-
Poutre au vent (106)	L40x40x4	S235	0.376	1.5 x Wf-

ANNEXE 6 - VÉRIFICATIONS DÉTAILLÉES DES ASSEMBLAGES (NF EN 1993-1-8/NA (07/2007))

Annexe 6.1 - Pied de poteau et ancrages

Élément 1 (poteau à gauche)

[Croquis et tableau des dimensions](#)



Gorges de soudure		
Sur les semelles internes <i>a_f</i>	Horizontale sur les raideurs <i>a_s</i>	Verticale sur le poteau <i>a_c</i>
10 mm	10 mm	10 mm

Angle entre éléments = 90.0°

Tiges d'ancrage	Désignation	Diamètre de la tige fileté d	Diamètre de la rondelle	Entraxe transversal p ₂	Pince transversale e ₂	Entraxe longitudinal p ₁	Pince longitudinale e ₁
	M30 8.8	30 mm	56 mm	290 mm > 79.2 mm	60.0 mm > 39.6 mm	820 mm > 79.2 mm	60.0 mm > 39.6 mm
Platine de pré-scellement	Épaisseur t _{sp}	Largeur B _{sp}	Longueur L _{sp}	Patin d'ancrage et plaquette d'appui	Épaisseur t _{sp}	Largeur B _{sp}	Distance sous platine de pré-scellement d _{sp}
	8 mm	700 mm	940 mm		15 mm	100 mm	540 mm
Platine en pied de poteau	Épaisseur t _p	Largeur B _p	Longueur L _p	Perçages d ₀	Raidisseurs	Épaisseur t _p	Hauteur h _p
	35 mm	700 mm	940 mm	33 mm		20 mm	200 mm

Rigidités rotationnelles prises en compte dans l'analyse mécanique

Paramètre	Symbole	Valeur
Rotation autour de y-y	S _{j,y}	252646.5 m.kN/rad
Rotation autour de z-z	S _{j,z}	86064.7 m.kN/rad

Enveloppes des sollicitations maximales dans le repère global

Sollicitation dominante	N _z	V _x	M _y	V _y	M _x	T _z	Combinaison
traction	3415.8 daN	-1303.6 daN	16388.6 m.daN	0.0 daN	0.0 m.daN	0.0 m.daN	ELU 25
compression	-16220.1 daN	526.2 daN	-5311.7 m.daN	0.0 daN	0.0 m.daN	0.0 m.daN	ELU 6
cisaillement sur x-x	3072.2 daN	-1611.2 daN	-31762.4 m.daN	0.0 daN	0.0 m.daN	0.0 m.daN	ELU 33
moment fléchissant autour de y-y	1307.1 daN	-1611.2 daN	-31978.8 m.daN	0.0 daN	0.0 m.daN	0.0 m.daN	ELU 34
cisaillement sur y-y	1762.4 daN	-1200.0 daN	-6835.8 m.daN	927.2 daN	-3906.4 m.daN	0.0 m.daN	ELU 41
moment fléchissant autour de x-x	-2.7 daN	-1200.0 daN	-7052.2 m.daN	927.2 daN	-3906.4 m.daN	0.0 m.daN	ELU 42
moment de torsion autour de z-z	3415.8 daN	-1303.6 daN	16388.6 m.daN	0.0 daN	0.0 m.daN	0.0 m.daN	ELU 25

