

EUROCODES TOOLS

Calculer facilement, construire durablement

SYNTHÈSE

NOTE DE CALCULS DE STRUCTURE

Exemple de préétude - Exemple de société

Validé par OPTIMAX STRUCTURE
le 2024-01-16 22:20

Projet défini par :

xxx - xxx

E-mail : contact@eurocodes-tools.com

Dernière modification :

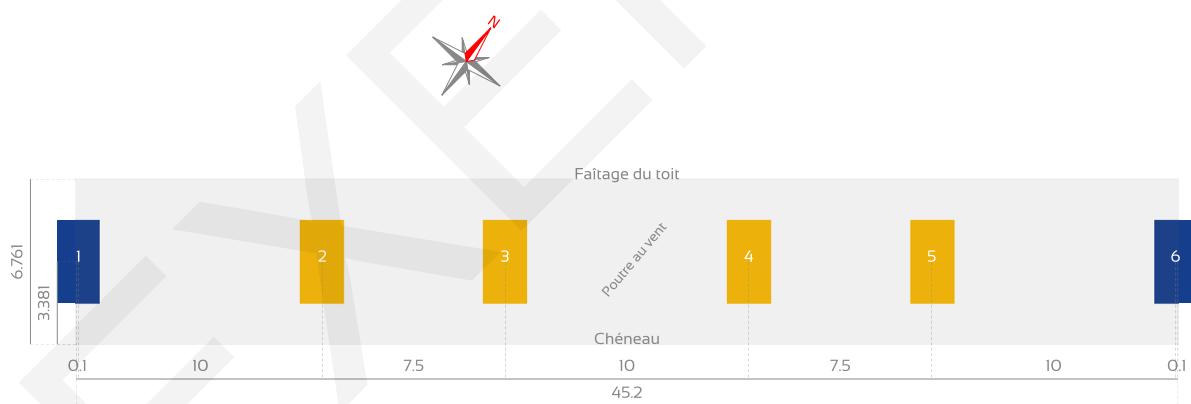
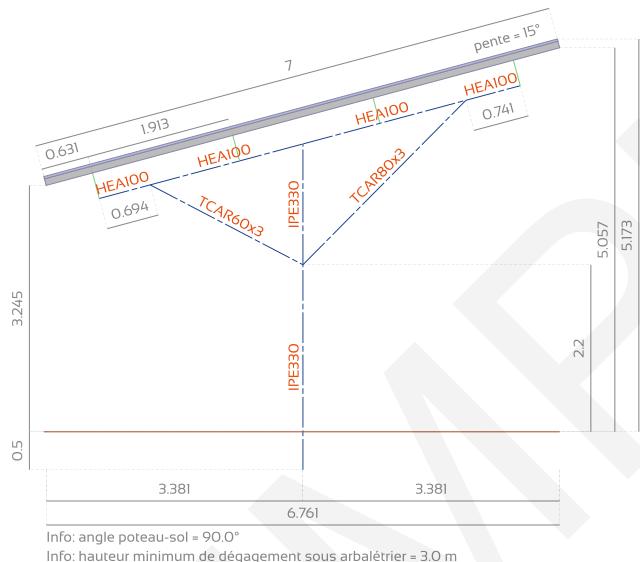
2024-01-16 22:20

A - INFORMATIONS GÉNÉRALES

Titre du projet : Exemple de préétude
 Nom du client : Exemple de société
 Dernière modification : 2024-01-16 22:20 Version : 02-0708

B - DONNÉES ET RÉSUMÉ DES RÉSULTATS

B1 - Croquis et dimensions de l'ombrière photovoltaïque



B 2 - Récapitulatif des vérifications selon les Eurocodes

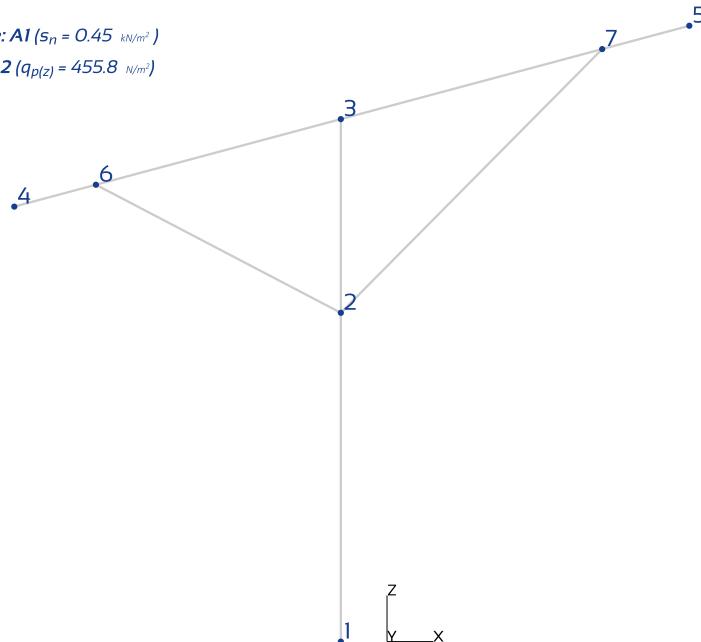
Élément	Vérification
Poteau IPE330	OK (89.4 %)
Arbalétrier HEA100	OK (78.6 %)
Bracon gauche TCAR60x3	OK (99.3 %)
Bracon droite TCAR80x3	OK (84.6 %)

Système de pose des panneaux : inconnu (avec ou sans écclisses)

C - DESCENTE DE CHARGES

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

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



Axes	Largeur de chargement	Coefficient de continuité
1	5.1 m	1.0
2	8.75 m	1.136
3	8.75 m	1.0
4	8.75 m	1.0
5	8.75 m	1.136
6	5.1 m	1.0

Axes 1 et 6

(Largeur de chargement : 5.1m, facteur de continuité : 1.0)

Noeud	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	-	-1417.4	-	-151.0	-
Neige normale						
1	0.0	-	-1241.7	-	-0.0	-
Neige accidentelle						
1	-0.0	-	-0.0	-	-0.0	-
Vent gauche en affaissement						
1	3062	-	-938.1	-	101.4	-
Vent gauche en soulèvement						
1	-383.1	-	1634.5	-	151.8	-
Vent droite en affaissement						
1	196.5	-	-938.1	-	2236.6	-
Vent droite en soulèvement						
1	-492.8	-	1634.5	-	-4225.5	-
Vent avant en affaissement						
1	84.2	298.9	-314.4	-1087.8	391.8	-0.0
Vent avant en soulèvement						
1	-296.3	298.9	1106.0	-1087.8	-1378.3	-0.0
Vent arrière en affaissement						
1	84.2	-298.9	-314.4	1087.8	391.8	0.0
Vent arrière en soulèvement						
1	-296.3	-298.9	1106.0	1087.8	-1378.3	0.0

Axes 2 , 3 , 4 et 5

(Largeur de chargement : 8.75m, facteur de continuité : 1.136)

Noeud	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	-	-2414.1	-	-314.5	-
Neige normale						
1	0.0	-	-2419.3	-	-0.0	-
Neige accidentelle						
1	-0.0	-	-0.0	-	-0.0	-
Vent gauche en affaissement						
1	544.6	-	-1827.7	-	85.9	-
Vent gauche en soulèvement						
1	-798.5	-	3184.7	-	184.1	-
Vent droite en affaissement						
1	434.9	-	-1827.7	-	4469.5	-
Vent droite en soulèvement						
1	-908.2	-	3184.7	-	-8121.6	-
Vent avant en affaissement						
1	164.2	298.9	-612.6	-1087.8	763.4	-0.0
Vent avant en soulèvement						
1	-577.4	298.9	2154.9	-1087.8	-2685.5	-0.0
Vent arrière en affaissement						
1	164.2	-298.9	-612.6	1087.8	763.4	0.0
Vent arrière en soulèvement						
1	-577.4	-298.9	2154.9	1087.8	-2685.5	0.0

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

Position	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	14.8	-	4.0	-	63.3	-
Axe 3	-14.8	-	-4.0	-	-63.3	-
Vent arrière en affaissement et Vent arrière en soulèvement						
Axe 3	14.8	-	4.0	-	63.3	-
Axe 4	-14.8	-	-4.0	-	-63.3	-

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)

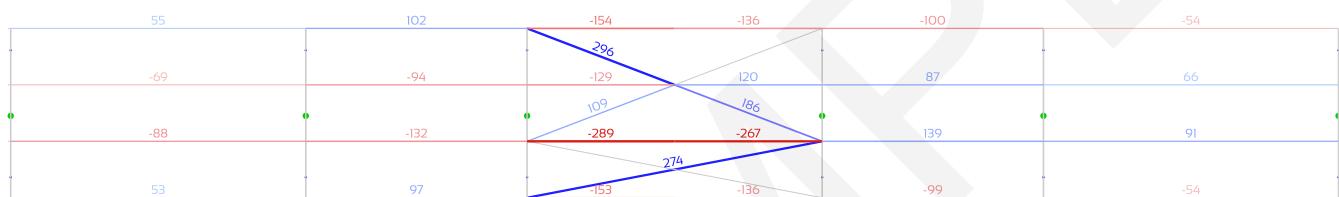
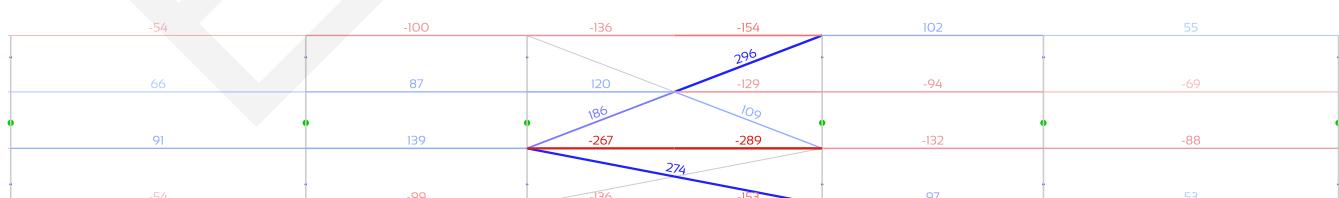


Diagramme des efforts normaux circulant dans le plan de toiture lors d'un vent arrière (Cas de charge simple non pondéré - arrondi en daN)



D 2 - Arbalétrier

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

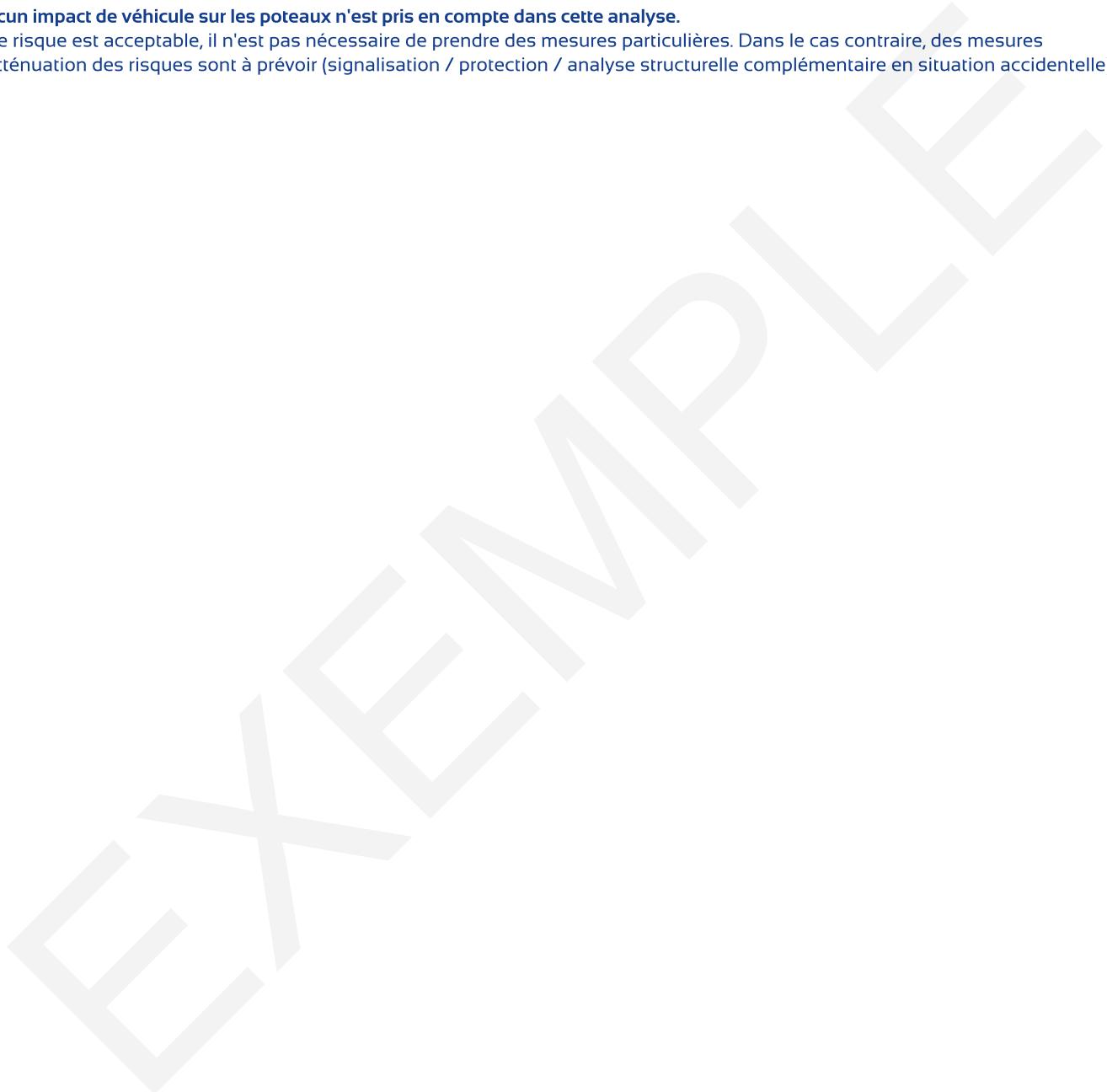
La semelle inférieure est maintenue à l'aplomb du poteau (maintien en torsion) et des bracons (ressort de torsion), de sorte que le déversement est vérifié entre ces points sans tenir compte de l'influence du maintien du gauchissement aux appuis. Le déversement de la semelle inférieure est contrôlé pour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

D 3 - Poteau

Le flambement par flexion autour des axes y-y et z-z est calculé pour un poteau en console avec 2 forces nodales d'intensités variables (la première au sommet et la seconde à l'intersection avec le bracon). Pour chaque distribution des forces (selon la combinaison de chargements), ces longueurs de flambement varient donc dans un intervalle compris entre 2 fois le niveau de l'intersection avec le bracon et 2 fois la hauteur totale du 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).



D 4 - Assemblages

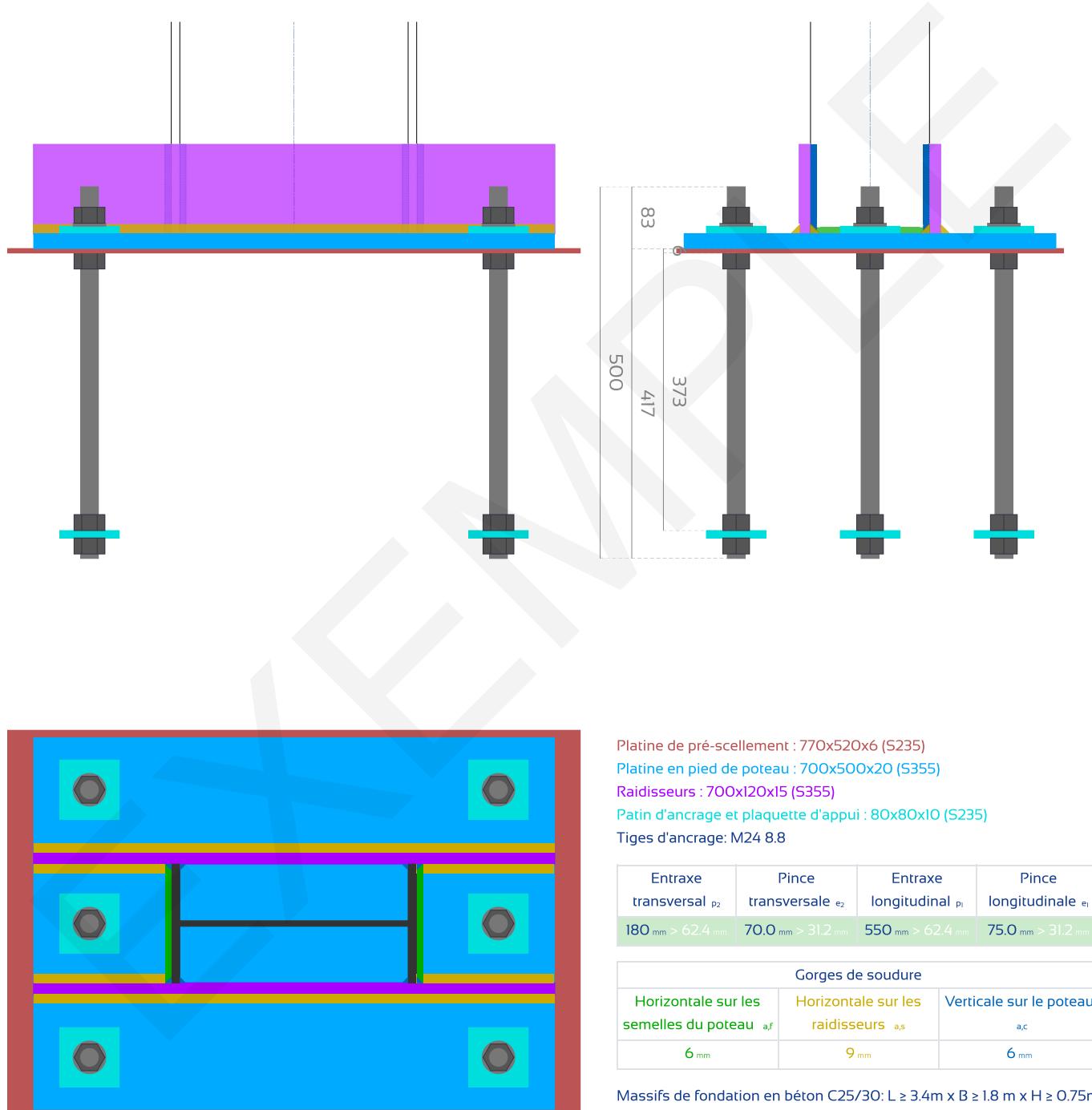
Les boulons de liaison des pièces en acier seront de type SB (Structural Bolt) et de classe 8.8 minimum.

