



**EUROCODES TOOLS**

Calculer facilement, construire durablement

# SYNTHÈSE

## NOTE DE CALCULS DE STRUCTURE

**Projet exemple rapport - Exemple de client**

Projet défini par :

E-mail :

Dernière modification :

xxx-xxx

contact@eurocodes-tools.com

2024-12-17 10:16

Lien pour le bureau de contrôle : <https://app.eurocodes-tools.com/fr/shelters/xx/inspection>

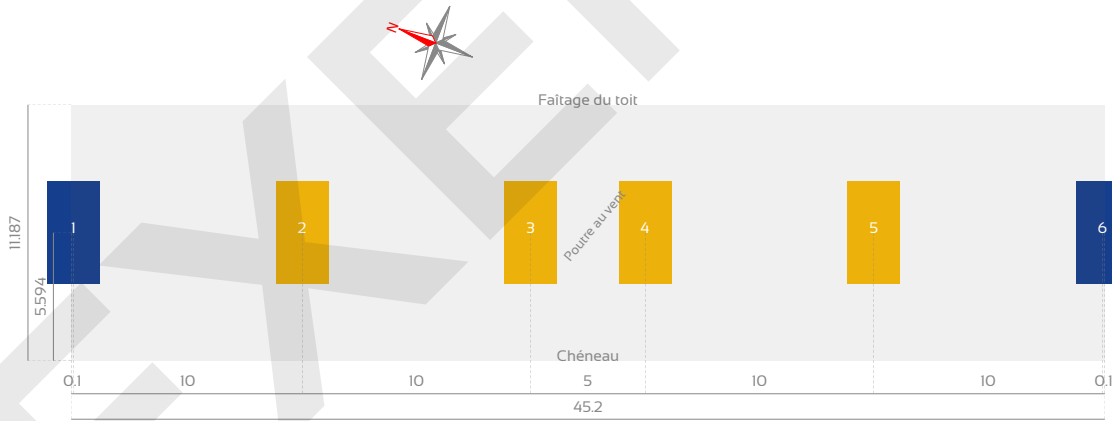
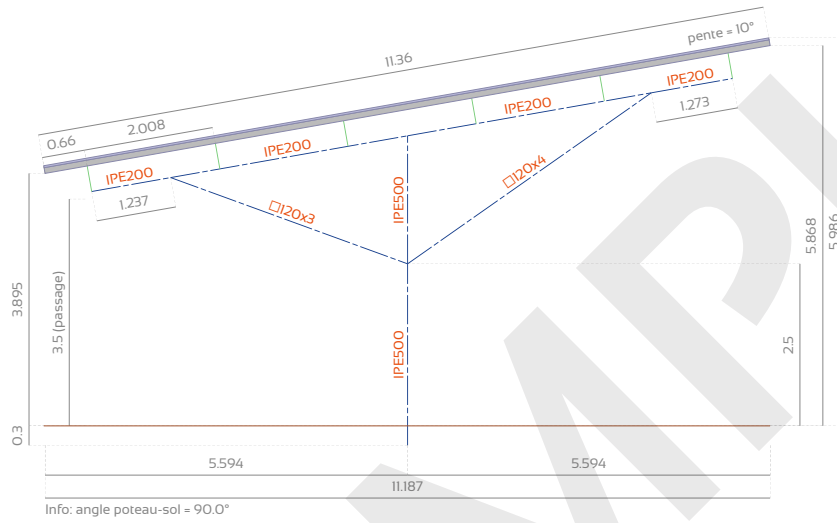
Validé par OPTIMAX STRUCTURES.  
2024-12-17 10:16

## A - INFORMATIONS GÉNÉRALES

Titre du projet : Projet exemple rapport  
 Nom du client : Exemple de client  
 Dernière modification : 2024-12-17 10:16  
 Version du logiciel : 03-0916