Taux de travail maximum par type de sollicitation et combinaisons associées

Vérifications	Taux de travail	Combinaisons associées
Résistance axiale de l'assemblage (EN 1993-1-8 equation 6.24)	0.029	ELU 25
Résistance à la flexion composée de l'assemblage autour de y-y (EN 1993-1-8 équation 6.23)	0.817	ELU 33
Résistance à la flexion composée de l'assemblage autour de z-z (EN 1993-1-8 équation 6.23)	0.201	ELU 41
Résistance à la flexion déviée composée de l'assemblage (EN 1993-1-8 equation 6.24)	0.394	ELU 41
Rupture par cisaillement des tiges d'ancrage (EN 1993-1-8 §6.2.2(7))	0.03	ELU 33
Rupture en traction des tiges d'ancrage (BNCM / CNC2M – NO175 §6(9))	0.628	ELU 33
Rupture combinée en traction et en cisaillement des tiges d'ancrage (BNCM / CNC2M – NO175 §6(9))	0.479	ELU 33
Rigidité des patins d'ancrage (CTICM 1982 Y.LESCOUARCH §II.6.d)	0.382	ELU 33
Raidisseurs tendus - résistance à la flexion (EN 1993-1-1 §6.2.5)	0.74	ELU 33
Raidisseurs comprimés - résistance à la flexion (EN 1993-1-1 §6.2.5)	0.26	ELU 36
Raidisseurs tendus - résistance au cisaillement (EN 1993-1-1 §6.2.6)	0.444	ELU 33
Raidisseurs comprimés - résistance au cisaillement (EN 1993-1-1 §6.2.6)	0.443	ELU 36
Soudures de la platine tendue au poteau (EN 1993-1-8 §4.5.3.2)	0.333	ELU 33
Soudures de la platine comprimée au poteau (EN 1993-1-8 §4.5.3.2)	0.334	ELU 36
Soudures des raidisseurs tendus au poteau (EN 1993-1-8 §4.5.3.2)	0.322	ELU 33
Soudures des raidisseurs comprimés au poteau (EN 1993-1-8 §4.5.3.2)	0.321	ELU 36
Soudures des raidisseurs tendus à la platine (EN 1993-1-1 §4.5.3.2)	0.444	ELU 33
Soudures des raidisseurs comprimés à la platine (EN 1993-1-1 §4.5.3.2)	0.443	ELU 36

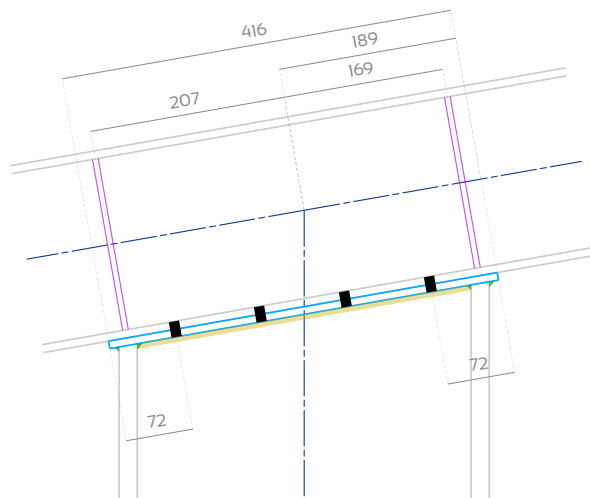
Vérifications	Statut	Information
Condition de rigidité du porte-à-faux du raidisseur (CTICM 1988 Y.LESCOUARCH §II.3.3.a)	OK	-
Condition de plasticité du porte-à-faux du raidisseur (EN 1993-1-1 §5.6)	OK	Classe I
Condition de plasticité de la partie du raidisseur entre les semelles du poteau (EN 1993-1-1 §5.6)	OK	Classe I

La section minimale d'armature de béton pour éviter la rupture par fendage doit être supérieure à 5.5 cm².

Annexe 6.2 - Platine d'about en tête de poteau

Élément 2 (poteau à gauche)

Croquis et tableau des dimensions



Angle entre éléments = 80.0°

Platine d'about	Épaisseur t_p	Largeur	Longueur	Perçages d_0	Gorge de soudure sur les semelles a_f	Gorge de soudure sur l'âme a_w
	8.0 mm	300.0 mm	(Voir croquis)	11 mm	4 mm	4 mm
Boulons	Désignation	Diamètre de la vis d	Diamètre de la rondelle	Entraxe transversal p_2	Pince transversale (arbalétrier) e_2	Entraxe longitudinal p_1
	MIO 8.8 SB	10 mm	20 mm	58 mm > 26.4 mm	21.0 mm > 13.2 mm	91 mm > 24.2 mm
Raidisseurs (sur les deux faces de l'âme)	Épaisseur t_s	Largeur b_s	Position			
	6 mm	40 mm	(Voir croquis)			

Enveloppes des sollicitations maximales dans le repère local de la platine d'about en tête de poteau

Sollicitation dominante	$F_{N,Ed}$	$F_{Vx,Ed}$	$F_{Vy,Ed}$	Combinaison
traction	1554.9 daN	9052.6 daN	0.0 daN	ELU 25
compression	-3996.0 daN	-3656.7 daN	0.0 daN	ELU 6
cisaillement sur z-z	9.1 daN	-12482.3 daN	0.0 daN	ELU 36
cisaillement sur y-y	977.6 daN	-1539.6 daN	-636.2 daN	ELU 41