Les percages seront conformes à la norme EN 1090-2 §6.6.1 « Dimensions des trous ».

D 4.1 - Pied de poteau et ancrages

La rotation du pied de poteau est bloquée autour des axes X et Y au niveau -0.5m sur des massifs de fondation en béton C25/30. 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.

Taux de travail: 0.833



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) :

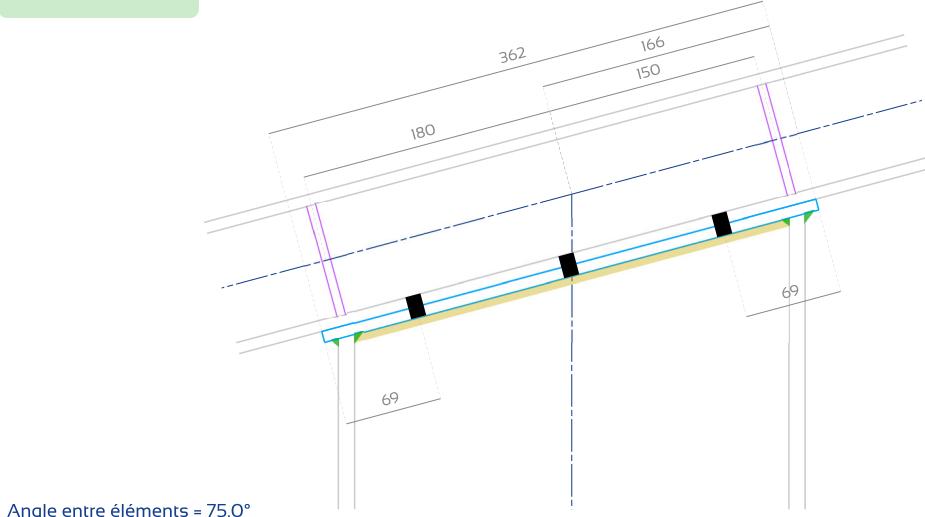
- Souder les plaquettes supérieures à la platine en pied de poteau.
- Remplir l'espace annulaire (avec une résine d'ancrage adaptée par exemple).
- Ajouter 1 cheville d'ancrage de part et d'autre du poteau dans les trous normaux (reprise directe du cisaillement par les chevilles d'ancrage).

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

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: 0.463



Angle entre éléments = 75.0°

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	160.0 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
	M10 8.8 SB	10 mm	20 mm	58 mm > 26.4 mm	21.0 mm > 13.2 mm	112 mm > 24.2 mm
Raidisseur	Épaisseur t_s	Largeur b_s	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.

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.

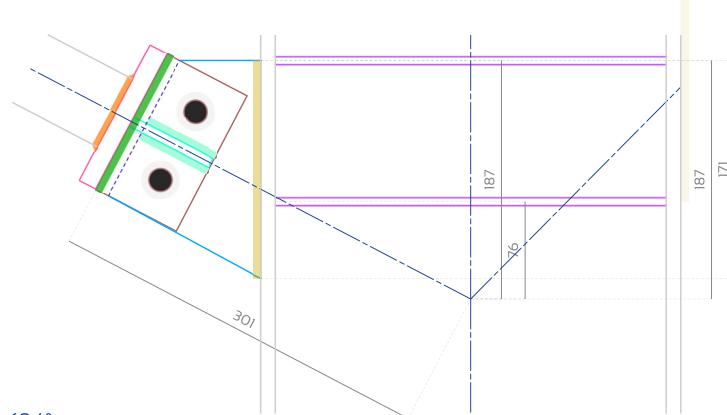


Ces goussets sont reliés entre eux par deux boulons (et rondelles trempées) fonctionnant en simple cisaillement.

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

Taux de travail: 0.559

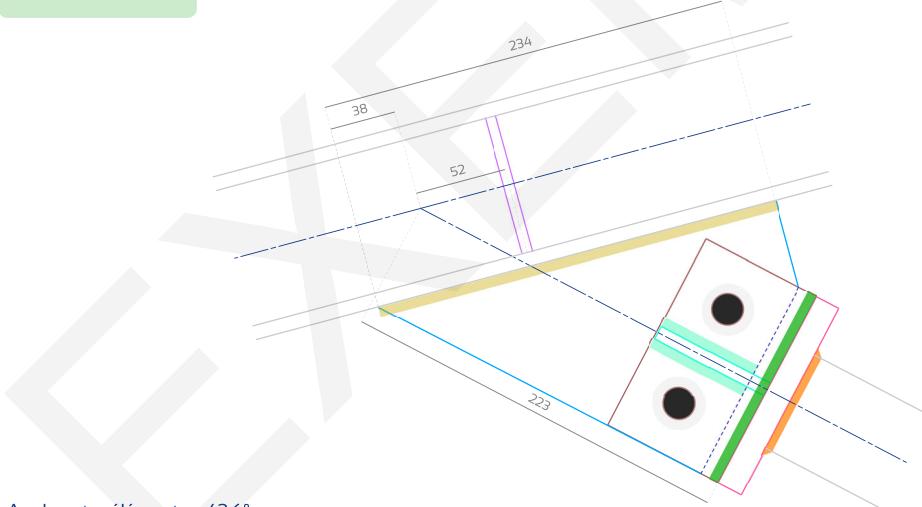


Angle entre éléments = 62.4°

Gousset fixé au bracon	Épaisseur $t_{b,g}$	Largeur	Longueur	Perçages d_0	Gorge de soudure a,b,g
	8 mm	120 mm	71 mm	18 mm	4 mm
Platine d'about fixée au bracon	Épaisseur $t_{b,p}$	Largeur	Longueur	Perçages d_0	Gorge de soudure a,b,p
	15 mm	120 mm	120 mm	10 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,os,g
	8 mm	(Voir croquis)	18 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
	M16 8.8 SB	16 mm	30 mm	60 mm > 43.2 mm	30.0 mm > 21.6 mm 30 mm > 21.6 mm
Raidisseurs d'âme	Épaisseur x Largeur	Raidisseur latéral du gousset	Épaisseur $t_{bs,g}$	Largeur $b_{bs,g}$	Hauteur $h_{bs,g}$ Gorge de soudure a,ls,g
	6 mm x 70 mm		8 mm	56 mm	70 mm 4 mm

Bracon gauche - Côté arbalétrier

Taux de travail: 0.558

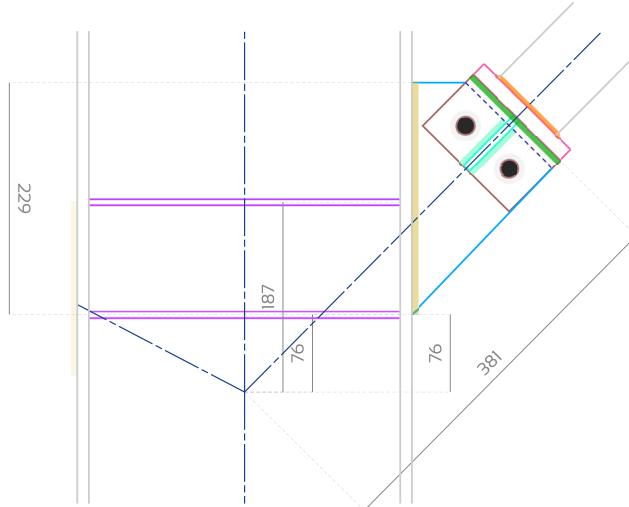


Angle entre éléments = 42.6°

Gousset fixé au bracon	Épaisseur $t_{b,g}$	Largeur	Longueur	Perçages d_0	Gorge de soudure a,b,g
	8 mm	120 mm	71 mm	18 mm	4 mm
Platine d'about fixée au bracon	Épaisseur $t_{b,p}$	Largeur	Longueur	Perçages d_0	Gorge de soudure a,b,p
	15 mm	120 mm	120 mm	10 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,os,g
	8 mm	(Voir croquis)	18 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
	M16 8.8 SB	16 mm	30 mm	60 mm > 43.2 mm	30.0 mm > 21.6 mm 30 mm > 21.6 mm
Raidisseurs d'âme	Épaisseur x Largeur	Raidisseur latéral du gousset	Épaisseur $t_{bs,g}$	Largeur $b_{bs,g}$	Hauteur $h_{bs,g}$ Gorge de soudure a,ls,g
	6 mm x 40 mm		8 mm	56 mm	70 mm 4 mm

Bracon droite - Côté poteau

Taux de travail: 0.702

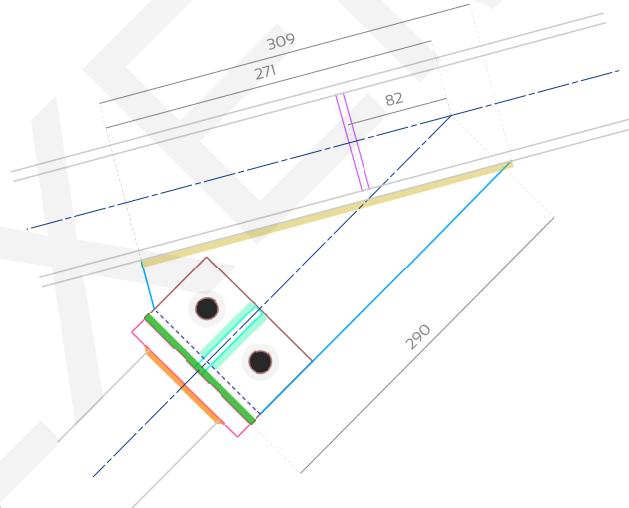


Angle entre éléments = 44.7°

Gousset fixé au bracon	Épaisseur $t_{b,g}$	Largeur	Longueur	Perçages d_0	Gorge de soudure a,b,g
	8 mm	120 mm	71 mm	18 mm	4 mm
Platine d'about fixée au bracon	Épaisseur $t_{b,p}$	Largeur	Longueur	Perçages d_0	Gorge de soudure a,b,p
	15 mm	120 mm	120 mm	10 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,os,g
	8 mm	(Voir croquis)	18 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
	M16 8.8 SB	16 mm	30 mm	60 mm > 43.2 mm	30.0 mm > 21.6 mm 30 mm > 21.6 mm
Raidisseurs d'âme	Épaisseur x Largeur	Raidisseur latéral du gousset	Épaisseur $t_{ls,g}$	Largeur $b_{ls,g}$	Hauteur $h_{ls,g}$ Gorge de soudure a,ls,g
	6 mm x 70 mm		8 mm	56 mm	70 mm 4 mm

Bracon droite - Côté arbalétrier

Taux de travail: 0.7



Angle entre éléments = 30.3°

Gousset fixé au bracon	Épaisseur $t_{b,g}$	Largeur	Longueur	Perçages d_0	Gorge de soudure a,b,g
	8 mm	120 mm	71 mm	18 mm	4 mm
Platine d'about fixée au bracon	Épaisseur $t_{b,p}$	Largeur	Longueur	Perçages d_0	Gorge de soudure a,b,p
	15 mm	120 mm	120 mm	10 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,os,g
	8 mm	(Voir croquis)	18 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
	M16 8.8 SB	16 mm	30 mm	60 mm > 43.2 mm	30.0 mm > 21.6 mm 30 mm > 21.6 mm
Raidisseurs d'âme	Épaisseur x Largeur	Raidisseur latéral du gousset	Épaisseur $t_{ls,g}$	Largeur $b_{ls,g}$	Hauteur $h_{ls,g}$ Gorge de soudure a,ls,g
	6 mm x 40 mm		8 mm	56 mm	70 mm 4 mm

D 4.4 - Goussets de poutre au vent de toiture

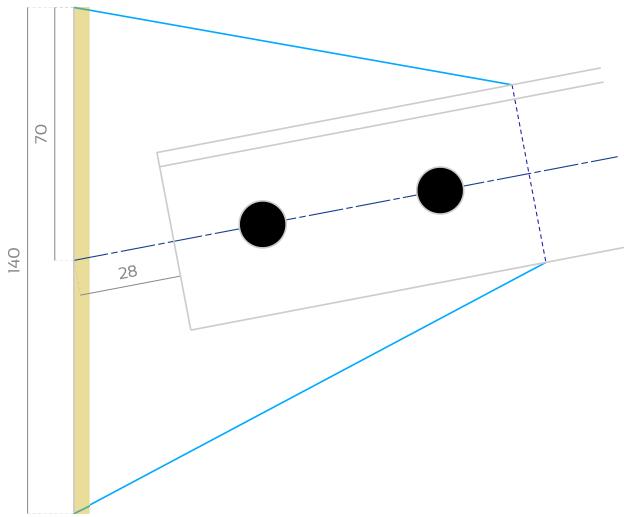
Le plan de toiture est raidi par l'installation une poutre treillis en cornières (croix) dans le plan du versant.

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.

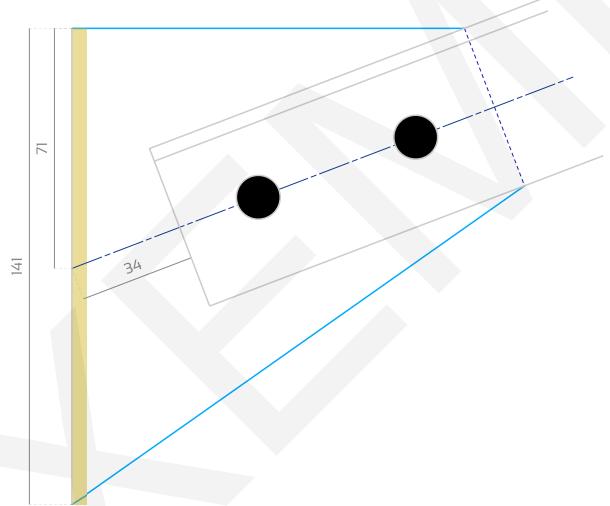
Ces goussets sont fixés aux contreventements par plusieurs boulons de classe 8.8 fonctionnant en simple cisaillement.

Taux de travail: 0.109

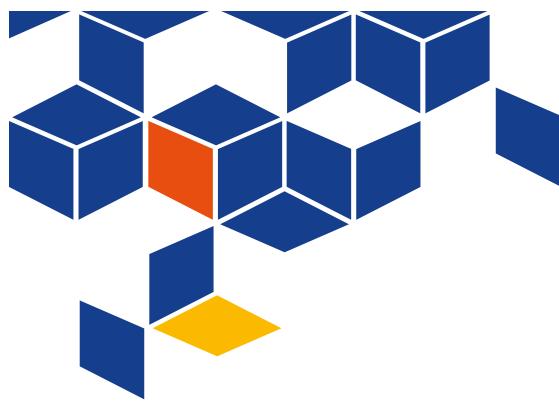


Élément	Section transversale L50x50x4	Gousset	Épaisseur t 5 mm	Dimensions et position (Voir croquis)		Perçages d_0 13 mm	Gorge de soudure a_{w0} 3 mm
				Diamètre de la vis d	Diamètre de la rondelle	Pince transversale e_2	Entraxe p_1
Boulons	MI2 8.8 SB		12 mm	24 mm	25 mm > 15.6 mm	50 mm > 28.6 mm	25 mm > 15.6 mm

Angle = 20.9°



Élément	Section transversale L50x50x4	Gousset	Épaisseur t 5 mm	Dimensions et position (Voir croquis)		Perçages d_0 13 mm	Gorge de soudure a_{w0} 3 mm
				Diamètre de la vis d	Diamètre de la rondelle	Pince transversale e_2	Entraxe p_1
Boulons	MI2 8.8 SB		12 mm	24 mm	25 mm > 15.6 mm	50 mm > 28.6 mm	25 mm > 15.6 mm



ANNEXES

NOTE DE CALCULS DE STRUCTURE

Exemple de préétude - Exemple de société

Validé par OPTIMAX STRUCTURE
le 2024-01-16 22:20

Projet défini par :

xxx - xxx

E-mail : contact@eurocodes-tools.com

Dernière modification :

2024-01-16 22:20

ANNEXE 1 - CARACTÉRISTIQUES DU MODÈLE

Annexe 1.1 - Nœuds

N° nœud	Coordonnées		Degrés de liberté bloqués
	X	Z	
1	3.381 m	-0.5 m	Ux Uz Ry
2	3.381 m	2.2 m	
3	3.381 m	3.791 m	
4	0.699 m	3.072 m	
5	6.243 m	4.557 m	
6	1.369 m	3.252 m	
7	5.527 m	4.366 m	

Annexe 1.2 - Éléments

N° élément	Nœud de départ	Nœud d'arrivée	Longueur	Section transversale	Conditions aux limites
1	1	2	2.7 m	IPE330	
2	2	3	1.591 m	IPE330	Articulé au nœud d'arrivée
3	4	6	0.694 m	HEA100	
4	6	3	2.082 m	HEA100	
5	3	7	2.222 m	HEA100	
6	7	5	0.741 m	HEA100	
7	6	2	2.27 m	TCAR60x3	Articulé au nœud de départ et au nœud d'arrivée
8	2	7	3.049 m	TCAR80x3	Articulé au nœud de départ et au nœud d'arrivée

Annexe 1.3 - Sections transversales et matériaux

Section transversale	Aire brute A	Aires cisaillées		Moments quadratiques		Moment d'inertie polaire I ₀	Moment d'inertie de torsion I _t	Facteur de gauchissement I _w
		sur y-y A _{yY}	sur z-z A _{vZ}	autour de y-y I _y	autour de z-z I _z			
IPE330	62.6 cm ²	42.3 cm ²	30.8 cm ²	11766.9 cm ⁴	788.1 cm ⁴	12555.0 cm ⁴	28.15 cm ⁴	199.1 x 10 ³ cm ⁶
HEA100	21.2 cm ²	18.4 cm ²	7.6 cm ²	349.2 cm ⁴	133.8 cm ⁴	483.0 cm ⁴	5.24 cm ⁴	2.58 x 10 ³ cm ⁶
TCAR60x3	6.6 cm ²	3.3 cm ²	3.3 cm ²	35.1 cm ⁴	35.1 cm ⁴	70.3 cm ⁴	57.09 cm ⁴	-
TCAR80x3	9.0 cm ²	4.5 cm ²	4.5 cm ²	87.8 cm ⁴	87.8 cm ⁴	175.7 cm ⁴	139.93 cm ⁴	-

Section transversale	Matériau	Limite d'élasticité f _y	Module de Young E	Module de cisaillement G
IPE330	S275	275 MPa	210000.0 MPa	80769.2 MPa
HEA100	S275	275 MPa	210000.0 MPa	80769.2 MPa
TCAR60x3	S235	235 MPa	210000.0 MPa	80769.2 MPa
TCAR80x3	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 daN/m ²
Pannes	charge uniformément répartie	8.0 daN/m ²
Chéneau	charge linéaire en rive inférieure	10.0 daN/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.