## B - DONNÉES ET RÉSUMÉ DES RÉSULTATS

### B 1 - Croquis et dimensions de l'ombrière photovoltaïque



### B 2 - Récapitulatif des vérifications selon les Eurocodes

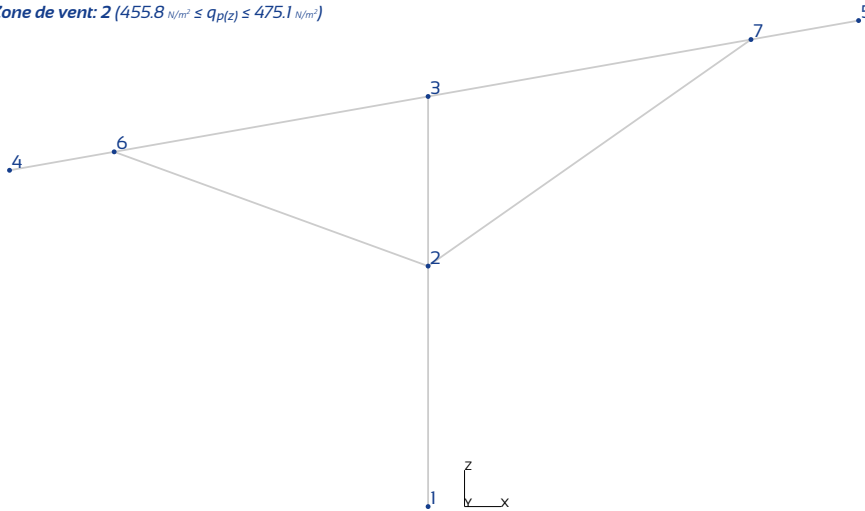
Élément			Vérification (C'est acceptable si le taux est inférieur à 100%)	
Poteau	IPE500	S275	OK	(91.8 %)
Arbalétrier	IPE200	S275	OK	(92.8 %)
Bracon gauche	I20x3	S235	OK	(79.0 %)
Bracon droite	I20x4	S235	OK	(78.9 %)

Classe d'exécution selon la norme EN 1090-2 : EXC 2  
 Système de pose des pannes : inconnu (avec ou sans éclisses)

## 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	Largeur de chargement	Coefficient de continuité
1	5.1 m	1.0
2	10.0 m	1.178
3	7.5 m	1.0
4	7.5 m	1.0
5	10.0 m	1.178
6	5.1 m	1.0

### Axes 1 et 6

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

Nœud	$F_x$ (daN)	$F_y$ (daN)	$F_z$ (daN)	$M_x$ (m.daN)	$M_y$ (m.daN)	$M_z$ (m.daN)
<b>Charges permanentes</b>						
1	0.0	-	-2684.7	-	-219.0	-
<b>Neige normale</b>						
1	0.0	-	-2054.4	-	-0.0	-
<b>Neige accidentelle</b>						
1	-0.0	-	-0.0	-	-0.0	-
<b>Vent gauche en affaissement</b>						
1	296.8	-	-1136.2	-	-2069.4	-
<b>Vent gauche en soulèvement</b>						
1	-339.8	-	2474.1	-	5073.5	-
<b>Vent droite en affaissement</b>						
1	99.7	-	-1090.0	-	3977.0	-
<b>Vent droite en soulèvement</b>						
1	-511.0	-	2373.6	-	-9204.4	-
<b>Vent avant en affaissement</b>						
1	95.6	669.3	-542.3	-2719.9	495.4	-0.0
<b>Vent avant en soulèvement</b>						
1	-339.0	669.3	1922.8	-2719.9	-1756.7	-0.0
<b>Vent arrière en affaissement</b>						
1	95.6	-669.3	-542.3	2719.9	495.4	0.0
<b>Vent arrière en soulèvement</b>						
1	-339.0	-669.3	1922.8	2719.9	-1756.7	0.0

### Axes 2, 3, 4 et 5

(Largeur de chargement : 10.0m, facteur de continuité : 1.178)

Nœud	$F_x$ (daN)	$F_y$ (daN)	$F_z$ (daN)	$M_x$ (m.daN)	$M_y$ (m.daN)	$M_z$ (m.daN)
<b>Charges permanentes</b>						
1	0.0	-	-4834.2	-	-592.5	-
<b>Neige normale</b>						
1	0.0	-	-4743.6	-	-0.0	-
<b>Neige accidentelle</b>						
1	-0.0	-	-0.0	-	-0.0	-
<b>Vent gauche en affaissement</b>						
1	559.0	-	-2623.3	-	-5079.5	-
<b>Vent gauche en soulèvement</b>						
1	-910.9	-	5712.6	-	11413.1	-
<b>Vent droite en affaissement</b>						
1	351.3	-	-2516.8	-	9471.8	-
<b>Vent droite en soulèvement</b>						
1	-1058.9	-	5480.5	-	-20963.6	-
<b>Vent avant en affaissement</b>						
1	220.8	669.3	-1252.0	-2719.9	1143.9	-0.0
<b>Vent avant en soulèvement</b>						
1	-782.8	669.3	4439.7	-2719.9	-4056.1	-0.0
<b>Vent arrière en affaissement</b>						
1	220.8	-669.3	-1252.0	2719.9	1143.9	0.0
<b>Vent arrière en soulèvement</b>						
1	-782.8	-669.3	4439.7	2719.9	-4056.1	0.0