Taux de travail maximum par type de sollicitation et combinaisons associées

Vérifications	Taux de travail	Combinaisons associées
Résistance au cisaillement des boulons (EN 1993-1-8 tableau 3.4)	0.747	ELU 36
Résistance à la traction des boulons (EN 1993-1-8 tableau 3.4)	0.071	ELU 25
Résistance au cisaillement et à la traction combinés des boulons (EN 1993-1-8 tableau 3.4)	0.773	ELU 33
Résistance à la pression diamétrale de la semelle inférieure de l'arbalétrier (EN 1993-1-8 tableau 3.4)	0.747	ELU 36
Résistance à la pression diamétrale de la platine d'about en tête de poteau (EN 1993-1-8 tableau 3.4)	0.747	ELU 36
Résistance au poinçonnement de la semelle inférieure de l'arbalétrier (EN 1993-1-8 tableau 3.4)	0.024	ELU 25
Résistance au poinçonnement de la platine d'about en tête de poteau (EN 1993-1-8 tableau 3.4)	0.03	ELU 25
Résistance à la flexion de la semelle inférieure de l'arbalétrier (EN 1993-1-8 §6.2)	0.063	ELU 25
Résistance à la flexion de la platine d'about en tête de poteau (EN 1993-1-8 §6.2)	0.074	ELU 25
Résistance à la compression des raidisseurs d'âme (BNCM / CNC2M - NOI75 tableau 18)	0.044	ELU 6
Résistance des soudures de la platine sur l'âme du poteau (EN 1993-1-8 §4.5.3.3)	0.255	ELU 36
Résistance des soudures de la platine sur les semelles du poteau (EN 1993-1-8 §4.5.3.3)	0.012	ELU 25

Annexe 6.3 - Goussets des bracons

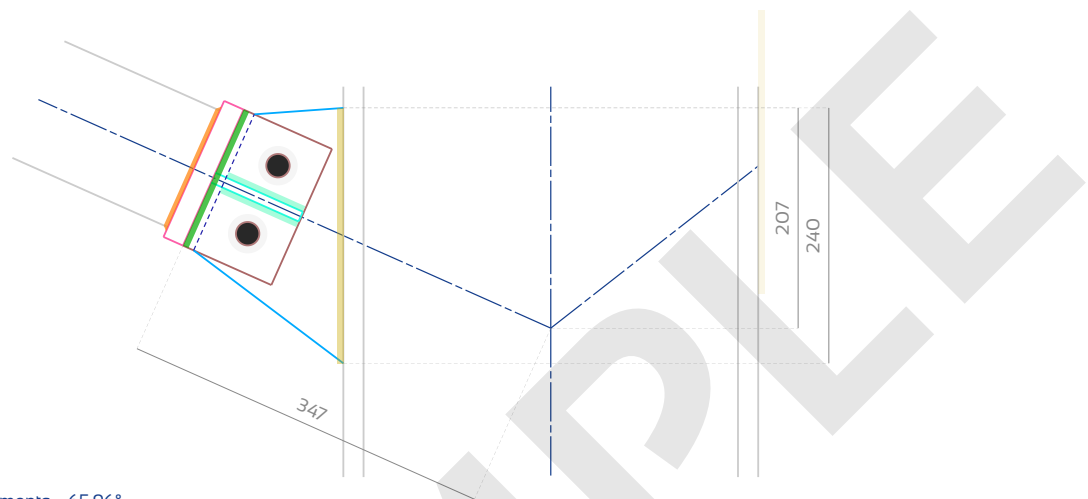
Élément 7 (Gauche)

Enveloppes des sollicitations maximales dans l'élément

Gousset fixé sur	Poteau			Arbalétrier		
Sollicitation dominante	N_x	V_z	Combinaison	N_x	V_z	Combinaison
traction	8212.8 daN	-21.4 daN	ELU 25	8231.9 daN	21.4 daN	ELU 25
compression	-11546.3 daN	-28.9 daN	ELU 24	-11520.6 daN	28.9 daN	ELU 24