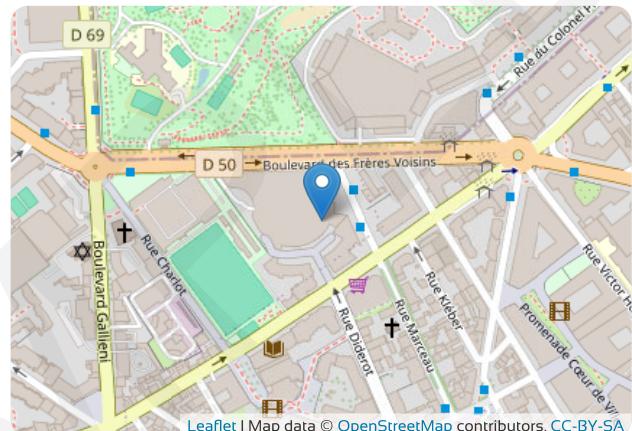
Annexe 2.3 - Charges climatiques

Annexe 2.3.1 - Localisation



48.827249°, 2.2709353°

6858824 m, 646476 m



Adresse : 24, Rue du Gouverneur Général Éboué, 92130 Issy-les-Moulineaux, Île-de-France

Annexe 2.3.2 - Altitudes



Distances / Direction	Au droit de la construction	500 m	1000 m
Nord		36 m	33 m
Nord-Est		38 m	36 m
Est		37 m	53 m
Sud-Est		43 m	64 m
Sud		48 m	85 m
Sud-Ouest		34 m	46 m
Ouest		36 m	34 m
Nord-Ouest		39 m	30 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 :	5.173 m
Orientation depuis le Nord :	54°

Annexe 2.3.4 - Catégories de terrain



Secteurs	s1	s2	s3	s4
Catégories	IV	IV	IV	IV

Rayon R du secteur angulaire : 300 m

Annexe 2.3.5 - Neige (NF EN 1991-1-3/NA (mai 2007) + AI (juillet 2011))

Annexe 2.3.5.1 - Au sol

Zone : $AI(s_{k,0} = 0.45 \text{ kN/m}^2)$ Critère pour le zonage : HAUTS-DE-SEINE (92)

Charge caractéristique de neige sur le sol à l'emplacement considéré : $s_{k,32\text{m}} = 0.45 \text{ kN/m}^2$

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	34.77 daN/m ²

Annexe 2.3.6 - Vent (NF EN 1991-1-4/NA (mars 2008) + AI (juillet 2011) + A2 (septembre 2012) + A3 (avril 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 : HAUTS-DE-SEINE (92)

Zone c_{dir} : 1

Secteurs	s1	s2	s3	s4
Définition du secteur	de 9° à 99°	de 99° à 189°	de 189° à 279°	de 279° à 9°
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	1.0 m	1.0 m	1.0 m
Facteur de terrain k_r	0.234	0.234	0.234	0.234
Hauteur au-dessus du sol z		5.173 m		
Hauteur minimale z_{min}	15.0 m	15.0 m	15.0 m	15.0 m
Coefficient de rugosité $c_{r(z)}$	0.635	0.635	0.635	0.635
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	15.2 m/s	15.2 m/s	15.2 m/s
Coefficient de turbulence k_t	0.854	0.854	0.854	0.854
Ecart type de la turbulence σ_v	4.804 m/s	4.804 m/s	4.804 m/s	4.804 m/s
Intensité de turbulence $I_{v(z)}$	0.315	0.315	0.315	0.315
Masse volumique de l'air ρ		1.225 kg/m ³		
Coefficient d'exposition $c_{e(z)}$	1.292	1.292	1.292	1.292
Pression dynamique de pointe $q_p(z)$	455.8 N/m ²	455.8 N/m ²	455.8 N/m ²	455.8 N/m ²
Vitesse maximale du vent pour les États Limites de Service $v_{p(z),ELS}$	98.2 km/h	98.2 km/h	98.2 km/h	98.2 km/h
Vitesse maximale du vent pour les États Limites Ultimes $v_{p(z),ELU}$	120.3 km/h	120.3 km/h	120.3 km/h	120.3 km/h

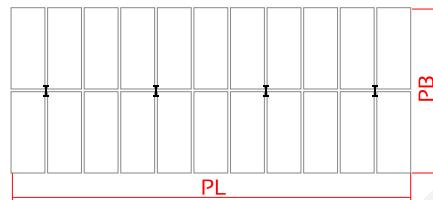
* Ici, le coefficient d'orographie est calculé selon la procédure 1, pour une orographie constituée d'obstacles de hauteurs et de formes variées. Ce type d'orographie est le plus fréquemment rencontré, mais si le bâtiment est dans un cas d'orographie constitué d'obstacles bien individualisés (collines 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 (I.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 : s2



Vent provenant de la gauche (gouttière) q_{p1}	Vent provenant de la droite (faîtiage) q_{p2}	Vent de face q_{p3}	Vent de l'arrière q_{p4}
45.58 daN/m ²	45.58 daN/m ²	45.58 daN/m ²	45.58 daN/m ²

Annexe 2.3.6.2 - Degré d'obstruction sous la toiture (EN 1991-1-4 §7.3 + cf distribution à partir de BNCF/CNC2M NO380 / REC ECI-CM : juillet 2017 Figure 22)



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
		Nombre en largeur P_B	Aire de profil	Aire totale d'obstruction
		1	7.14 m ² /véhicule	7.14 m ²

Position	Aire des obstructions	section transversale sous la voûte	Taux d'obstruction φ
A gauche	60.48 m ²	146.67 m ²	0.412
A droite	60.48 m ²	228.56 m ²	0.265
De profil	7.14 m ²	28.07 m ²	0.254

Annexe 2.3.6.3 - Pressions de surface sur le toit

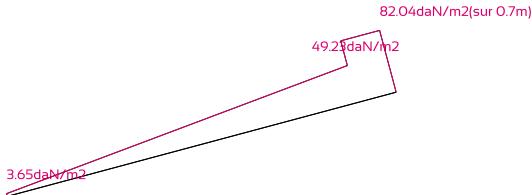
Vent gauche - affaissement



Vent gauche - soulevement



Vent droite - affaissement



Coefficient de force c_f

0.7

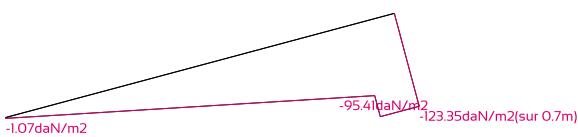
Tableau 7.6

Emplacement de c_f

4.725 m

Figure 7.16

Vent droite - soulevement



Coefficient de force c_f

-1.224

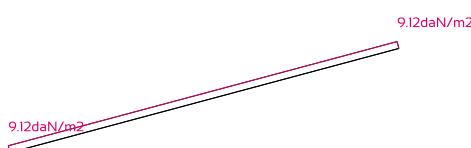
Tableau 7.6

Emplacement de c_f

4.725 m

Figure 7.16

Vent avant - affaissement



Coefficient de force c_f

0.2

pour une pente de toit $\alpha = 0^\circ$ - BNCF/CNC2M NO380 / REC ECI-

CM: Juillet 2017 Tableau 3

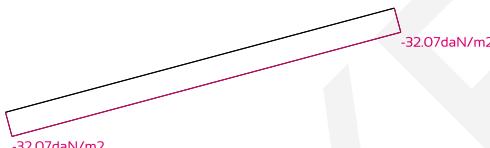
Emplacement de c_f

3.5 m

c_f est uniforme sur tout le toit - BNCF/CNC2M NO380 / REC ECI-

CM: Juillet 2017 §5.3

Vent avant - soulevement



Coefficient de force c_f

-0.704

pour une pente de toit $\alpha = 0^\circ$ - BNCF/CNC2M NO380 / REC ECI-

CM: Juillet 2017 Tableau 3

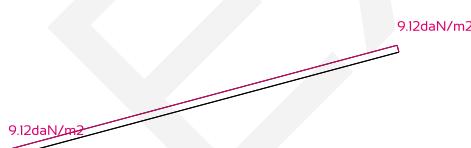
Emplacement de c_f

3.5 m

c_f est uniforme sur tout le toit - BNCF/CNC2M NO380 / REC ECI-

CM: Juillet 2017 §5.3

Vent arrière - affaissement



Coefficient de force c_f

0.2

pour une pente de toit $\alpha = 0^\circ$ - BNCF/CNC2M NO380 / REC ECI-

CM: Juillet 2017 Tableau 3

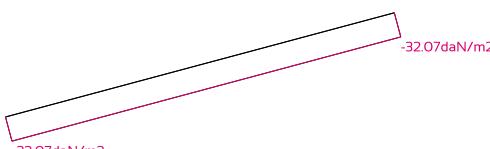
Emplacement de c_f

3.5 m

c_f est uniforme sur tout le toit - BNCF/CNC2M NO380 / REC ECI-

CM: Juillet 2017 §5.3

Vent arrière - soulevement



Coefficient de force c_f

-0.704

pour une pente de toit $\alpha = 0^\circ$ - BNCF/CNC2M NO380 / REC ECI-

CM: Juillet 2017 Tableau 3

Emplacement de c_f

3.5 m

c_f est uniforme sur tout le toit - BNCF/CNC2M NO380 / REC ECI-

CM: Juillet 2017 §5.3

Annexe 2.3.6.4 - Frottement sur les éléments

	Poteau		Arbalétrier		Bracon gauche		Bracon droite		Surface de toiture	
Cas de charge	C_f, poteau	Q, poteau	$C_f, \text{arbalétrier}$	$Q, \text{arbalétrier}$	$C_f, \text{bracon gauche}$	$Q, \text{bracon gauche}$	$C_f, \text{bracon droite}$	$Q, \text{bracon droite}$	C_f, toit	Q, toit
Vent gauche - affaissement	0.85	12.8 daN/m	-	-	-	-	-	-	-	-
Vent gauche - soulèvement	0.85	12.8 daN/m	-	-	-	-	-	-	-	-
Vent droite - affaissement	0.85	-12.8 daN/m	-	-	-	-	-	-	-	-
Vent droite - soulèvement	0.85	-12.8 daN/m	-	-	-	-	-	-	-	-
Vent avant - affaissement	2.0	30.1 daN/m	1.43	6.3 daN/m	1.58	4.3 daN/m	1.71	6.2 daN/m	0.05	17.2 daN/m
Vent avant - soulèvement	2.0	30.1 daN/m	1.43	6.3 daN/m	1.58	4.3 daN/m	1.71	6.2 daN/m	0.05	17.2 daN/m
Vent arrière - affaissement	2.0	-30.1 daN/m	1.43	-6.3 daN/m	1.58	-4.3 daN/m	1.71	-6.2 daN/m	0.05	-17.2 daN/m
Vent arrière - soulèvement	2.0	-30.1 daN/m	1.43	-6.3 daN/m	1.58	-4.3 daN/m	1.71	-6.2 daN/m	0.05	-17.2 daN/m

Annexe 2.3.6.5 - Coefficient structural $c_s c_d$ (EN 1991-1-4 §6)

Le coefficient structural $c_s c_d$ 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 $L(z_s)$	52.89 m	52.89 m	52.89 m	52.89 m	§B.1(1)
Coefficient de réponse quasi-statique B^2	0.532	0.532	0.532	0.532	§B.2(2)
Fréquence propre de la structure $n_{l,x}$		2.866 Hz			-
Fréquence adimensionnelle $f_{L(z_s,n_l)}$	9.974	9.974	9.974	9.974	§B.1(2)
Fonction de densité spectrale de puissance adimensionnelle $S_{L(z_s,n_l)}$	0.03	0.03	0.03	0.03	
η_h	4.921	4.921	4.921	4.921	§B.2(6)
Fonction d'admittance aérodynamique R_h	0.183	0.183	0.183	0.183	
η_b	39.205	39.205	39.205	39.205	
Fonction d'admittance aérodynamique R_b	0.025	0.025	0.025	0.025	
Décrément logarithmique d'amortissement structural δ_s		0.05			tableau F.2
Masse par unité d'aire de la construction μ		36.6 kg/m ²			-
Masse équivalente par unité de surface du maître couple ($H_s L$) μ_e		136.6 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	0.017	0.029	0.017	0.029	§F.5(4)
Décrément logarithmique d'amortissement δ	0.067	0.079	0.067	0.079	§F.5(I)
Coefficient de réponse résonante R^2	0.01	0.009	0.01	0.009	§B.2(5)
Fréquence de franchissement v	0.394 Hz	0.362 Hz	0.394 Hz	0.362 Hz	§B.2(4)
Facteur de pointe k_p	3.488	3.463	3.488	3.463	§B.2(3)
Coefficient structural $c_s c_d$	0.85	0.85	0.85	0.85	§6.3.I(1)

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

Annexe 2.4 - Actions thermiques (EN 1991-1-5)

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(l) note 2	Température d'origine T_0 Annexe A.1	Composantes de température uniforme des pannes ΔT_u équation 5.1
Hiver	-20 °C	-20 °C	-20 °C	-20.0 °C	10 °C	-30.0 °C
Été	40 °C	40 °C	50 °C (surface sombre: +10°C)	45.0 °C		+35.0 °C

Annexe 2.4.2 - Dilatation

Coefficient de dilatation linéaire α_T tableau C.1	$12 \times 10^{-6} / ^\circ C$	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	Joint de dilatation	Sommes cumulées avec joints de dilatation
1	-3.6 mm / +4.2 mm	0.0 mm / +0.2 mm	2	0.0 mm / +0.2 mm	-	0.0 mm / +0.2 mm
2	-2.7 mm / +3.2 mm	0.0 mm / +0.0 mm	3	0.0 mm / +0.2 mm	-	0.0 mm / +0.2 mm
3	-3.6 mm / +4.2 mm	0.0 mm / +0.2 mm	4	0.0 mm / +0.4 mm	-	0.0 mm / +0.4 mm
4	-2.7 mm / +3.2 mm	0.0 mm / +0.0 mm	5	0.0 mm / +0.4 mm	-	0.0 mm / +0.4 mm
5	-3.6 mm / +4.2 mm	0.0 mm / +0.2 mm	6	0.0 mm / +0.6 mm	-	0.0 mm / +0.6 mm

Annexe 2.5 - Séisme

Zone : 1 (0.4 m/s²) Critère pour le zonage : HAUTS-DE-SEINE (92)

Catégorie d'importance définie par le maître d'ouvrage : I (Bâtiments d'importance mineure pour la sécurité des personnes et dans lesquels est exclue toute activité humaine nécessitant un séjour de longue durée).

↪ Aucune analyse sismique n'est donc nécessaire.