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

Position	$F_x$ (daN)	$F_y$ (daN)	$F_z$ (daN)	$M_x$ (m.daN)	$M_y$ (m.daN)	$M_z$ (m.daN)
<b>Vent avant en affaissement et Vent avant en soulèvement</b>						
Axe 4	44.8	-	7.9	-	214.1	-
Axe 3	-44.8	-	-7.9	-	-214.1	-
<b>Vent arrière en affaissement et Vent arrière en soulèvement</b>						
Axe 3	44.8	-	7.9	-	214.1	-
Axe 4	-44.8	-	-7.9	-	-214.1	-

## 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)

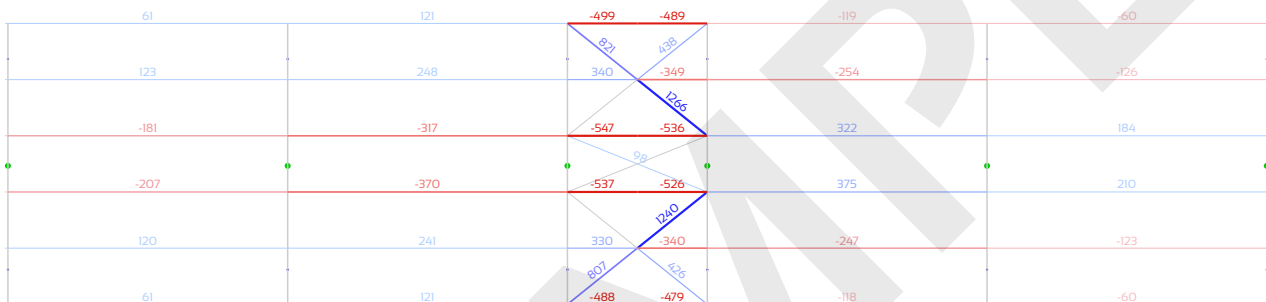
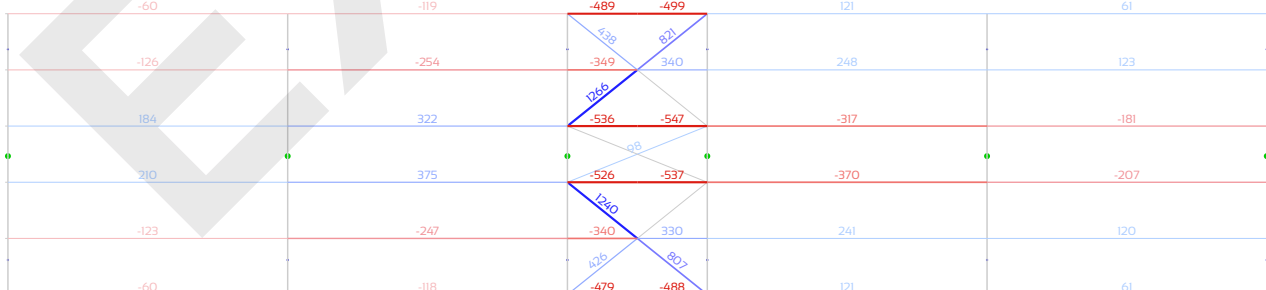


Diagramme des efforts normaux circulant dans le plan de toiture lors d'un vent arrière (Cas de charge simple non pondéré - arrondi en daN)



## 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

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).