Côté poteau

Croquis et tableau des dimensions



Angle entre éléments = 65.96°

Gousset fixé au bracon	Épaisseur $t_{b,g}$	Largeur	Longueur	Perçages d_o	Gorge de soudure $a_{b,g}$	
	10 mm	140 mm	91 mm	22 mm	4 mm	
Platine d'about fixée au bracon	Épaisseur $t_{b,p}$	Largeur	Longueur	Perçages d_o	Gorge de soudure $a_{b,p}$	
	20 mm	140 mm	140 mm	20 mm (galvanisation)	3 mm	
Gousset fixé sur l'autre élément	Épaisseur t_i	Dimensions et position	Perçages d_o	Jeu de montage avec platine d'about	Gorge de soudure $a_{o,s,g}$	
	10 mm	(Voir croquis)	22 mm	11 mm	4 mm	
Boulons	Désignation	Diamètre de la vis d	Diamètre de la rondelle trempée	Entraxe p_2	Pince transversale e_2	Pince longitudinale e_1
	M20 8.8 SB	20 mm	37 mm	70 mm > 52.8 mm	35.0 mm > 26.4 mm	40 mm > 26.4 mm
Raidisseurs d'âme	aucun	Raidisseur latéral du gousset	Épaisseur $t_{b,g}$	Largeur $b_{b,g}$	Hauteur $h_{b,g}$	Gorge de soudure $a_{b,g}$
			10 mm	65 mm	90 mm	4 mm

Taux de travail maximum par type de sollicitation et combinaisons associées

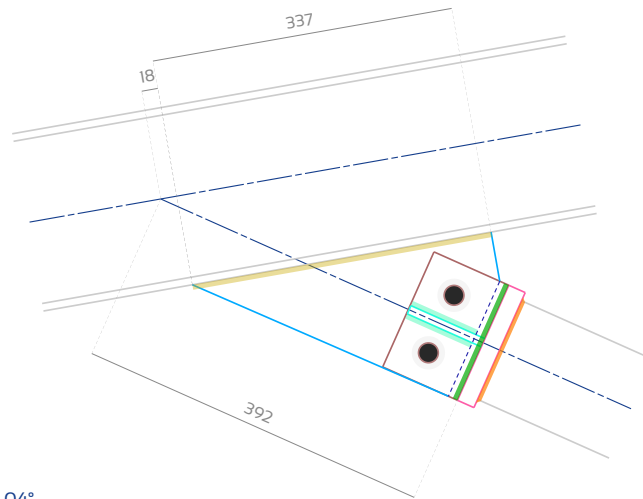
Vérifications	Taux de travail	Combinaisons associées
Résistance au cisaillement des boulons (EN 1993-1-8 tableau 3.4)	0.614	ELU 24
Résistance à la traction des boulons (EN 1993-1-8 tableau 3.4)	0.102	ELU 24
Résistance au cisaillement et à la traction combinés des boulons (EN 1993-1-8 tableau 3.4)	0.687	ELU 24
Résistance des goussets à la pression diamétrale (EN 1993-1-8 tableau 3.4)	0.668	ELU 24
Traction dans les goussets (EN 1993-1-1 §6.2.3)	0.33	ELU 25
Arrachement de bloc des goussets (EN 1993-1-8 §3.10.2)	0.379	ELU 25
Résistance à la compression de l'âme (BNCM / CNC2M – N0175 tableau 18)	0.11	ELU 24
Résistance du raidisseur latéral à la flexion (EN 1993-1-1 §6.2.5)	0.33	ELU 24
Ruine locale des parois du bracon due à la pression du gousset (CIDECT DG 1 - §7.4)	0.807	ELU 24
Ruine locale du gousset due à la pression du bracon (CIDECT DG 1 - §7.4)	0.466	ELU 24
Ruine locale de la paroi latérale du bracon due à la pression du raidisseur (CIDECT DG 1 - §7.4)	0.433	ELU 24
Résistance des soudures de la platine d'about sur le bracon (EN 1993-1-8 §4.5.3.3)	0.486	ELU 24
Résistance des soudures du gousset sur la platine d'about (EN 1993-1-8 §4.5.3.3)	0.629	ELU 24
Résistance des soudures du gousset sur l'autre élément (EN 1993-1-8 §4.5.3.3)	0.299	ELU 24

Vérifications	Statut	Information
Condition de plasticité du raidisseur latéral (EN 1993-1-1 §5.6)	OK	Classe I