Annexe 2.6 - Tableaux des charges

Annexe 2.6.1 - Charges dues au poids propre (G)

N° élément	Système	Charges réparties (dont majoration de 10% pour tenir compte des pièces d'assemblages)			
		Abscisse	qx	qy	qz
1	local	0.0 m	-53.0 daN/m	0 daN/m	-0.0 daN/m
		2.7 m	-53.0 daN/m	0 daN/m	-0.0 daN/m
2	local	0.0 m	-53.0 daN/m	0 daN/m	-0.0 daN/m
		1.591 m	-53.0 daN/m	0 daN/m	-0.0 daN/m
3	local	0.0 m	-4.7 daN/m	0 daN/m	-17.4 daN/m
		0.694 m	-4.7 daN/m	0 daN/m	-17.4 daN/m
4	local	0.0 m	-4.7 daN/m	0 daN/m	-17.4 daN/m
		2.082 m	-4.7 daN/m	0 daN/m	-17.4 daN/m
5	local	0.0 m	-4.7 daN/m	0 daN/m	-17.4 daN/m
		2.222 m	-4.7 daN/m	0 daN/m	-17.4 daN/m
6	local	0.0 m	-4.7 daN/m	0 daN/m	-17.4 daN/m
		0.741 m	-4.7 daN/m	0 daN/m	-17.4 daN/m
7	local	0.0 m	2.6 daN/m	0 daN/m	-5.0 daN/m
		2.27 m	2.6 daN/m	0 daN/m	-5.0 daN/m
8	local	0.0 m	-5.4 daN/m	0 daN/m	-5.4 daN/m
		3.049 m	-5.4 daN/m	0 daN/m	-5.4 daN/m

Annexe 2.6.2 - Charges concentrées

N° élément	Système	Charges			
		Abscisse	Fx	Fz	Cy
<i>Charges permanentes (G)</i>					
3	local	0.0 m	-140.0 daN	-544.8 daN	-48.7 m.daN
4	local	1.219 m	-137.8 daN	-481.5 daN	-48.0 m.daN
5	local	1.05 m	-137.8 daN	-544.8 daN	-48.0 m.daN
6	local	0.741 m	-114.3 daN	-406.6 daN	-39.8 m.daN
<i>Neige normale (Sn)</i>					
3	local	0.0 m	-142.0 daN	-507.6 daN	-49.4 m.daN
4	local	1.219 m	-171.1 daN	-660.9 daN	-59.5 m.daN
5	local	1.05 m	-171.1 daN	-660.9 daN	-59.5 m.daN
6	local	0.741 m	-142.0 daN	-507.6 daN	-49.4 m.daN
<i>Neige accidentelle (Sa)</i>					
<i>Vent gauche en affaissement (Wi-)</i>					
3	local	0.0 m	0.0 daN	-845.7 daN	0.0 m.daN
4	local	1.219 m	-0.0 daN	-569.9 daN	0.0 m.daN
5	local	1.05 m	-0.0 daN	-368.6 daN	-0.0 m.daN
6	local	0.741 m	-0.0 daN	-108.0 daN	-0.0 m.daN
<i>Vent gauche en soulèvement (Wi+)</i>					
3	local	0.0 m	-0.0 daN	1386.9 daN	-0.0 m.daN
4	local	1.219 m	0.0 daN	1126.7 daN	-0.0 m.daN
5	local	1.05 m	0.0 daN	640.8 daN	0.0 m.daN
6	local	0.741 m	0.0 daN	142.6 daN	0.0 m.daN
<i>Vent droite en affaissement (Wr-)</i>					
3	local	0.0 m	0.0 daN	-108.0 daN	0.0 m.daN
4	local	1.219 m	-0.0 daN	-368.6 daN	0.0 m.daN
5	local	1.05 m	-0.0 daN	-569.9 daN	-0.0 m.daN
6	local	0.741 m	-0.0 daN	-845.7 daN	-0.0 m.daN
<i>Vent droite en soulèvement (Wr+)</i>					
3	local	0.0 m	0.0 daN	142.6 daN	0.0 m.daN
4	local	1.219 m	0.0 daN	640.8 daN	-0.0 m.daN
5	local	1.05 m	0.0 daN	1126.7 daN	0.0 m.daN
6	local	0.741 m	-0.0 daN	1386.9 daN	-0.0 m.daN
<i>Vent avant en affaissement (Wf-)</i>					
3	local	0.0 m	0.0 daN	-137.8 daN	0.0 m.daN
4	local	1.219 m	-0.0 daN	-179.4 daN	0.0 m.daN
5	local	1.05 m	-0.0 daN	-179.4 daN	-0.0 m.daN
6	local	0.741 m	-0.0 daN	-137.8 daN	-0.0 m.daN

N° élément	Système	Charges			
		Abscisse	F _x	F _z	C _y
<i>Vent avant en soulèvement (Wf+)</i>					
3	local	0.0 m	-0.0 daN	484.6 daN	-0.0 m.daN
4	local	1.219 m	0.0 daN	630.9 daN	-0.0 m.daN
5	local	1.05 m	0.0 daN	630.9 daN	0.0 m.daN
6	local	0.741 m	-0.0 daN	484.6 daN	-0.0 m.daN
<i>Vent arrière en affaissement (Wb-)</i>					
3	local	0.0 m	0.0 daN	-137.8 daN	0.0 m.daN
4	local	1.219 m	-0.0 daN	-179.4 daN	0.0 m.daN
5	local	1.05 m	-0.0 daN	-179.4 daN	-0.0 m.daN
6	local	0.741 m	-0.0 daN	-137.8 daN	-0.0 m.daN
<i>Vent arrière en soulèvement (Wb+)</i>					
3	local	0.0 m	-0.0 daN	484.6 daN	-0.0 m.daN
4	local	1.219 m	0.0 daN	630.9 daN	-0.0 m.daN
5	local	1.05 m	0.0 daN	630.9 daN	0.0 m.daN
6	local	0.741 m	-0.0 daN	484.6 daN	-0.0 m.daN

EXAMPLE

Annexe 2.7 - Combinaisons de chargements (EN 1990)

Annexe 2.7.1 - États Limites Ultimes

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

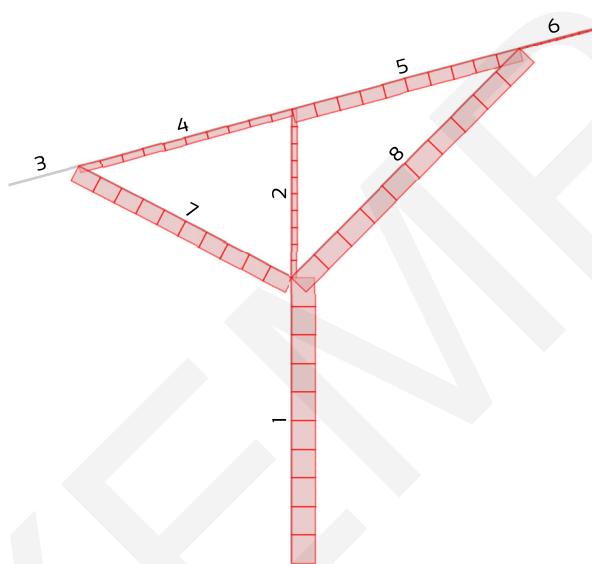
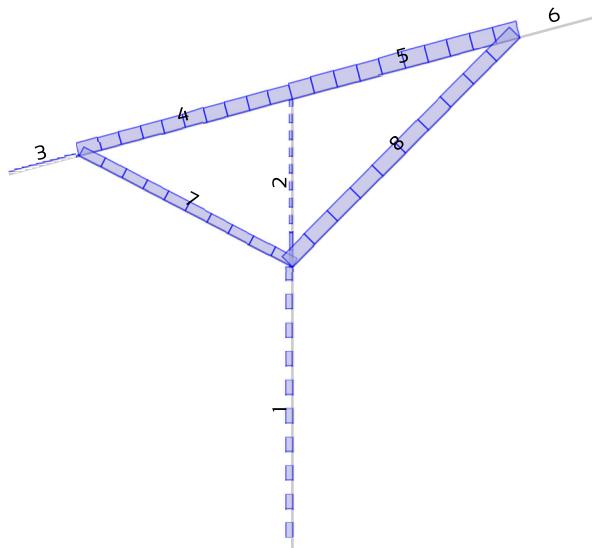
Annexe 2.7.2 - États Limites de Service

Id	Combinaison
ELS 1	G
ELS 2	G + S
ELS 3	G + S + 0.6 WI-
ELS 4	G + S + 0.6 WI+
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 + WI-
ELS 12	G + WI- + 0.5 * S
ELS 13	G + WI+
ELS 14	G + WI+ + 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

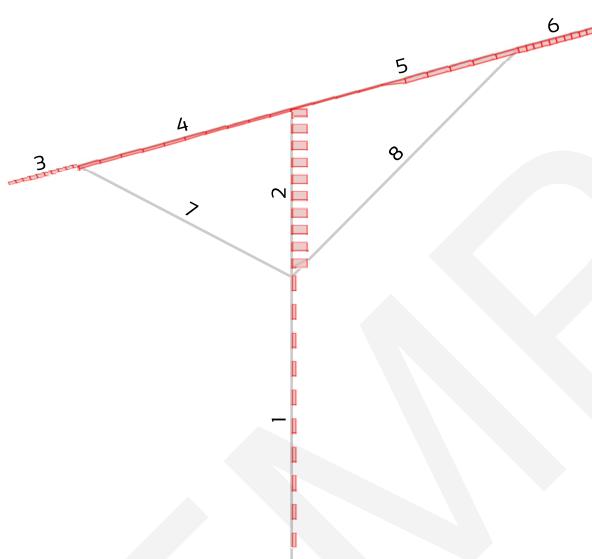
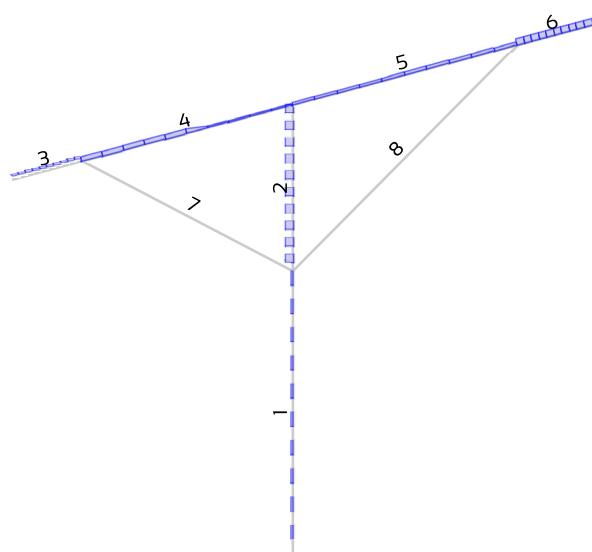
Lors du calcul, les éléments sont sous-divisés par 10.

Annexe 3.1 - Efforts normaux N_X



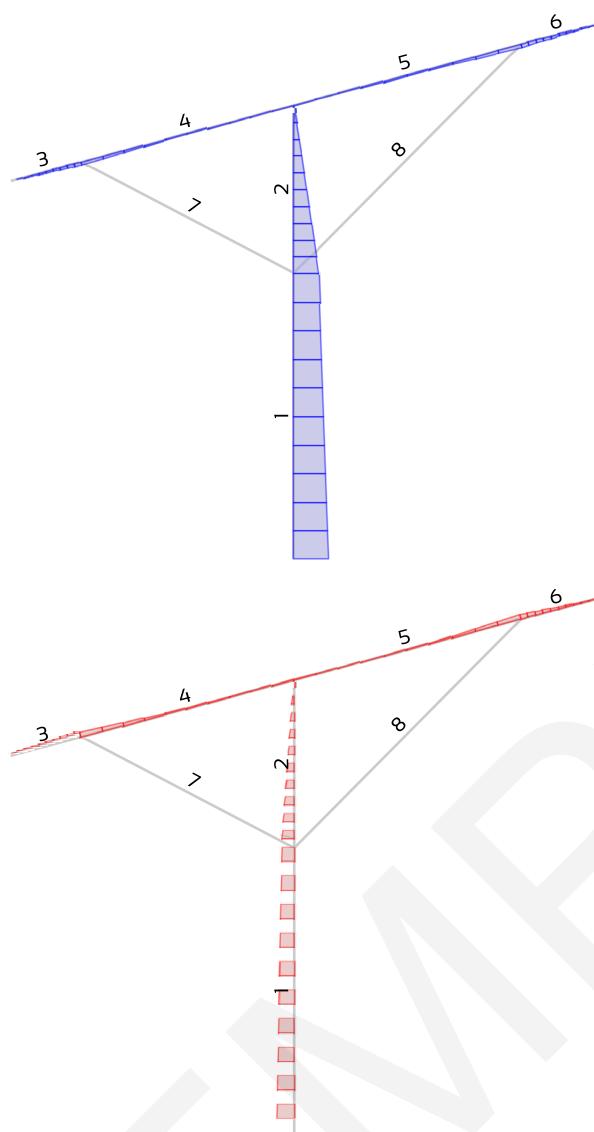
Élément (N°)	$N_{X,\text{max}}(\text{traction})$	$N_{X,\text{min}}(\text{compression})$
Poteau - partie inférieure (1)	2506.1 daN (ELU 25)	-8532.9 daN (ELU 6)
Poteau - partie supérieure (2)	1128.2 daN (ELU 25)	-1897.5 daN (ELU 6)
Arbalétrier - console (3)	406.3 daN (ELU 8)	-
Arbalétrier - travée (4)	5150.4 daN (ELU 6)	-2472.7 daN (ELU 25)
Arbalétrier - travée (5)	6197.2 daN (ELU 32)	-4922.4 daN (ELU 33)
Arbalétrier - console (6)	-	-371.9 daN (ELU 12)
Bracon gauche (7)	3559.3 daN (ELU 25)	-5967.9 daN (ELU 24)
Bracon droite (8)	5395.6 daN (ELU 33)	-7497.8 daN (ELU 32)

Annexe 3.2 - Efforts tranchant V_Z



Élément (N°)	$V_{Z,max}$	$V_{Z,min}$
Poteau - partie inférieure (1)	816.9 daN (ELU 24)	-1362.3 daN (ELU 33)
Poteau - partie supérieure (2)	2881.2 daN (ELU 29)	-5672.7 daN (ELU 36)
Arbalétrier - console (3)	1535.5 daN (ELU 25)	-2401.0 daN (ELU 24)
Arbalétrier - travée (4)	1659.4 daN (ELU 6)	-908.2 daN (ELU 25)
Arbalétrier - travée (5)	1084.3 daN (ELU 33)	-1541.7 daN (ELU 32)
Arbalétrier - console (6)	2215.5 daN (ELU 32)	-1673.7 daN (ELU 33)
Bracon gauche (7)	7.6 daN (ELU 42)	-7.6 daN (ELU 42)
Bracon droite (8)	11.1 daN (ELU 2)	-11.1 daN (ELU 2)

Annexe 3.3 - Moments de flexion My



Élément (N°)	My,max	My,min
Poteau - partie inférieure (1)	12607.0 m.daN (ELU 36)	-6389.8 m.daN (ELU 29)
Poteau - partie supérieure (2)	8998.7 m.daN (ELU 36)	-4558.6 m.daN (ELU 29)
Arbalétrier - console (3)	1012.8 m.daN (ELU 25)	-1763.6 m.daN (ELU 24)
Arbalétrier - travée (4)	1012.8 m.daN (ELU 25)	-1763.6 m.daN (ELU 24)
Arbalétrier - travée (5)	1274.7 m.daN (ELU 33)	-1543.8 m.daN (ELU 32)
Arbalétrier - console (6)	1274.7 m.daN (ELU 33)	-1543.8 m.daN (ELU 32)
Bracon gauche (7)	4.3 m.daN (ELU 2)	-0.0 m.daN
Bracon droite (8)	8.4 m.daN (ELU 2)	-0.0 m.daN

Annexe 3.4 - Efforts tranchant Vy

Élément (N°)	Vy,max	Vy,min
Poteau - partie inférieure (1)	448.3 daN (ELU 45)	-448.3 daN (ELU 37)
Poteau - partie supérieure (2)	327.5 daN (ELU 45)	-327.5 daN (ELU 37)
Arbalétrier - console (3)	28.7 daN (ELU 45)	-27.0 daN (ELU 37)
Arbalétrier - travée (4)	139.7 daN (ELU 41)	-143.3 daN (ELU 45)
Arbalétrier - travée (5)	112.6 daN (ELU 45)	-115.7 daN (ELU 37)
Arbalétrier - console (6)	30.6 daN (ELU 37)	-29.0 daN (ELU 45)
Bracon gauche (7)	7.3 daN (ELU 45)	-7.3 daN (ELU 37)
Bracon droite (8)	14.2 daN (ELU 45)	-14.2 daN (ELU 37)

Annexe 3.5 - Moments de flexion M_Z

Élément (N°)	M _{Z,max}	M _{Z,min}
Poteau - partie inférieure (1)	1631.7 m.daN (ELU 45)	-1631.7 m.daN (ELU 37)
Poteau - partie supérieure (2)	530.5 m.daN (ELU 45)	-530.5 m.daN (ELU 37)
Arbalétrier - console (3)	17.6 m.daN (ELU 45)	-16.5 m.daN (ELU 41)
Arbalétrier - travée (4)	91.6 m.daN (ELU 41)	-91.4 m.daN (ELU 45)
Arbalétrier - travée (5)	91.6 m.daN (ELU 41)	-91.4 m.daN (ELU 45)
Arbalétrier - console (6)	18.9 m.daN (ELU 45)	-20.1 m.daN (ELU 37)
Bracon gauche (7)	47.7 m.daN (ELU 24)	-37.4 m.daN (ELU 18)
Bracon droite (8)	60.0 m.daN (ELU 32)	-47.8 m.daN (ELU 18)