EXEMPLE

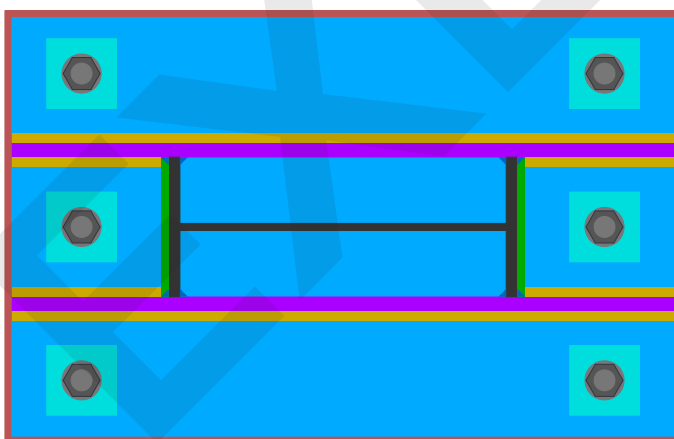
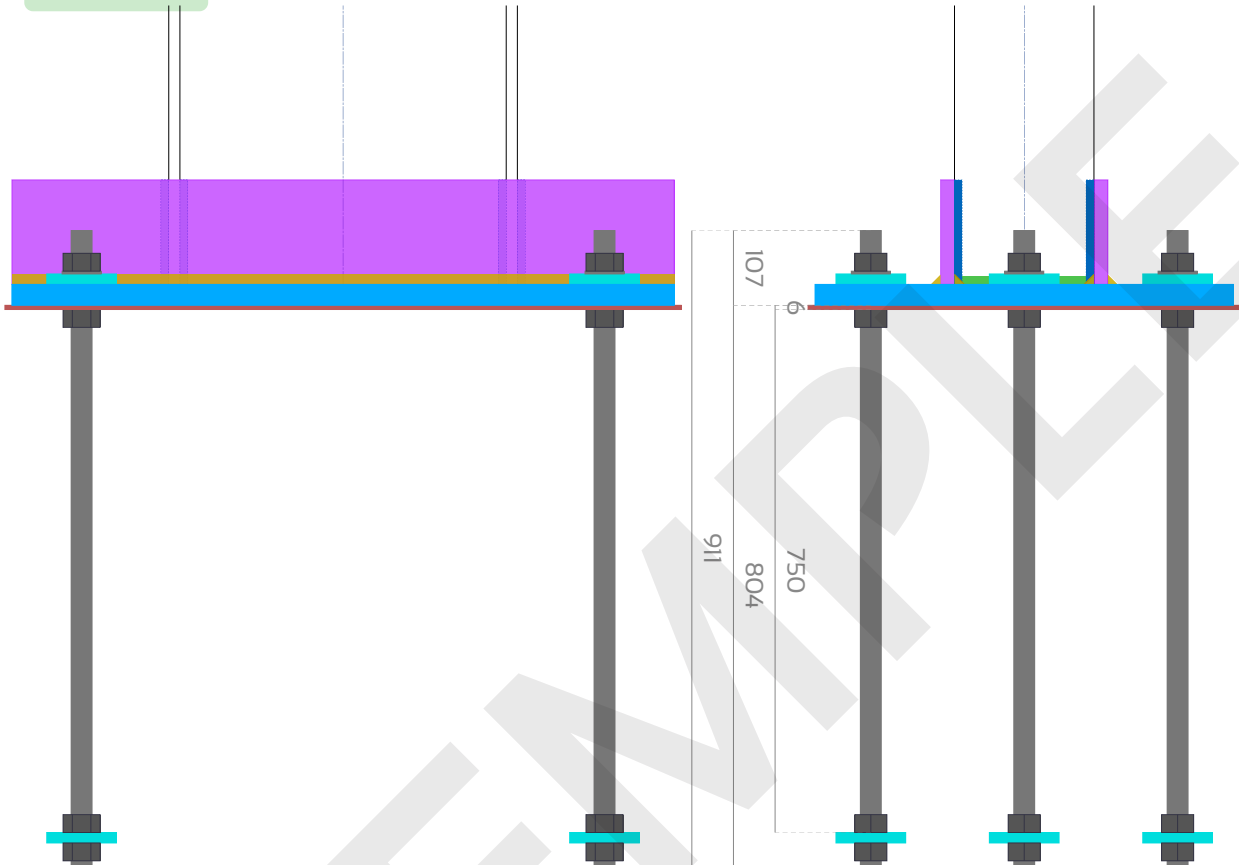
## D 4 - Assemblages

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

La rotation du pied de poteau est bloquée autour des axes X et Y au niveau -0.3m 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: 0.813



Platine de pré-scellement : 970x620x6 (S235)

Platine en pied de poteau : 950x600x30 (S235)

Raidisseurs : 950x150x20 (S235)

Patin d'ancrage et plaquette d'appui : 100x100x15 (S235)

Tiges d'ancrage: M30 8.8

Entraxe transversal $e_2$	Pince transversale $e_2$	Entraxe longitudinal $e_1$	Pince longitudinale $e_1$
220 mm > 79.2 mm	80.0 mm > 39.6 mm	750 mm > 79.2 mm	100.0 mm > 39.6 mm

Gorges de soudure		
Horizontale sur les semelles du poteau $a_f$	Horizontale sur les raidisseurs $a_s$	Verticale sur le poteau $a_c$
8 mm	10 mm	8 mm

Massifs de fondation en béton C25/30:  $L \geq 4.5\text{ m} \times B \geq 2.3\text{ m} \times H \geq 0.95\text{ m}$

La section minimale d'armature de béton pour éviter la rupture par fendage doit être supérieure à 55 cm<sup>2</sup>.