EXEMPLE

Côté arbalétrier

Croquis et tableau des dimensions



Angle entre éléments = 34.04°

Gousset fixé au bracon	Épaisseur $t_{b,g}$	Largeur	Longueur	Perçages d_0	Gorge de soudure $a_{b,g}$	
	10 mm	140 mm	91 mm	22 mm	4 mm	
Platine d'about fixée au bracon	Épaisseur $t_{b,p}$	Largeur	Longueur	Perçages d_0	Gorge de soudure $a_{b,p}$	
	20 mm	140 mm	140 mm	20 mm (galvanisation)	3 mm	
Gousset fixé sur l'autre élément	Épaisseur t_i	Dimensions et position	Perçages d_0	Jeu de montage avec platine d'about	Gorge de soudure $a_{o,s,g}$	
	10 mm	(Voir croquis)	22 mm		4 mm	
Boulons	Désignation	Diamètre de la vis d	Diamètre de la rondelle trempée	Entraxe p_2	Pince transversale e_2	Pince longitudinale e_1
	M20 8.8 SB	20 mm	37 mm	70 mm > 52.8 mm	35.0 mm > 26.4 mm	40 mm > 26.4 mm
Raidisseurs d'âme	aucun	Raidisseur latéral du gousset	Épaisseur $t_{b,g}$	Largeur $b_{b,g}$	Hauteur $h_{b,g}$	Gorge de soudure $a_{b,g}$
			10 mm	65 mm	90 mm	4 mm

Taux de travail maximum par type de sollicitation et combinaisons associées

Vérifications	Taux de travail	Combinaisons associées
Résistance au cisaillement des boulons (EN 1993-1-8 tableau 3.4)	0.613	ELU 24
Résistance à la traction des boulons (EN 1993-1-8 tableau 3.4)	0.102	ELU 24
Résistance au cisaillement et à la traction combinés des boulons (EN 1993-1-8 tableau 3.4)	0.686	ELU 24
Résistance des goussets à la pression diamétrale (EN 1993-1-8 tableau 3.4)	0.667	ELU 24
Traction dans les goussets (EN 1993-1-1 §6.2.3)	0.331	ELU 25
Arrachement de bloc des goussets (EN 1993-1-8 §3.10.2)	0.379	ELU 25
Résistance à la compression de l'âme (BNCM / CNC2M - NOI75 tableau 18)	0.206	ELU 24
Résistance du raidisseur latéral à la flexion (EN 1993-1-1 §6.2.5)	0.33	ELU 24
Ruine locale des parois du bracon due à la pression du gousset (CIDECT DG 1 - §7.4)	0.805	ELU 24
Ruine locale du gousset due à la pression du bracon (CIDECT DG 1 - §7.4)	0.465	ELU 24
Ruine locale de la paroi latérale du bracon due à la pression du raidisseur (CIDECT DG 1 - §7.4)	0.432	ELU 24
Résistance des soudures de la platine d'about sur le bracon (EN 1993-1-8 §4.5.3.3)	0.484	ELU 24
Résistance des soudures du gousset sur la platine d'about (EN 1993-1-8 §4.5.3.3)	0.628	ELU 24
Résistance des soudures du gousset sur l'autre élément (EN 1993-1-8 §4.5.3.3)	0.275	ELU 24

Vérifications	Statut	Information
Condition de plasticité du raidisseur latéral (EN 1993-1-1 §5.6)	OK	Classe I

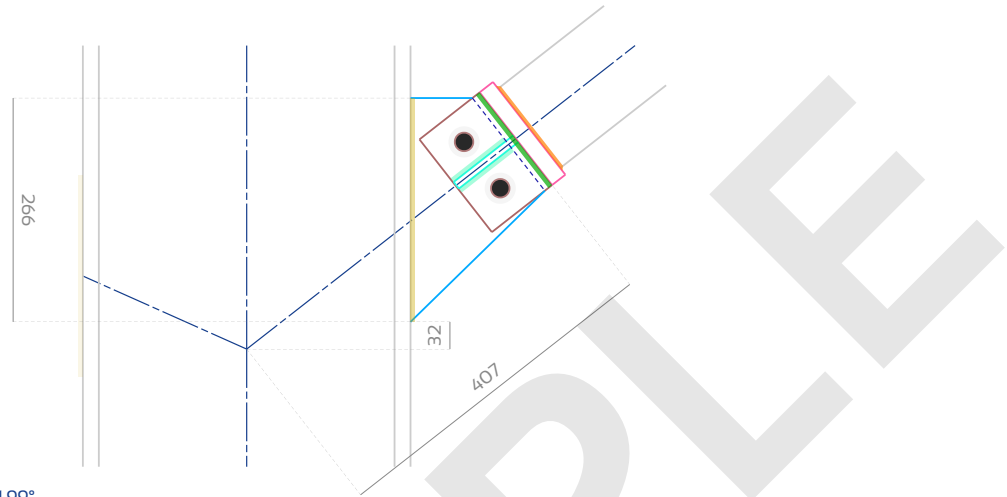
Élément 8 (Droite)