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	-0.5 mm	-1.1 mm	-0.0 mm	-0.9 mm	-0.8 mm	-1.2 mm
	2	0.0 mm	-0.5 mm	-1.1 mm	0.7 mm	-0.1 mm	-0.8 mm	-0.9 mm
	3	0.0 mm	-0.8 mm	-2.4 mm	0.5 mm	-1.8 mm	-1.7 mm	-2.5 mm
	4	0.0 mm	0.3 mm	1.5 mm	1.4 mm	3.3 mm	1.1 mm	2.3 mm
	5	0.0 mm	3.1 mm	7.2 mm	6.8 mm	11.4 mm	5.9 mm	9.3 mm
	6	0.0 mm	-6.9 mm	-16.0 mm	-10.4 mm	-20.7 mm	-12.8 mm	-19.2 mm
	7	0.0 mm	0.1 mm	0.1 mm	1.6 mm	1.5 mm	0.2 mm	0.5 mm
	8	0.0 mm	-2.4 mm	-5.3 mm	-2.8 mm	-5.9 mm	-4.2 mm	-6.0 mm
	9	0.0 mm	0.1 mm	0.1 mm	1.6 mm	1.5 mm	0.2 mm	0.5 mm
	10	0.0 mm	-2.4 mm	-5.3 mm	-2.8 mm	-5.9 mm	-4.2 mm	-6.0 mm
	11	0.0 mm	-1.0 mm	-3.3 mm	-0.3 mm	-3.7 mm	-2.4 mm	-3.8 mm
	12	0.0 mm	-1.0 mm	-3.3 mm	0.0 mm	-3.3 mm	-2.4 mm	-3.7 mm
	13	0.0 mm	0.9 mm	3.3 mm	1.2 mm	4.9 mm	2.4 mm	4.2 mm
	14	0.0 mm	0.9 mm	3.3 mm	1.5 mm	5.3 mm	2.4 mm	4.3 mm
	15	0.0 mm	5.5 mm	12.7 mm	10.3 mm	18.4 mm	10.4 mm	15.9 mm
	16	0.0 mm	5.5 mm	12.7 mm	10.6 mm	18.8 mm	10.4 mm	16.0 mm
	17	0.0 mm	-11.2 mm	-25.9 mm	-18.4 mm	-35.1 mm	-20.9 mm	-31.6 mm
	18	0.0 mm	-11.2 mm	-25.9 mm	-18.1 mm	-34.7 mm	-20.9 mm	-31.5 mm
	19	0.0 mm	0.4 mm	0.8 mm	1.6 mm	1.8 mm	0.8 mm	1.3 mm
	20	0.0 mm	0.4 mm	0.8 mm	2.0 mm	2.2 mm	0.8 mm	1.4 mm
	21	0.0 mm	-3.7 mm	-8.0 mm	-5.8 mm	-10.4 mm	-6.5 mm	-9.6 mm
	22	0.0 mm	-3.7 mm	-8.0 mm	-5.4 mm	-10.0 mm	-6.5 mm	-9.5 mm
	23	0.0 mm	0.4 mm	0.8 mm	1.6 mm	1.8 mm	0.8 mm	1.3 mm
	24	0.0 mm	0.4 mm	0.8 mm	2.0 mm	2.2 mm	0.8 mm	1.4 mm
	25	0.0 mm	-3.7 mm	-8.0 mm	-5.8 mm	-10.4 mm	-6.5 mm	-9.6 mm
	26	0.0 mm	-3.7 mm	-8.0 mm	-5.4 mm	-10.0 mm	-6.5 mm	-9.5 mm

Annexe 3.6.2 - Translations horizontales U_Y

Nœud	1	2	3	4	5	6	7	
Id Combinaison	7	0.0 mm	10.9 mm	23.0 mm	23.6 mm	23.7 mm	23.6 mm	23.7 mm
	8	0.0 mm	10.9 mm	23.0 mm	23.6 mm	23.7 mm	23.6 mm	23.7 mm
	9	0.0 mm	-10.9 mm	-23.0 mm	-23.6 mm	-23.7 mm	-23.6 mm	-23.7 mm
	10	0.0 mm	-10.9 mm	-23.0 mm	-23.6 mm	-23.7 mm	-23.6 mm	-23.7 mm
	19	0.0 mm	18.2 mm	38.3 mm	39.3 mm	39.5 mm	39.3 mm	39.5 mm
	20	0.0 mm	18.2 mm	38.3 mm	39.3 mm	39.5 mm	39.3 mm	39.5 mm
	21	0.0 mm	18.2 mm	38.3 mm	39.3 mm	39.5 mm	39.3 mm	39.5 mm
	22	0.0 mm	18.2 mm	38.3 mm	39.3 mm	39.5 mm	39.3 mm	39.5 mm
	23	0.0 mm	-18.2 mm	-38.3 mm	-39.3 mm	-39.5 mm	-39.3 mm	-39.4 mm
	24	0.0 mm	-18.2 mm	-38.3 mm	-39.3 mm	-39.5 mm	-39.3 mm	-39.4 mm
	25	0.0 mm	-18.2 mm	-38.3 mm	-39.3 mm	-39.5 mm	-39.3 mm	-39.4 mm
	26	0.0 mm	-18.2 mm	-38.3 mm	-39.3 mm	-39.5 mm	-39.3 mm	-39.4 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	-0.1 mm	-4.4 mm	-0.8 mm	-1.3 mm	0.3 mm
	2	0.0 mm	-0.1 mm	-0.1 mm	-7.2 mm	-3.3 mm	-1.7 mm	-0.4 mm

Nœud	1	2	3	4	5	6	7	
	3	0.0 mm	-0.1 mm	-0.1 mm	-11.6 mm	-1.7 mm	-3.3 mm	0.7 mm
	4	0.0 mm	-0.1 mm	-0.1 mm	0.2 mm	-6.5 mm	1.2 mm	-2.6 mm
	5	0.0 mm	-0.1 mm	-0.1 mm	0.6 mm	-15.3 mm	4.1 mm	-7.4 mm
	6	0.0 mm	-0.1 mm	-0.1 mm	-21.3 mm	17.4 mm	-12.2 mm	12.0 mm
	7	0.0 mm	-0.1 mm	-0.1 mm	-6.6 mm	-4.9 mm	-1.0 mm	-1.4 mm
	8	0.0 mm	-0.1 mm	-0.1 mm	-9.6 mm	2.4 mm	-4.3 mm	3.0 mm
	9	0.0 mm	-0.1 mm	-0.1 mm	-6.6 mm	-4.9 mm	-1.0 mm	-1.4 mm
	10	0.0 mm	-0.1 mm	-0.1 mm	-9.6 mm	2.4 mm	-4.3 mm	3.0 mm
	11	0.0 mm	-0.1 mm	-0.1 mm	-11.6 mm	1.9 mm	-3.9 mm	2.1 mm
	12	0.0 mm	-0.1 mm	-0.1 mm	-13.0 mm	0.6 mm	-4.1 mm	1.8 mm
	13	0.0 mm	0.0 mm	0.0 mm	8.0 mm	-6.1 mm	3.5 mm	-3.4 mm
	14	0.0 mm	-0.0 mm	-0.0 mm	6.6 mm	-7.4 mm	3.3 mm	-3.8 mm
	15	0.0 mm	-0.1 mm	-0.1 mm	8.7 mm	-20.8 mm	8.5 mm	-11.3 mm
	16	0.0 mm	-0.1 mm	-0.1 mm	7.3 mm	-22.0 mm	8.2 mm	-11.7 mm
	17	0.0 mm	0.0 mm	0.0 mm	-27.9 mm	33.7 mm	-18.7 mm	20.9 mm
	18	0.0 mm	-0.0 mm	-0.0 mm	-29.3 mm	32.5 mm	-18.9 mm	20.6 mm
	19	0.0 mm	-0.1 mm	-0.1 mm	-3.3 mm	-3.5 mm	-0.1 mm	-1.3 mm
	20	0.0 mm	-0.1 mm	-0.1 mm	-4.7 mm	-4.8 mm	-0.3 mm	-1.7 mm
	21	0.0 mm	-0.0 mm	-0.0 mm	-8.4 mm	8.8 mm	-5.6 mm	6.0 mm
	22	0.0 mm	-0.0 mm	-0.0 mm	-9.8 mm	7.5 mm	-5.8 mm	5.6 mm
	23	0.0 mm	-0.1 mm	-0.1 mm	-3.3 mm	-3.5 mm	-0.1 mm	-1.3 mm
	24	0.0 mm	-0.1 mm	-0.1 mm	-4.7 mm	-4.8 mm	-0.3 mm	-1.7 mm
	25	0.0 mm	-0.0 mm	-0.0 mm	-8.4 mm	8.8 mm	-5.6 mm	6.0 mm
	26	0.0 mm	-0.0 mm	-0.0 mm	-9.8 mm	7.5 mm	-5.8 mm	5.6 mm

Nœud	1	2	3	4	5	6	7	
	1	0.0 e ³ rad	-0.3 e ³ rad	0.2 e ³ rad	-5.5 e ³ rad	1.8 e ³ rad	-3.2 e ³ rad	0.6 e ³ rad
	2	0.0 e ³ rad	-0.3 e ³ rad	0.5 e ³ rad	-9.8 e ³ rad	4.8 e ³ rad	-5.4 e ³ rad	2.2 e ³ rad
	3	0.0 e ³ rad	-0.8 e ³ rad	0.4 e ³ rad	-14.5 e ³ rad	4.2 e ³ rad	-8.5 e ³ rad	1.4 e ³ rad
	4	0.0 e ³ rad	0.5 e ³ rad	1.1 e ³ rad	-2.1 e ³ rad	6.0 e ³ rad	-0.4 e ³ rad	3.8 e ³ rad
	5	0.0 e ³ rad	2.2 e ³ rad	3.1 e ³ rad	-6.9 e ³ rad	12.4 e ³ rad	-2.3 e ³ rad	8.0 e ³ rad
	6	0.0 e ³ rad	-4.9 e ³ rad	-4.2 e ³ rad	-15.1 e ³ rad	-7.9 e ³ rad	-11.0 e ³ rad	-7.4 e ³ rad
	7	0.0 e ³ rad	0.0 e ³ rad	1.0 e ³ rad	-10.0 e ³ rad	5.8 e ³ rad	-5.3 e ³ rad	2.9 e ³ rad
	8	0.0 e ³ rad	-1.6 e ³ rad	-0.9 e ³ rad	-9.2 e ³ rad	1.1 e ³ rad	-5.7 e ³ rad	-0.3 e ³ rad
	9	0.0 e ³ rad	0.0 e ³ rad	1.0 e ³ rad	-10.0 e ³ rad	5.8 e ³ rad	-5.3 e ³ rad	2.9 e ³ rad
	10	0.0 e ³ rad	-1.6 e ³ rad	-0.9 e ³ rad	-9.2 e ³ rad	1.1 e ³ rad	-5.7 e ³ rad	-0.3 e ³ rad
	11	0.0 e ³ rad	-1.0 e ³ rad	0.0 e ³ rad	-13.3 e ³ rad	0.8 e ³ rad	-8.3 e ³ rad	-0.7 e ³ rad
	12	0.0 e ³ rad	-1.0 e ³ rad	0.2 e ³ rad	-15.5 e ³ rad	2.3 e ³ rad	-9.4 e ³ rad	0.1 e ³ rad
	13	0.0 e ³ rad	1.1 e ³ rad	1.1 e ³ rad	7.3 e ³ rad	3.9 e ³ rad	5.0 e ³ rad	3.3 e ³ rad
	14	0.0 e ³ rad	1.1 e ³ rad	1.2 e ³ rad	5.2 e ³ rad	5.4 e ³ rad	3.9 e ³ rad	4.1 e ³ rad
	15	0.0 e ³ rad	3.9 e ³ rad	4.5 e ³ rad	-0.6 e ³ rad	14.6 e ³ rad	2.0 e ³ rad	10.3 e ³ rad
	16	0.0 e ³ rad	3.9 e ³ rad	4.6 e ³ rad	-2.8 e ³ rad	16.0 e ³ rad	0.9 e ³ rad	11.0 e ³ rad
	17	0.0 e ³ rad	-7.9 e ³ rad	-7.7 e ³ rad	-14.3 e ³ rad	-19.4 e ³ rad	-12.5 e ³ rad	-15.3 e ³ rad
	18	0.0 e ³ rad	-7.9 e ³ rad	-7.6 e ³ rad	-16.5 e ³ rad	-17.9 e ³ rad	-13.6 e ³ rad	-14.5 e ³ rad
	19	0.0 e ³ rad	0.2 e ³ rad	0.9 e ³ rad	-5.8 e ³ rad	3.5 e ³ rad	-3.0 e ³ rad	1.8 e ³ rad
	20	0.0 e ³ rad	0.2 e ³ rad	1.1 e ³ rad	-7.9 e ³ rad	5.0 e ³ rad	-4.1 e ³ rad	2.6 e ³ rad
	21	0.0 e ³ rad	-2.4 e ³ rad	-2.2 e ³ rad	-4.5 e ³ rad	-4.3 e ³ rad	-3.8 e ³ rad	-3.6 e ³ rad
	22	0.0 e ³ rad	-2.4 e ³ rad	-2.0 e ³ rad	-6.6 e ³ rad	-2.8 e ³ rad	-4.9 e ³ rad	-2.8 e ³ rad
	23	0.0 e ³ rad	0.2 e ³ rad	0.9 e ³ rad	-5.8 e ³ rad	3.5 e ³ rad	-3.0 e ³ rad	1.8 e ³ rad
	24	0.0 e ³ rad	0.2 e ³ rad	1.1 e ³ rad	-7.9 e ³ rad	5.0 e ³ rad	-4.1 e ³ rad	2.6 e ³ rad
	25	0.0 e ³ rad	-2.4 e ³ rad	-2.2 e ³ rad	-4.5 e ³ rad	-4.3 e ³ rad	-3.8 e ³ rad	-3.6 e ³ rad
	26	0.0 e ³ rad	-2.4 e ³ rad	-2.0 e ³ rad	-6.6 e ³ rad	-2.8 e ³ rad	-4.9 e ³ rad	-2.8 e ³ rad

Nœud	1	2	3	4	5	6	7
	7	0.0 e ³ rad	6.9 e ³ rad	8.0 e ³ rad			
	8	0.0 e ³ rad	6.9 e ³ rad	8.0 e ³ rad			
	9	0.0 e ³ rad	-6.9 e ³ rad	-8.0 e ³ rad			
	10	0.0 e ³ rad	-6.9 e ³ rad	-8.0 e ³ rad			
	19	0.0 e ³ rad	11.5 e ³ rad	13.3 e ³ rad			
	20	0.0 e ³ rad	11.5 e ³ rad	13.3 e ³ rad			
	21	0.0 e ³ rad	11.5 e ³ rad	13.3 e ³ rad			

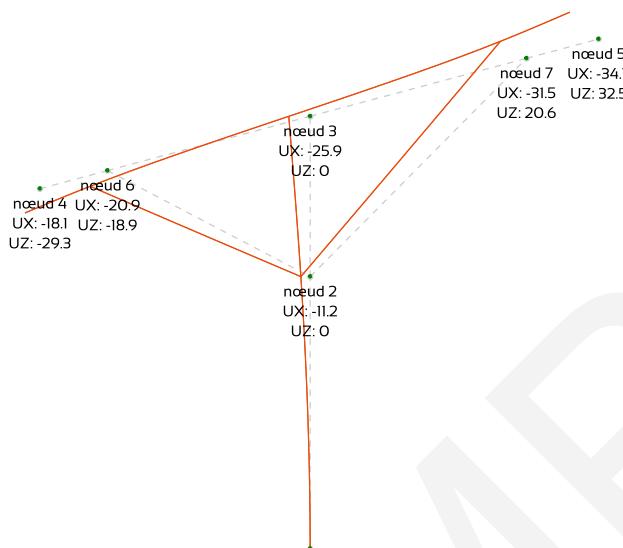
Nœud	1	2	3	4	5	6	7
22	0.0 e ⁻³ rad	11.5 e ⁻³ rad	13.3 e ⁻³ rad				
	0.0 e ⁻³ rad	-11.5 e ⁻³ rad	-13.3 e ⁻³ rad				
	0.0 e ⁻³ rad	-11.5 e ⁻³ rad	-13.3 e ⁻³ rad				
	0.0 e ⁻³ rad	-11.5 e ⁻³ rad	-13.3 e ⁻³ rad				
	0.0 e ⁻³ rad	-11.5 e ⁻³ rad	-13.3 e ⁻³ rad				

EXAMPLE

ANNEXE 4 - VÉRIFICATIONS DÉTAILLÉES DES ÉLÉMENTS (EN 1993-1-1)

Élément (N°)	Section transversale	Matériau	Taux de travail ELU	Combinaison ELU	Taux de déformation ELS	Combinaison ELS
Poteau - partie inférieure (1)	IPE330	S275	0.74	ELU 36	0.894	ELS 19
Poteau - partie supérieure (2)	IPE330	S275	0.562	ELU 36		
Arbalétrier - console (3)	HEA100	S275	0.773	ELU 24	0.5	ELS 12
Arbalétrier - travée (4)	HEA100	S275	0.786	ELU 24		
Arbalétrier - travée (5)	HEA100	S275	0.676	ELU 33	0.515	ELS 17
Arbalétrier - console (6)	HEA100	S275	0.676	ELU 32		
Bracon gauche (7)	TCAR60x3	S235	0.993	ELU 24	-	-
Bracon droite (8)	TCAR80x3	S235	0.846	ELU 32	-	-

Annexe 4.1 - Poteau



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)	0.214	ELU 6	0.0 m
Cisaillement sur l'axe z-z (§6.2.6)	0.028	ELU 33	0.0 m
Cisaillement sur l'axe y-y (§6.2.6)	0.007	ELU 37	0.0 m
Flexion autour de l'axe y-y (§6.2.5)	0.57	ELU 36	0.0 m
Flexion autour de l'axe z-z (§6.2.5)	0.386	ELU 37	0.0 m
Déversement (§6.3.2)	0.732	ELU 36	0.0 m
Flexion autour de y-y et cisaillement sur z-z (§6.2.8)	0.57	ELU 36	0.0 m
Flexion autour de z-z et cisaillement sur y-y (§6.2.8)	0.386	ELU 37	0.0 m
Flexion autour de y-y et effort normal (§6.2.9)	0.57	ELU 36	0.0 m
Flexion autour de z-z et effort normal (§6.2.9)	0.386	ELU 37	0.0 m
Flexion déviée (§6.2.9)	0.427	ELU 44	0.0 m
Déversement, flexion autour de z-z et flambement par flexion autour de y-y (eq. 6.61)	0.74	ELU 36	0.0 m
Déversement, flexion autour de z-z et flambement par flexion autour de z-z (eq. 6.62)	0.491	ELU 44	0.0 m

Élancement $\lambda_{y,\max}$	Élancement $\lambda_{z,\max}$	Facteur de charge critique $\alpha_{\text{cr},y,\min}$	Facteur de charge critique $\alpha_{\text{cr},z,\min}$
60.6	234.0	84.45	5.66

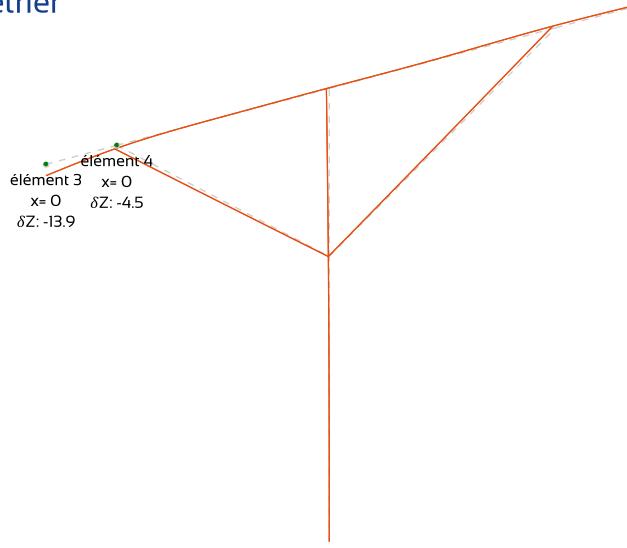
Élément 2

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)	0.077	ELU 36	0.0 m
Cisaillement sur l'axe z-z (§6.2.6)	0.116	ELU 36	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)	0.407	ELU 36	0.0 m
Flexion autour de l'axe z-z (§6.2.5)	0.126	ELU 37	0.0 m
Déversement (§6.3.2)	0.522	ELU 36	0.0 m
Flexion autour de y-y et cisaillement sur z-z (§6.2.8)	0.407	ELU 36	0.0 m
Flexion autour de z-z et cisaillement sur y-y (§6.2.8)	0.126	ELU 37	0.0 m
Flexion autour de y-y et effort normal (§6.2.9)	0.407	ELU 36	0.0 m
Flexion autour de z-z et effort normal (§6.2.9)	0.126	ELU 37	0.0 m
Flexion déviée (§6.2.9)	0.135	ELU 44	0.0 m
Déversement, flexion autour de z-z et flambement par flexion autour de y-y (eq. 6.61)	0.562	ELU 36	0.0 m
Déversement, flexion autour de z-z et flambement par flexion autour de z-z (eq. 6.62)	0.361	ELU 36	0.0 m

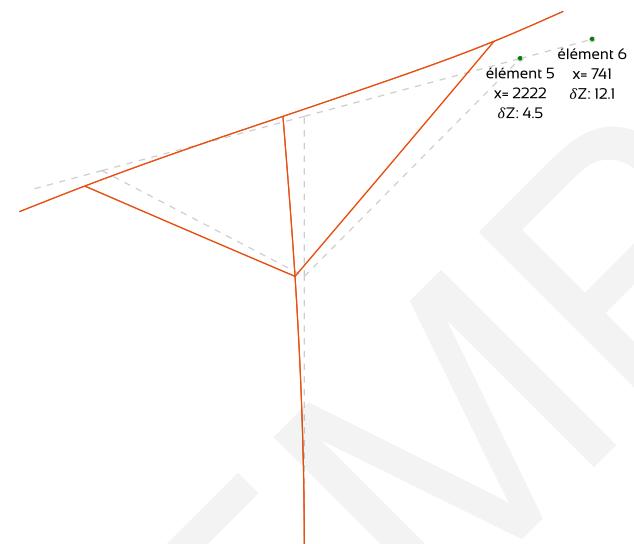
Élancement $\lambda_{y,\max}$	Élancement $\lambda_{z,\max}$	Facteur de charge critique $\alpha_{cr,y,min}$	Facteur de charge critique $\alpha_{cr,z,min}$
60.6	234.0	220.29	14.75

Annexe 4.2 - Arbalétrier



Flèche totale maximale du côté gauche : $\delta_Z = -13.9 \text{ mm}$ ($\text{ELS I2} < L/100 = 27.8 \text{ mm}$)

Flèche variable maximale du côté gauche : $\delta_{var,Z} = 10.4 \text{ mm}$ ($\text{ELS I3 - ELS I} < L/125 = 22.2 \text{ mm}$)



Flèche totale maximale du côté droit : $\delta_Z = 12.1 \text{ mm}$ ($\text{ELS I7} < L/100 = 29.6 \text{ mm}$)

Flèche variable maximale du côté droit : $\delta_{var,Z} = 12.2 \text{ mm}$ ($\text{ELS I7 - ELS I} < L/125 = 23.7 \text{ mm}$)

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)	0.007	ELU 8	0.694 m
Cisaillement sur l'axe z-z (§6.2.6)	0.2	ELU 24	0.694 m
Cisaillement sur l'axe y-y (§6.2.6)	0.001	ELU 45	0.0 m
Flexion autour de l'axe y-y (§6.2.5)	0.773	ELU 24	0.694 m
Flexion autour de l'axe z-z (§6.2.5)	0.016	ELU 45	0.694 m
Déversement (§6.3.2)	0.768	ELU 24	0.694 m
Flexion autour de y-y et cisaillement sur z-z (§6.2.8)	0.773	ELU 24	0.694 m
Flexion autour de z-z et cisaillement sur y-y (§6.2.8)	0.016	ELU 45	0.694 m
Flexion autour de y-y et effort normal (§6.2.9)	0.773	ELU 24	0.694 m
Flexion autour de z-z et effort normal (§6.2.9)	0.016	ELU 45	0.694 m
Flexion déviée (§6.2.9)	0.319	ELU 18	0.694 m
Élancement $\lambda_{y,max}$		Élancement $\lambda_{z,max}$	
34.2		76.2	

Élément 4

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)	0.088	ELU 6	2.082 m
Cisaillement sur l'axe z-z (§6.2.6)	0.138	ELU 6	0.0 m
Cisaillement sur l'axe y-y (§6.2.6)	0.005	ELU 45	2.082 m
Flexion autour de l'axe y-y (§6.2.5)	0.773	ELU 24	0.0 m
Flexion autour de l'axe z-z (§6.2.5)	0.081	ELU 41	2.082 m
Déversement (§6.3.2)	0.786	ELU 24	0.0 m
Flexion autour de y-y et cisaillement sur z-z (§6.2.8)	0.773	ELU 24	0.0 m
Flexion autour de z-z et cisaillement sur y-y (§6.2.8)	0.081	ELU 41	2.082 m
Flexion autour de y-y et effort normal (§6.2.9)	0.773	ELU 24	0.0 m
Flexion autour de z-z et effort normal (§6.2.9)	0.081	ELU 41	2.082 m
Flexion déviée (§6.2.9)	0.319	ELU 18	0.0 m
Déversement, flexion autour de z-z et flambement par flexion autour de y-y (eq. 6.61)	0.495	ELU 25	0.0 m
Déversement, flexion autour de z-z et flambement par flexion autour de z-z (eq. 6.62)	0.306	ELU 25	0.0 m

Élancement $\lambda_{y,\max}$

35.9

Élancement $\lambda_{z,\max}$

76.2

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)	0.137	ELU 33	0.0 m
Cisaillement sur l'axe z-z (§6.2.6)	0.129	ELU 32	2.222 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)	0.676	ELU 32	2.222 m
Flexion autour de l'axe z-z (§6.2.5)	0.081	ELU 41	0.0 m
Déversement (§6.3.2)	0.648	ELU 32	2.222 m
Flexion autour de y-y et cisaillement sur z-z (§6.2.8)	0.676	ELU 32	2.222 m
Flexion autour de z-z et cisaillement sur y-y (§6.2.8)	0.081	ELU 41	0.0 m
Flexion autour de y-y et effort normal (§6.2.9)	0.676	ELU 32	2.222 m
Flexion autour de z-z et effort normal (§6.2.9)	0.081	ELU 41	0.0 m
Flexion déviée (§6.2.9)	0.181	ELU 14	2.222 m
Déversement, flexion autour de z-z et flambement par flexion autour de y-y (eq. 6.61)	0.676	ELU 33	2.222 m
Déversement, flexion autour de z-z et flambement par flexion autour de z-z (eq. 6.62)	0.447	ELU 33	2.222 m

Élancement $\lambda_{y,\max}$

38.4

Élancement $\lambda_{z,\max}$

76.2

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)	0.01	ELU 12	0.0 m
Cisaillement sur l'axe z-z (§6.2.6)	0.185	ELU 32	0.0 m
Cisaillement sur l'axe y-y (§6.2.6)	0.001	ELU 37	0.741 m
Flexion autour de l'axe y-y (§6.2.5)	0.676	ELU 32	0.0 m
Flexion autour de l'axe z-z (§6.2.5)	0.018	ELU 37	0.0 m
Déversement (§6.3.2)	0.676	ELU 32	0.0 m
Flexion autour de y-y et cisaillement sur z-z (§6.2.8)	0.676	ELU 32	0.0 m
Flexion autour de z-z et cisaillement sur y-y (§6.2.8)	0.018	ELU 37	0.0 m
Flexion autour de y-y et effort normal (§6.2.9)	0.676	ELU 32	0.0 m
Flexion autour de z-z et effort normal (§6.2.9)	0.018	ELU 37	0.0 m
Flexion déviée (§6.2.9)	0.181	ELU 14	0.0 m
Déversement, flexion autour de z-z et flambement par flexion autour de y-y (eq. 6.61)	0.672	ELU 32	0.0 m
Déversement, flexion autour de z-z et flambement par flexion autour de z-z (eq. 6.62)	0.356	ELU 32	0.0 m

Élancement $\lambda_{y,\max}$

36.5

Élancement $\lambda_{z,\max}$

76.2

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)	0.75	ELU 24	2.27 m
Cisaillement sur l'axe z-z (§6.2.6)	0.002	ELU 42	0.0 m
Cisaillement sur l'axe y-y (§6.2.6)	0.002	ELU 37	0.0 m
Flexion autour de l'axe y-y (§6.2.5)	0.013	ELU 2	1.135 m
Flexion autour de l'axe z-z (§6.2.5)	0.146	ELU 24	2.27 m
Flexion autour de y-y et cisaillement sur z-z (§6.2.8)	0.013	ELU 2	1.135 m
Flexion autour de z-z et cisaillement sur y-y (§6.2.8)	0.146	ELU 24	2.27 m
Flexion autour de y-y et effort normal (§6.2.9)	0.016	ELU 24	1.135 m
Flexion autour de z-z et effort normal (§6.2.9)	0.146	ELU 24	2.27 m
Flexion déviée (§6.2.9)	0.022	ELU 24	1.135 m
Déversement, flexion autour de z-z et flambement par flexion autour de y-y (eq. 6.61)	0.925	ELU 24	1.135 m
Déversement, flexion autour de z-z et flambement par flexion autour de z-z (eq. 6.62)	0.993	ELU 24	1.135 m
Élancement $\lambda_{y,\max}$		Élancement $\lambda_{z,\max}$	
88.6		98.4	

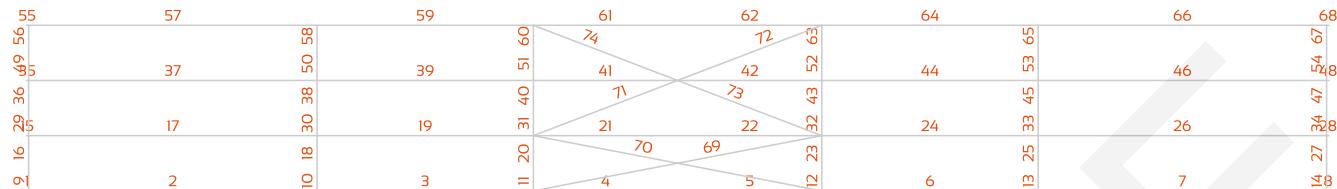
Élément 8

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)	0.685	ELU 32	0.0 m
Cisaillement sur l'axe z-z (§6.2.6)	0.002	ELU 2	0.0 m
Cisaillement sur l'axe y-y (§6.2.6)	0.002	ELU 37	0.0 m
Flexion autour de l'axe y-y (§6.2.5)	0.014	ELU 2	1.525 m
Flexion autour de l'axe z-z (§6.2.5)	0.099	ELU 32	0.0 m
Flexion autour de y-y et cisaillement sur z-z (§6.2.8)	0.014	ELU 2	1.525 m
Flexion autour de z-z et cisaillement sur y-y (§6.2.8)	0.099	ELU 32	0.0 m
Flexion autour de y-y et effort normal (§6.2.9)	0.016	ELU 32	1.525 m
Flexion autour de z-z et effort normal (§6.2.9)	0.099	ELU 32	0.0 m
Flexion déviée (§6.2.9)	0.012	ELU 32	1.525 m
Déversement, flexion autour de z-z et flambement par flexion autour de y-y (eq. 6.61)	0.772	ELU 32	1.525 m
Déversement, flexion autour de z-z et flambement par flexion autour de z-z (eq. 6.62)	0.846	ELU 32	1.525 m
Élancement $\lambda_{y,\max}$		Élancement $\lambda_{z,\max}$	
87.9		97.6	

ANNEXE 5 - SYSTÈME DE STABILITÉ LONGITUDINALE (EN 1993-1-1)

Annexe 5.1 - Poutre au vent de toiture



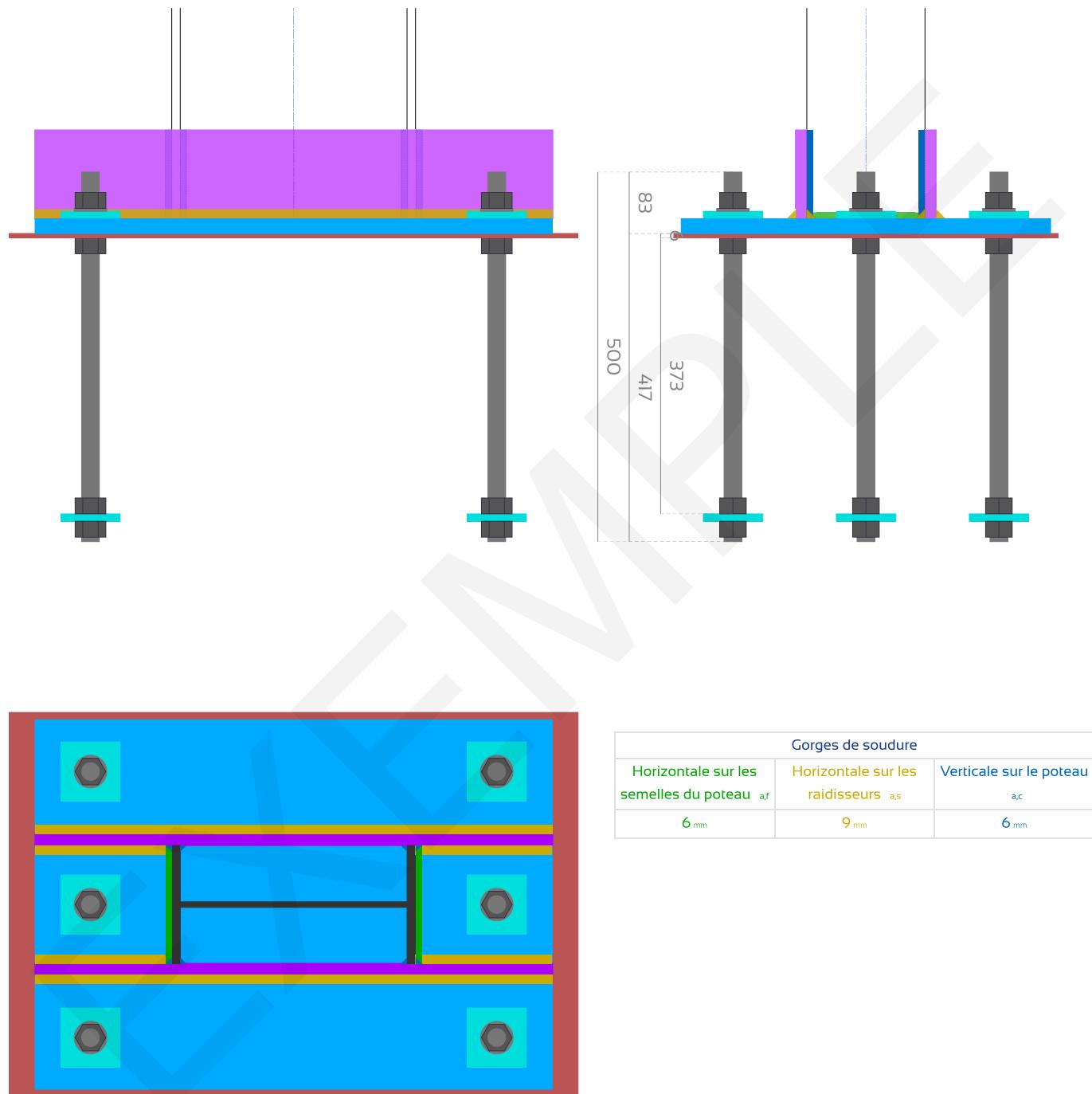
Taux de travail maximum par élément et combinaisons associées