Enveloppes des sollicitations maximales dans l'élément

Gouset fixé sur	Poteau			Arbalétrier		
Sollicitation dominante	N_x	V_z	Combinaison	N_x	V_z	Combinaison
traction	9869.6 daN	22.0 daN	ELU 33	9904.0 daN	-22.0 daN	ELU 33
compression	-12906.7 daN	29.7 daN	ELU 32	-12860.3 daN	-29.7 daN	ELU 32

Côté poteau

Croquis et tableau des dimensions



Angle entre éléments = 51.99°

Gouset fixé au bras	Épaisseur t_{bg}	Largeur	Longueur	Perçages d_o	Gorge de soudure a,b,g	
	10 mm	140 mm	91 mm	22 mm	4 mm	
Platine d'about fixée au bras	Épaisseur t_{bp}	Largeur	Longueur	Perçages d_o	Gorge de soudure a,b,p	
	20 mm	140 mm	140 mm	20 mm (galvanisation)	3 mm	
Gouset fixé sur l'autre élément	Épaisseur t_i	Dimensions et position (Voir croquis)	Perçages d_o	Jeu de montage avec platine d'about	Gorge de soudure a,o,s,g	
	10 mm		22 mm	11 mm	4 mm	
Boulons	Désignation	Diamètre de la vis d	Diamètre de la rondelle trempée	Entraxe p_2	Pince transversale e_2	Pince longitudinale e_1
	M20 8.8 SB	20 mm	37 mm	70 mm > 52.8 mm	35.0 mm > 26.4 mm	40 mm > 26.4 mm
Raidisseurs d'âme	aucun	Raidisseur latéral du gouset	Épaisseur t_{bg}	Largeur b_{bg}	Hauteur h_{bg}	Gorge de soudure a,b,g
			10 mm	65 mm	90 mm	4 mm

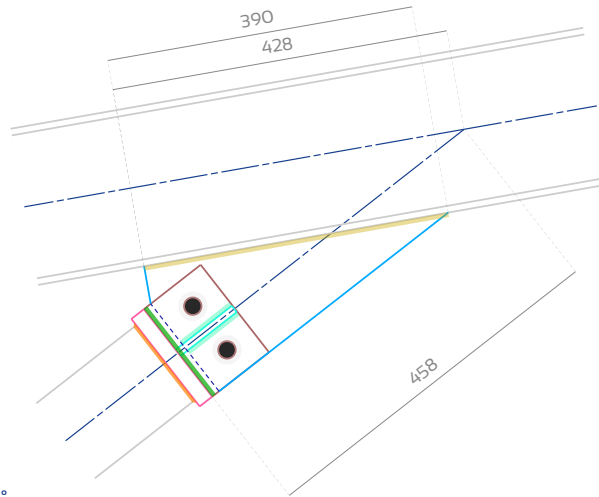
Taux de travail maximum par type de sollicitation et combinaisons associées

Vérifications	Taux de travail	Combinaisons associées
Résistance au cisaillement des boulons (EN 1993-1-8 tableau 3.4)	0.687	ELU 32
Résistance à la traction des boulons (EN 1993-1-8 tableau 3.4)	0.114	ELU 32
Résistance au cisaillement et à la traction combinés des boulons (EN 1993-1-8 tableau 3.4)	0.768	ELU 32
Résistance des goussets à la pression diamétrale (EN 1993-1-8 tableau 3.4)	0.747	ELU 32
Traction dans les goussets (EN 1993-1-1 §6.2.3)	0.397	ELU 33
Arrachement de bloc des goussets (EN 1993-1-8 §3.10.2)	0.455	ELU 33
Résistance à la compression de l'âme (BNCM / CNC2M - NOI75 tableau 18)	0.106	ELU 32
Résistance du raidisseur latéral à la flexion (EN 1993-1-1 §6.2.5)	0.369	ELU 32
Ruine locale des parois du bras due à la pression du gouset (CIDECT DG1 - §7.4)	0.902	ELU 32
Ruine locale du gouset due à la pression du bras (CIDECT DG1 - §7.4)	0.521	ELU 32
Ruine locale de la paroi latérale du bras due à la pression du raidisseur (CIDECT DG1 - §7.4)	0.484	ELU 32
Résistance des soudures de la platine d'about sur le bras (EN 1993-1-8 §4.5.3.3)	0.543	ELU 32
Résistance des soudures du gouset sur la platine d'about (EN 1993-1-8 §4.5.3.3)	0.703	ELU 32
Résistance des soudures du gouset sur l'autre élément (EN 1993-1-8 §4.5.3.3)	0.335	ELU 32