Élément (N°)	Section transversale	Matériau	Taux de travail ELU	Combinaison ELU
Contreventement de toiture (69)	L50x50x4	S235	0.093	1.5 x Wf+
Contreventement de toiture (70)	L50x50x4	S235	0.093	1.5 x Wb+
Contreventement de toiture (71)	L50x50x4	S235	0.063	1.5 x Wb+
Contreventement de toiture (72)	L50x50x4	S235	0.101	1.5 x Wb+
Contreventement de toiture (73)	L50x50x4	S235	0.063	1.5 x Wf+
Contreventement de toiture (74)	L50x50x4	S235	0.101	1.5 x Wf+

ANNEXE 6 - VÉRIFICATIONS DÉTAILLÉES DES ASSEMBLAGES (EN 1993-1-8)

Annexe 6.1 - Pied de poteau et ancrages

Croquis et tableau des dimensions



Angle entre éléments = 90.0°

Tiges d'ancrage	Désignation	Diamètre de la tige filée \varnothing	Diamètre de la rondelle	Entraxe transversal p_2	Pince transversale e_2	Entraxe longitudinal p_1	Pince longitudinale e_1
	M24 8.8	24 mm	44 mm	180 mm > 62.4 mm	70.0 mm > 31.2 mm	550 mm > 62.4 mm	75.0 mm > 31.2 mm
Platine de pré-scellement	Épaisseur t_p	Largeur B_p	Longueur L_p	Patin d'ancrage et plaquette d'appui	Épaisseur t_{ap}	Largeur B_{ap}	Distance sous platine de pré-scellement d_{ap}
	6 mm	520 mm	770 mm		10 mm	80 mm	373 mm
Platine en pied de poteau	Épaisseur t_p	Largeur B_p	Longueur L_p	Perçages \varnothing_o	Raidisseurs	Épaisseur t_s	Hauteur h_s
	20 mm	500 mm	700 mm	26 mm		15 mm	120 mm

Enveloppes des sollicitations maximales dans le repère global

Sollicitation dominante	N _Z	V _X	M _Y	V _Y	M _X	T _Z	Combinaison
traction	2363.0 daN	-1197.7 daN	-38.4 m.daN	0.0 daN	0.0 m.daN	0.0 m.daN	ELU 25
compression	-8532.9 daN	490.1 daN	-347.3 m.daN	0.0 daN	0.0 m.daN	0.0 m.daN	ELU 6
cisaillement sur x-x	2363.0 daN	-1362.3 daN	-12496.9 m.daN	0.0 daN	0.0 m.daN	0.0 m.daN	ELU 33
moment fléchissant autour de y-y	-296.4 daN	-1362.3 daN	-12607.0 mdaN	0.0 daN	0.0 m.daN	0.0 m.daN	ELU 36
cisaillement sur y-y	818.3 daN	-866.1 daN	-4342.7 m.daN	448.3 daN	-1631.7 m.daN	-0.0 m.daN	ELU 41
moment fléchissant autour de x-x	-1841.0 daN	-866.1 daN	-4452.8 m.daN	448.3 daN	-1631.7 mdaN	-0.0 m.daN	ELU 44
moment de torsion autour de z-z	818.3 daN	-866.1 daN	-4342.7 m.daN	448.3 daN	-1631.7 m.daN	-0.0 mdaN	ELU 41

Taux de travail maximum par type de sollicitation et combinaisons associées

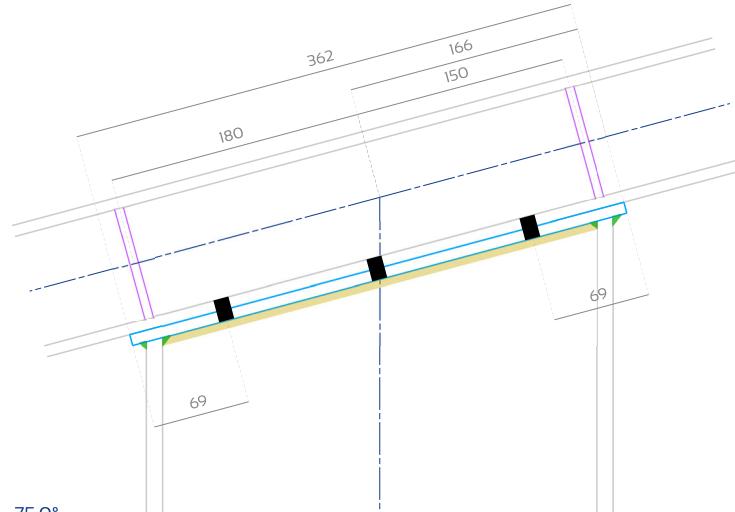
Vérifications	Taux de travail	Combinaisons associées
Résistance axiale de l'assemblage (EN 1993-1-8 équation 6.24)	0.042	ELU 25
Résistance à la flexion composée de l'assemblage autour de y-y (EN 1993-1-8 équation 6.23)	0.833	ELU 33
Résistance à la flexion composée de l'assemblage autour de z-Z (EN 1993-1-8 équation 6.23)	0.223	ELU 41
Résistance à la flexion déviée composée de l'assemblage (EN 1993-1-8 équation 6.24)	0.531	ELU 41
Rupture par cisaillement des tiges d'ancre (EN 1993-1-8 §6.2.2(7))	0.041	ELU 33
Rupture en traction des tiges d'ancre (BNCM / CNC2M – N0175 §6(9))	0.555	ELU 33
Rupture combinée en traction et en cisaillement des tiges d'ancre (BNCM / CNC2M – N0175 §6(9))	0.437	ELU 33
Rigidité des patins d'ancre (CTICM 1982 Y.LESCOUARCH §II.6.d)	0.585	ELU 33
Raidisseurs tendus - résistance à la flexion (EN 1993-1-1 §6.2.5)	0.517	ELU 33
Raidisseurs comprimés - résistance à la flexion (EN 1993-1-1 §6.2.5)	0.255	ELU 36
Raidisseurs tendus - résistance au cisaillement (EN 1993-1-1 §6.2.6)	0.357	ELU 33
Raidisseurs comprimés - résistance au cisaillement (EN 1993-1-1 §6.2.6)	0.346	ELU 36
Soudures de la platine tendue au poteau (EN 1993-1-8 §4.5.3.2)	0.398	ELU 33
Soudures de la platine comprimée au poteau (EN 1993-1-8 §4.5.3.2)	0.391	ELU 36
Soudures des raidisseurs tendus au poteau (EN 1993-1-8 §4.5.3.2)	0.436	ELU 33
Soudures des raidisseurs comprimés au poteau (EN 1993-1-8 §4.5.3.2)	0.422	ELU 36
Soudures des raidisseurs tendus à la platine (EN 1993-1-8 §4.5.3.2)	0.348	ELU 33
Soudures des raidisseurs comprimés à la platine (EN 1993-1-8 §4.5.3.2)	0.338	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 3.0 cm².

Annexe 6.2 - Platine d'about en tête de poteau

Croquis et tableau des dimensions



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	160.0 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
	M10 8.8 SB	10 mm	20 mm	58 mm > 26.4 mm	21.0 mm > 13.2 mm	112 mm > 24.2 mm
Raidisseur	Épaisseur t_s	Largeur b_s		Position		(Voir croquis)
	6 mm	40 mm				

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	562.4 daN	2260.2 daN	0.0 daN	ELU 25
compression	-1455.5 daN	-1459.6 daN	0.0 daN	ELU 6
cisaillement sur z-z	18.4 daN	-5836.3 daN	0.0 daN	ELU 36
cisaillement sur y-y	374.7 daN	-1204.1 daN	-255.7 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)	0.454	ELU 36
Résistance à la traction des boulons (EN 1993-1-8 tableau 3.4)	0.035	ELU 25
Résistance au cisaillement et à la traction combinés des boulons (EN 1993-1-8 tableau 3.4)	0.463	ELU 34
Résistance à la pression diamétrale de la semelle inférieure de l'arbalétrier (EN 1993-1-8 tableau 3.4)	0.454	ELU 36
Résistance à la pression diamétrale de la platine d'about en tête de poteau (EN 1993-1-8 tableau 3.4)	0.454	ELU 36
Résistance au poinçonnement de la semelle inférieure de l'arbalétrier (EN 1993-1-8 tableau 3.4)	0.012	ELU 25
Résistance au poinçonnement de la platine d'about en tête de poteau (EN 1993-1-8 tableau 3.4)	0.015	ELU 25
Résistance à la flexion de la semelle inférieure de l'arbalétrier (EN 1993-1-8 8.6.2)	0.032	ELU 25
Résistance à la flexion de la platine d'about en tête de poteau (EN 1993-1-8 8.6.2)	0.035	ELU 25
Résistance à la compression des raidisseurs d'âme (BNCM / CNC2M – NO175 tableau 18)	0.018	ELU 6
Résistance des soudures de la platine sur l'âme du poteau (EN 1993-1-8 8.4.5.3.3)	0.129	ELU 36
Résistance des soudures de la platine sur les semelles du poteau (EN 1993-1-8 8.4.5.3.3)	0.007	ELU 41

Annexe 6.3 - Goussets des bracons

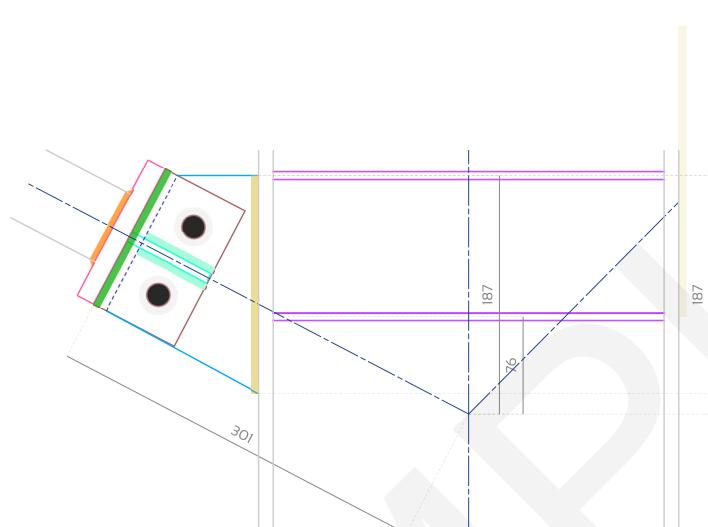
Élément 7 (Gauche)

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	3553.4 daN	-5.6 daN	ELU 25	3559.3 daN	5.6 daN	ELU 25
compression	-5967.9 daN	-7.6 daN	ELU 24	-5960.0 daN	7.6 daN	ELU 24

Côté poteau

Croquis et tableau des dimensions



Gousset fixé au bracon	Épaisseur t _{bg}	Largeur	Longueur	Perçages d ₀	Gorge de soudure a,b,g
	8 mm	120 mm	71 mm	18 mm	4 mm
Platine d'about fixée au bracon	Épaisseur t _{bg}	Largeur	Longueur	Perçages d ₀	Gorge de soudure a,b,p
	15 mm	120 mm	120 mm	10 mm (galvanisation)	3 mm
Gousset fixé sur l'autre élément	Épaisseur t ₁	Dimensions et position	Perçages d ₀	Jeu de montage avec platine d'about	Gorge de soudure a,os,g
	8 mm	(Voir croquis)	18 mm	11 mm	4 mm
Boulons	Désignation	Diamètre de la vis d	Diamètre de la rondelle trempée	Entraxe p ₂	Pince transversale e ₂
	M16 8.8 SB	16 mm	30 mm	60 mm > 43.2 mm	30.0 mm > 21.6 mm
Raidisseurs d'âme	Épaisseur x Largeur	Raidisseur latéral du gousset	Épaisseur t _{sg}	Largeur p _{sg}	Hauteur h _{sg}
	6 mm x 70 mm		8 mm	56 mm	70 mm
					4 mm

Taux de travail maximum par type de sollicitation et combinaisons associées

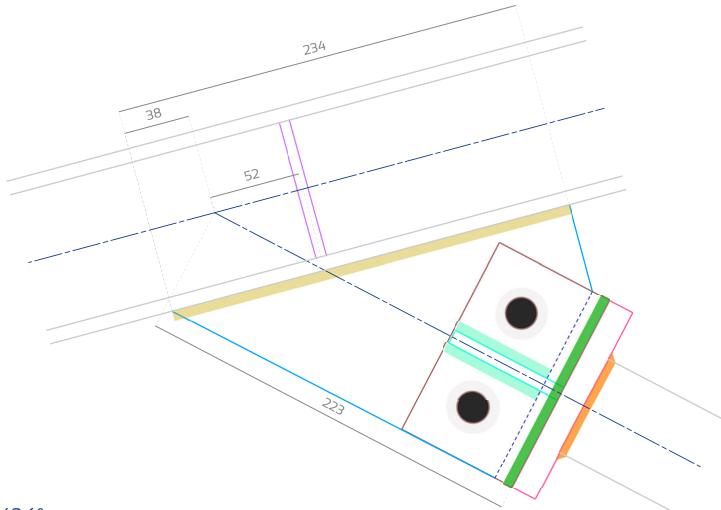
Vérifications	Taux de travail	Combinaisons associées
Résistance au cisaillement des boulons (EN 1993-1-8 tableau 3.4)	0.496	ELU 24
Résistance à la traction des boulons (EN 1993-1-8 tableau 3.4)	0.088	ELU 24
Résistance au cisaillement et à la traction combinés des boulons (EN 1993-1-8 tableau 3.4)	0.559	ELU 24
Résistance des goussets à la pression diamétrale (EN 1993-1-8 tableau 3.4)	0.54	ELU 24
Traction dans les goussets (EN 1993-1-1 §6.2.3)	0.204	ELU 25
Arrachement de bloc des goussets (EN 1993-1-8 §3.10.2)	0.25	ELU 25
Résistance à la compression des raidisseurs d'âme (BNOM / CNC2M - NO175 tableau 1B)	0.08	ELU 24
Résistance du raidisseur latéral à la flexion (EN 1993-1-1 §6.2.5)	0.233	ELU 24
Ruine locale des parois du bracon due à la pression du gousset (CIDECT DG 1 - §7.4)	0.531	ELU 24
Ruine locale du gousset due à la pression du bracon (CIDECT DG 1 - §7.4)	0.266	ELU 24
Ruine locale de la paroi latérale du bracon due à la pression du raidisseur (CIDECT DG 1 - §7.4)	0.456	ELU 24
Résistance des soudures de la platine d'about sur le bracon (EN 1993-1-8 §4.5.3.3)	0.524	ELU 24
Résistance des soudures du gousset sur la platine d'about (EN 1993-1-8 §4.5.3.3)	0.379	ELU 24
Résistance des soudures du gousset sur l'autre élément (EN 1993-1-8 §4.5.3.3)	0.272	ELU 24

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

EXAMPLE

Côté arbalétrier

Croquis et tableau des dimensions



	Épaisseur t_{bg}	Largeur	Longueur	Perçages d_0	Gorge de soudure a,b,g
Gousset fixé au bracon	8 mm	120 mm	71 mm	18 mm	4 mm
Platine d'about fixée au bracon	Épaisseur t_{bg}	Largeur	Longueur	Perçages d_0	Gorge de soudure a,b,p
	15 mm	120 mm	120 mm	10 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,os,g
	8 mm	(Voir croquis)	18 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
	M16 8.8 SB	16 mm	30 mm	60 mm > 43.2 mm	30.0 mm > 21.6 mm 30 mm > 21.6 mm
Raidisseurs d'âme	Épaisseur x Largeur	Raidisseur latéral du gousset	Épaisseur t_{isg}	Largeur b_{isg}	Hauteur h_{isg} Gorge de soudure a,ls,g
	6 mm x 40 mm		8 mm	56 mm	70 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)	0.495	ELU 24
Résistance à la traction des boulons (EN 1993-1-8 tableau 3.4)	0.088	ELU 24
Résistance au cisaillement et à la traction combinés des boulons (EN 1993-1-8 tableau 3.4)	0.558	ELU 24
Résistance des goussets à la pression diamétrale (EN 1993-1-8 tableau 3.4)	0.539	ELU 24
Traction dans les goussets (EN 1993-1-1 §6.2.3)	0.204	ELU 25
Arrachement de bloc des goussets (EN 1993-1-8 §3.10.2)	0.25	ELU 25
Résistance à la compression des raidisseurs d'âme (BNCM / CNC2M – NOI75 tableau 18)	0.083	ELU 24
Résistance du raidisseur latéral à la flexion (EN 1993-1-1 §6.2.5)	0.232	ELU 24
Ruine locale des parois du bracon due à la pression du gousset (CIDECT DG I - §7.4)	0.53	ELU 24
Ruine locale du gousset due à la pression du bracon (CIDECT DG I - §7.4)	0.266	ELU 24
Ruine locale de la paroi latérale du bracon due à la pression du raidisseur (CIDECT DG I - §7.4)	0.455	ELU 24
Résistance des soudures de la platine d'about sur le bracon (EN 1993-1-8 §4.5.3.3)	0.524	ELU 24
Résistance des soudures du gousset sur la platine d'about (EN 1993-1-8 §4.5.3.3)	0.379	ELU 24
Résistance des soudures du gousset sur l'autre élément (EN 1993-1-8 §4.5.3.3)	0.208	ELU 24