Vérifications	Statut	Information
Condition de plasticité du raidisseur latéral (EN 1993-1-1 §5.6)	OK	Classe I

Côté arbalétrier

Croquis et tableau des dimensions



Angle entre éléments = 28.01°

Gousset fixé au bracon	Épaisseur $t_{b,g}$	Largeur	Longueur	Perçages d_0	Gorge de soudure a,b,g	
	10 mm	140 mm	91 mm	22 mm	4 mm	
Platine d'about fixée au bracon	Épaisseur $t_{b,p}$	Largeur	Longueur	Perçages d_0	Gorge de soudure a,b,p	
	20 mm	140 mm	140 mm	20 mm (galvanisation)	3 mm	
Gousset fixé sur l'autre élément	Épaisseur t_i	Dimensions et position	Perçages d_0	Jeu de montage avec platine d'about	Gorge de soudure a,o,s,g	
	10 mm	(Voir croquis)	22 mm		4 mm	
Boulons	Désignation	Diamètre de la vis d	Diamètre de la rondelle trempée	Entraxe p_2	Pince transversale e_2	Pince longitudinale e_1
	M20 8.8 SB	20 mm	37 mm	70 mm > 52.8 mm	35.0 mm > 26.4 mm	40 mm > 26.4 mm
Raidisseurs d'âme	aucun	Raidisseur latéral du gousset	Épaisseur $t_{b,g}$	Largeur $b_{b,g}$	Hauteur $h_{b,g}$	Gorge de soudure a,b,g
			10 mm	65 mm	90 mm	4 mm

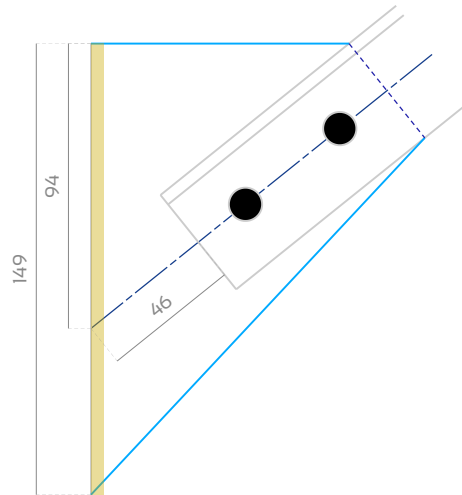
Taux de travail maximum par type de sollicitation et combinaisons associées

Vérifications	Taux de travail	Combinaisons associées
Résistance au cisaillement des boulons (EN 1993-1-8 tableau 3.4)	0.684	ELU 32
Résistance à la traction des boulons (EN 1993-1-8 tableau 3.4)	0.114	ELU 32
Résistance au cisaillement et à la traction combinés des boulons (EN 1993-1-8 tableau 3.4)	0.765	ELU 32
Résistance des goussets à la pression diamétrale (EN 1993-1-8 tableau 3.4)	0.744	ELU 32
Traction dans les goussets (EN 1993-1-1 §6.2.3)	0.398	ELU 33
Arrachement de bloc des goussets (EN 1993-1-8 §3.10.2)	0.457	ELU 33
Résistance à la compression de l'âme (BNCM / CNC2M - NOI75 tableau 18)	0.181	ELU 32
Résistance du raidisseur latéral à la flexion (EN 1993-1-1 §6.2.5)	0.368	ELU 32
Ruine locale des parois du bracon due à la pression du gousset (CIDECT DG 1 - §7.4)	0.899	ELU 32
Ruine locale du gousset due à la pression du bracon (CIDECT DG 1 - §7.4)	0.519	ELU 32
Ruine locale de la paroi latérale du bracon due à la pression du raidisseur (CIDECT DG 1 - §7.4)	0.482	ELU 32
Résistance des soudures de la platine d'about sur le bracon (EN 1993-1-8 §4.5.3.3)	0.541	ELU 32
Résistance des soudures du gousset sur la platine d'about (EN 1993-1-8 §4.5.3.3)	0.701	ELU 32
Résistance des soudures du gousset sur l'autre élément (EN 1993-1-8 §4.5.3.3)	0.265	ELU 32

Vérifications	Statut	Information
Condition de plasticité du raidisseur latéral (EN 1993-1-1 §5.6)	OK	Classe I

Annexe 6.4 - Goussets de poutre au vent de toiture

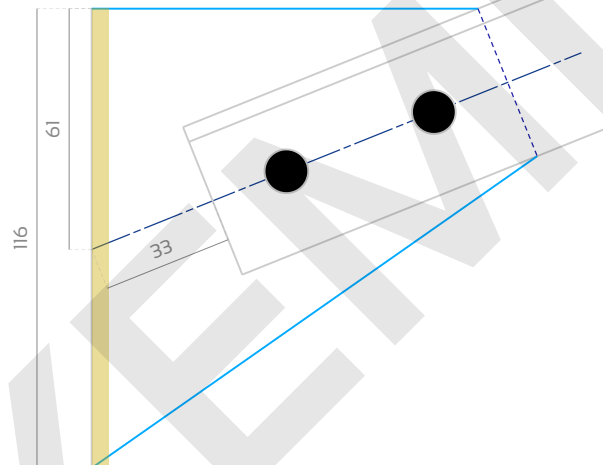
Croquis et tableau des dimensions



Angle = 38.77°

Élément	Section transversale	Gousset	Épaisseur t	Dimensions et position	Perçages d_0	Gorge de soudure a_w
	L40x40x4		5 mm	(Voir croquis)	11 mm	3 mm
Boulons	Désignation	Diamètre de la vis d	Diamètre de la rondelle	Pince transversale e_2	Entraxe p_1	Pince longitudinale e_1
	MIO 8.8 SB	10 mm	20 mm	20 mm > 13.2 mm	40 mm > 24.2 mm	20 mm > 13.2 mm

Croquis et tableau des dimensions



Angle = 21.88°

Élément	Section transversale	Gousset	Épaisseur t	Dimensions et position	Perçages d_0	Gorge de soudure a_w
	L40x40x4		5 mm	(Voir croquis)	11 mm	3 mm
Boulons	Désignation	Diamètre de la vis d	Diamètre de la rondelle	Pince transversale e_2	Entraxe p_1	Pince longitudinale e_1
	MIO 8.8 SB	10 mm	20 mm	20 mm > 13.2 mm	40 mm > 24.2 mm	20 mm > 13.2 mm

Taux de travail maximum par type de sollicitation et combinaisons associées

Vérifications	Taux de travail	Combinaisons associées
Résistance au cisaillement des boulons (EN 1993-1-8 tableau 3.4)	0.481	1.5 x Wb-
Résistance de la cornière à la pression diamétrale sur l'axe x-x (EN 1993-1-8 tableau 3.4)	0.562	1.5 x Wb-
Résistance de la cornière à la pression diamétrale sur l'axe y-y (EN 1993-1-8 tableau 3.4)	0.247	1.5 x Wb-
Interaction de la résistance à la pression diamétrale de la cornière sur les axes x-x et y-y (BNCM /CNC2M - N0175 62.1(5))	0.377	1.5 x Wb-
Résistance du gousset à la pression diamétrale sur l'axe x-x (EN 1993-1-8 tableau 3.4)	0.45	1.5 x Wb-
Résistance du gousset à la pression diamétrale sur l'axe y-y (EN 1993-1-8 tableau 3.4)	0.198	1.5 x Wb-
Interaction de la résistance à la pression diamétrale du gousset sur les axes x-x et y-y (BNCM /CNC2M - N0175 62.1(5))	0.241	1.5 x Wb-
Arrachement de bloc de la cornière (EN 1993-1-8 63.10.2)	0.614	1.5 x Wb-
Arrachement de bloc du gousset (EN 1993-1-8 63.10.2)	0.491	1.5 x Wb-
Résistance des soudures du gousset (EN 1993-1-8 94.5.3.3)	0.151	1.5 x Wb-