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

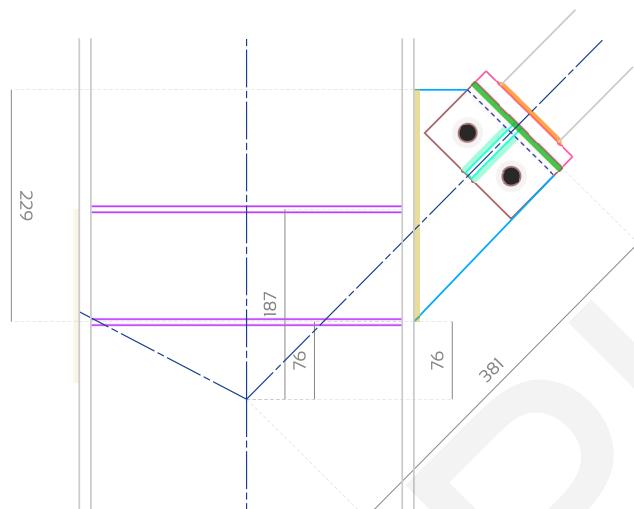
Élément 8 (Droite)

Envêpes des sollicitations maximales dans l'élément

Gousset fixé sur	Poteau			Arbalétrier		
Sollicitation dominante	N _X	V _Z	Combinaison	N _X	V _Z	Combinaison
traction	5379.1 daN	8.2 daN	ELU 33	5395.6 daN	-8.2 daN	ELU 33
compression	-7497.8 daN	11.1 daN	ELU 32	-7475.5 daN	-11.1 daN	ELU 32

Côté poteau

Croquis et tableau des dimensions



Angle entre éléments = 44.7°

Gousset fixé au bracon	Épaisseur t _{b,g}	Largeur	Longueur	Perçages d ₀	Gorge de soudure a,b,g
	8 mm	120 mm	71 mm	18 mm	4 mm
Platine d'about fixée au bracon	Épaisseur t _{b,p}	Largeur	Longueur	Perçages d ₀	Gorge de soudure a,b,p
	15 mm	120 mm	120 mm	10 mm (galvanisation)	3 mm
Gousset fixé sur l'autre élément	Épaisseur t _g	Dimensions et position	Perçages d ₀	Jeu de montage avec platine d'about	Gorge de soudure a,os,g
	8 mm	(Voir croquis)	18 mm	11 mm	4 mm
Boulons	Désignation	Diamètre de la vis d	Diamètre de la rondelle trempée	Entraxe p ₂	Pince transversale e ₂
	M16 8.8 SB	16 mm	30 mm	60 mm > 43.2 mm	30.0 mm > 21.6 mm
Raidisseurs d'âme	Épaisseur x Largeur	Raidisseur latéral du gousset	Épaisseur t _{ls,g}	Largeur b _{ls,g}	Hauteur h _{ls,g}
	6 mm x 70 mm		8 mm	56 mm	70 mm

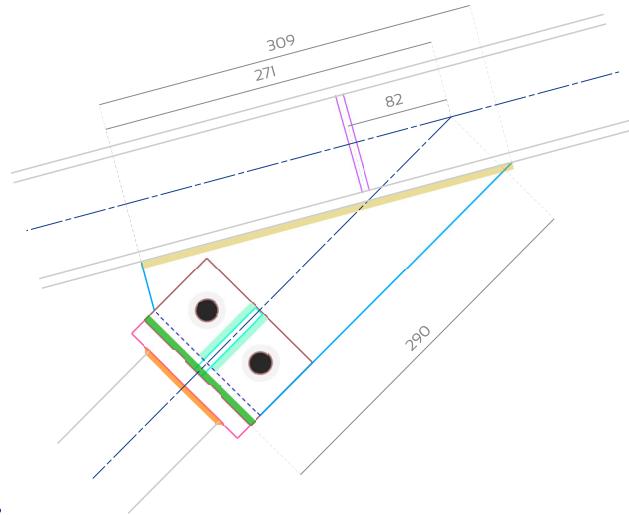
Taux de travail maximum par type de sollicitation et combinaisons associées

Vérifications	Taux de travail	Combinaisons associées
Résistance au cisaillement des boulons (EN 1993-1-8 tableau 3.4)	0.623	ELU 32
Résistance à la traction des boulons (EN 1993-1-8 tableau 3.4)	0.111	ELU 32
Résistance au cisaillement et à la traction combinés des boulons (EN 1993-1-8 tableau 3.4)	0.702	ELU 32
Résistance des goussets à la pression diamétrale (EN 1993-1-8 tableau 3.4)	0.678	ELU 32
Traction dans les goussets (EN 1993-1-1 8.2.3)	0.309	ELU 33
Arrachement de bloc des goussets (EN 1993-1-8 §3.10.2)	0.378	ELU 33
Résistance à la compression des raidisseurs d'âme (BNCM / CNC2M – N0175 tableau 1B)	0.071	ELU 32
Résistance du raidisseur latéral à la flexion (EN 1993-1-1 §6.2.5)	0.292	ELU 32
Ruine locale des parois du bracon due à la pression du gousset (CIDECT DG 1 - 57.4)	0.667	ELU 32
Ruine locale du gousset due à la pression du bracon (CIDECT DG 1 - 57.4)	0.39	ELU 32
Ruine locale de la paroi latérale du bracon due à la pression du raidisseur (CIDECT DG 1 - 57.4)	0.36	ELU 32
Résistance des soudures de la platine d'about sur le bracon (EN 1993-1-8 §4.5.3.3)	0.481	ELU 32
Résistance des soudures du gousset sur la platine d'about (EN 1993-1-8 §4.5.3.3)	0.476	ELU 32
Résistance des soudures du gousset sur l'autre élément (EN 1993-1-8 §4.5.3.3)	0.262	ELU 32

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

Côté arbalétrier

Croquis et tableau des dimensions



Angle entre éléments = 30.3°

	Épaisseur t_{bg}	Largeur	Longueur	Perçages d_0	Gorge de soudure $a_{b,g}$
Gousset fixé au bracon	8 mm	120 mm	71 mm	18 mm	4 mm
Platine d'about fixée au bracon	Épaisseur t_{bg}	Largeur	Longueur	Perçages d_0	Gorge de soudure $a_{b,p}$
	15 mm	120 mm	120 mm	10 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 $a_{os,g}$
	8 mm	(Voir croquis)	18 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
	M16 8.8 SB	16 mm	30 mm	60 mm > 43.2 mm	30.0 mm > 21.6 mm 30 mm > 21.6 mm
Raidisseurs d'âme	Épaisseur x Largeur	Raidisseur latéral du gousset	Épaisseur $t_{is,g}$	Largeur $b_{is,g}$	Hauteur $h_{is,g}$ Gorge de soudure $a_{is,g}$
	6 mm x 40 mm		8 mm	56 mm	70 mm 4 mm

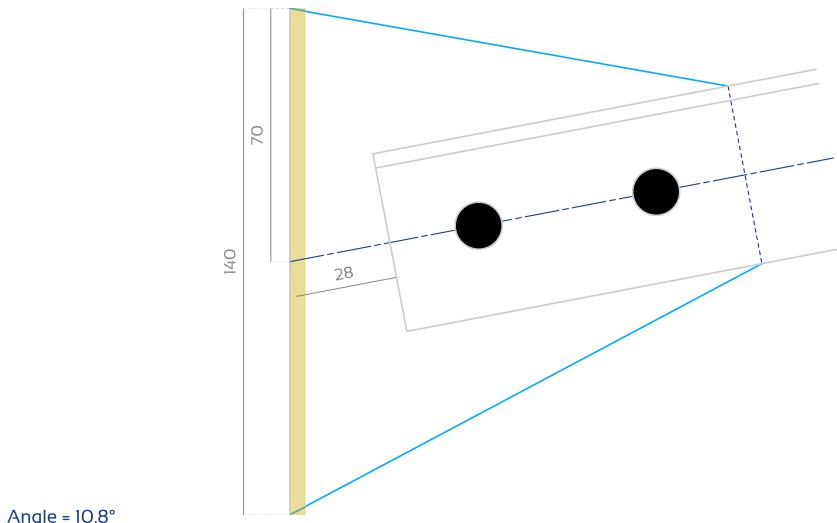
Taux de travail maximum par type de sollicitation et combinaisons associées

Vérifications	Taux de travail	Combinaisons associées
Résistance au cisaillement des boulons (EN 1993-1-8 tableau 3.4)	0.621	ELU 32
Résistance à la traction des boulons (EN 1993-1-8 tableau 3.4)	0.11	ELU 32
Résistance au cisaillement et à la traction combinés des boulons (EN 1993-1-8 tableau 3.4)	0.7	ELU 32
Résistance des goussets à la pression diamétrale (EN 1993-1-8 tableau 3.4)	0.676	ELU 32
Traction dans les goussets (EN 1993-1-1 §6.2.3)	0.31	ELU 33
Arrachement de bloc des goussets (EN 1993-1-8 §3.10.2)	0.379	ELU 33
Résistance à la compression des raidisseurs d'âme (BNCM / CNC2M – NOI75 tableau 1B)	0.066	ELU 32
Résistance du raidisseur latéral à la flexion (EN 1993-1-1 §6.2.5)	0.292	ELU 32
Ruine locale des parois du bracon due à la pression du gousset (CIDECT DG I - §7.4)	0.665	ELU 32
Ruine locale du gousset due à la pression du bracon (CIDECT DG I - §7.4)	0.389	ELU 32
Ruine locale de la paroi latérale du bracon due à la pression du raidisseur (CIDECT DG I - §7.4)	0.359	ELU 32
Résistance des soudures de la platine d'about sur le bracon (EN 1993-1-8 §4.5.3.3)	0.479	ELU 32
Résistance des soudures du gousset sur la platine d'about (EN 1993-1-8 §4.5.3.3)	0.475	ELU 32
Résistance des soudures du gousset sur l'autre élément (EN 1993-1-8 §4.5.3.3)	0.194	ELU 32

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

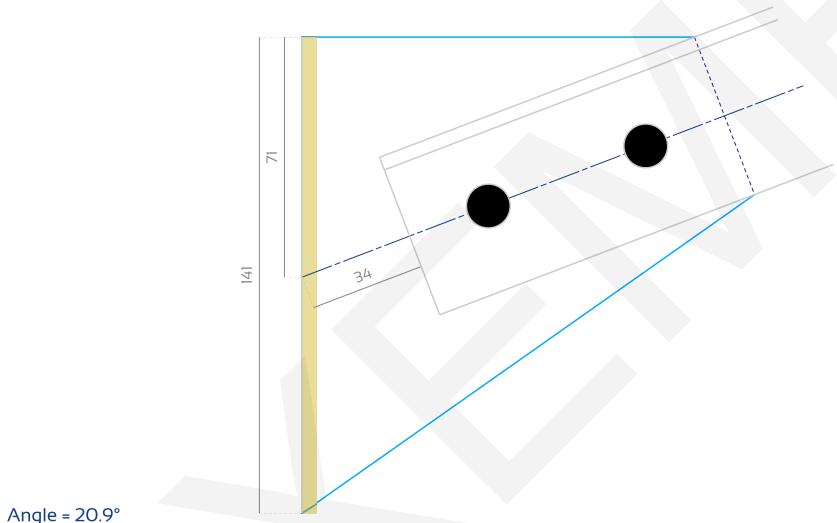
Annexe 6.4 - Goussets de poutre au vent de toiture

Croquis et tableau des dimensions



Élément	Section transversale	Gousset	Épaisseur t	Dimensions et position	Perçages d_0	Gorge de soudure a_{w0}
			5 mm	(Voir croquis)	13 mm	3 mm
Boulons	Désignation	Diamètre de la vis d	Diamètre de la rondelle	Pince transversale e_2	Entraxe p_1	Pince longitudinale e_l
	M12 8.8 SB	12 mm	24 mm	25 mm > 15.6 mm	50 mm > 28.6 mm	25 mm > 15.6 mm

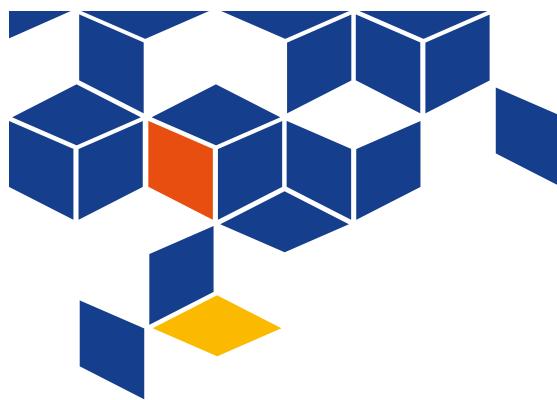
Croquis et tableau des dimensions



Élément	Section transversale	Gousset	Épaisseur t	Dimensions et position	Perçages d_0	Gorge de soudure a_{w0}
			5 mm	(Voir croquis)	13 mm	3 mm
Boulons	Désignation	Diamètre de la vis d	Diamètre de la rondelle	Pince transversale e_2	Entraxe p_1	Pince longitudinale e_l
	M12 8.8 SB	12 mm	24 mm	25 mm > 15.6 mm	50 mm > 28.6 mm	25 mm > 15.6 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)	0.075	1.5 x Wb+
Résistance de la cornière à la pression diamétrale sur l'axe x-x (EN 1993-1-8 tableau 3.4)	0.1	1.5 x Wb+
Résistance de la cornière à la pression diamétrale sur l'axe y-y (EN 1993-1-8 tableau 3.4)	0.046	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 §2.1(5))	0.012	1.5 x Wb+
Résistance du gousset à la pression diamétrale sur l'axe X-X (EN 1993-1-8 tableau 3.4)	0.08	1.5 x Wb+
Résistance du gousset à la pression diamétrale sur l'axe y-y (EN 1993-1-8 tableau 3.4)	0.037	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 §2.1(5))	0.008	1.5 x Wb+
Arrachement de bloc de la cornière (EN 1993-1-8 §3.10.2)	0.109	1.5 x Wb+
Arrachement de bloc du gousset (EN 1993-1-8 §3.10.2)	0.087	1.5 x Wb+
Résistance des soudures du gousset (EN 1993-1-8 §4.5.3)	0.027	1.5 x Wb+



FONDATIONS

NOTE DE CALCULS DE STRUCTURE

Exemple de préétude - Exemple de société

Validé par OPTIMAX STRUCTURES
le 2024-01-16 22:20

Projet défini par : Stéphane PERRIN - OPTIMAX STRUCTURES SAS

E-mail : stephane.perrin@eurocodes-tools.com

Dernière modification :

2024-01-16 22:20

Croquis et tableau des dimensions

Paramètre	Valeur	Description		Article Eurocode
Classe structurale	S4	Durée indicative d'utilisation de projet de 50 années		(EN 1990 tableau 2.I)
Classe de conséquences	CC2	Conséquence moyenne en termes de perte de vie humaine, économiques ou sociales.		(EN 1990 tableau B.I)
Paramètre	Désignation	Valeur	Description / Équation (article Eurocode)	
Classe de résistance du béton	C25/30	$f_{ck} = 25.0 \text{ MPa}$	(EN 1992-1-1 tableau 3.I)	
Classe d'exposition	XC2		(EN 1992-1-1 tableau 4.I)	
Armature	HA FeE500 B	$f_{yk} = 500 \text{ MPa}$		
Treillis soudé		$f_{yk} = 500 \text{ MPa}$		
Enrobage minimal		$c_{nom} = 50 \text{ mm}$	(EN 1992-1-1 §4.4)	

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)	0.075	1.5 x Wb+
Résistance de la cornière à la pression diamétrale sur l'axe x-x (EN 1993-1-8 tableau 3.4)	0.1	1.5 x Wb+
Résistance de la cornière à la pression diamétrale sur l'axe y-y (EN 1993-1-8 tableau 3.4)	0.046	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 – NO175 §2.1(5))	0.012	1.5 x Wb+
Résistance du gousset à la pression diamétrale sur l'axe x-x (EN 1993-1-8 tableau 3.4)	0.08	1.5 x Wb+
Résistance du gousset à la pression diamétrale sur l'axe y-y (EN 1993-1-8 tableau 3.4)	0.037	1.5 x Wb+
Interaction de la résistance à la pression diamétrale du gousset sur les axes x-x et y-y (BNCM / CNC2M – NO175 §2.1(5))	0.008	1.5 x Wb+
Arrachement de bloc de la cornière (EN 1993-1-8 §3.10.2)	0.109	1.5 x Wb+
Arrachement de bloc du gousset (EN 1993-1-8 §3.10.2)	0.087	1.5 x Wb+
Résistance des soudures du gousset (EN 1993-1-8 §4.5.3.3)	0.027	1.5 x Wb+

Détail des calculs pour la combinaison de dimensionnement

Paramètre	Symbol	Valeur	Unité	Description / Équation (article Eurocode)
Contrainte de sol sous la fondation superficielle	q_{net}	0.168	MPa	(fourni par utilisateur)
Coefficient de modèle associé à la méthode de calcul de q_{net}	$\gamma_{R,d,y}$	1.2	-	(NF P94-261 (06/2013) Annexes D et E)
Capacité portante du sol				
Aire résistante du boulon	A_s	84.268	mm ²	$\pi \cdot \left(\frac{d - 0.93815 \cdot P}{2} \right)^2$