#### 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) :

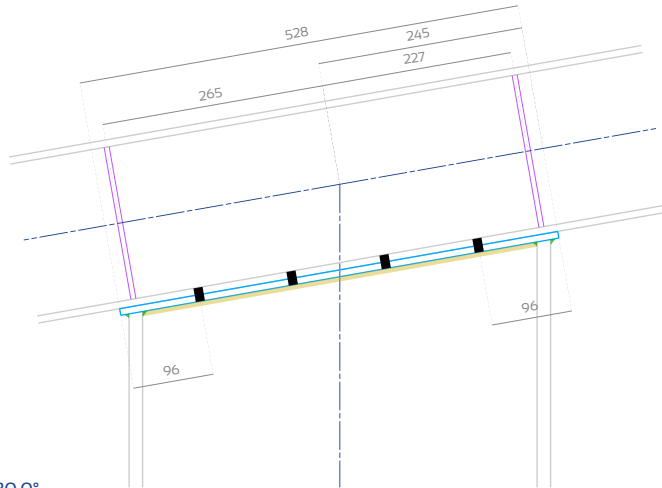
- Souder les plaquettes supérieures à la platine en pied de poteau.
- Remplir l'espace annulaire (avec une résine d'ancrage adaptée par exemple).
- Ajouter 1 cheville d'ancrage de part et d'autre du poteau dans les trous normaux (reprise directe du cisaillement par les chevilles d'ancrage).

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: 0.911



Angle entre éléments = 80.0°

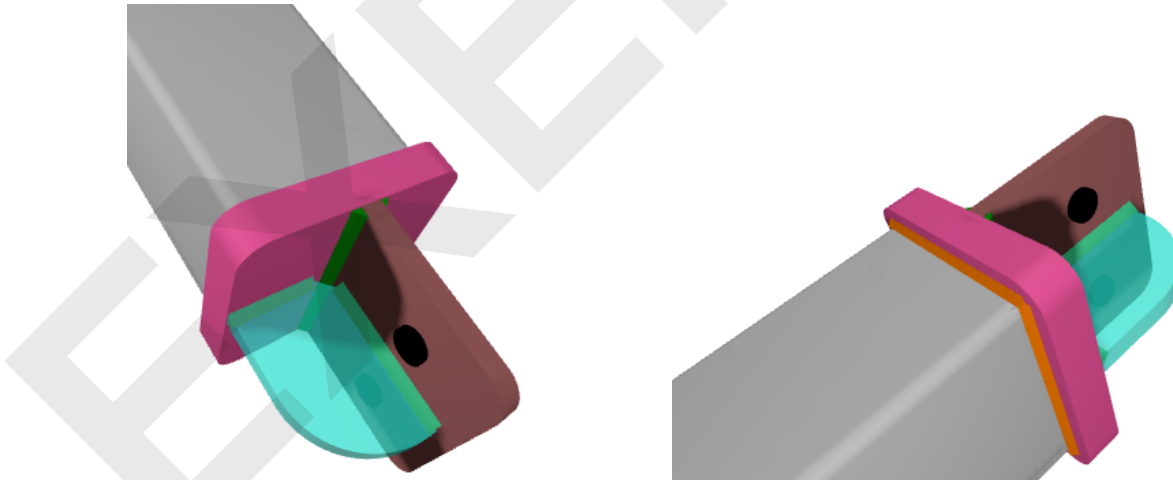
Platine d'about	Épaisseur $t_p$	Largeur	Longueur	Perçages $d_0$	Gorge de soudure sur les semelles $a_f$	Gorge de soudure sur l'âme $a_w$
	8.0 mm	200.0 mm	(Voir croquis)	11 mm	4 mm	4 mm
Boulons	Désignation	Diamètre de la vis $d$	Diamètre de la rondelle	Entraxe transversal $p_2$	Pince transversale (arbalétrier) $e_2$	Entraxe longitudinal $p_1$
	MIO 8.8 SB	10 mm	20 mm	58 mm > 26.4 mm	21.0 mm > 13.2 mm	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 coté 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.

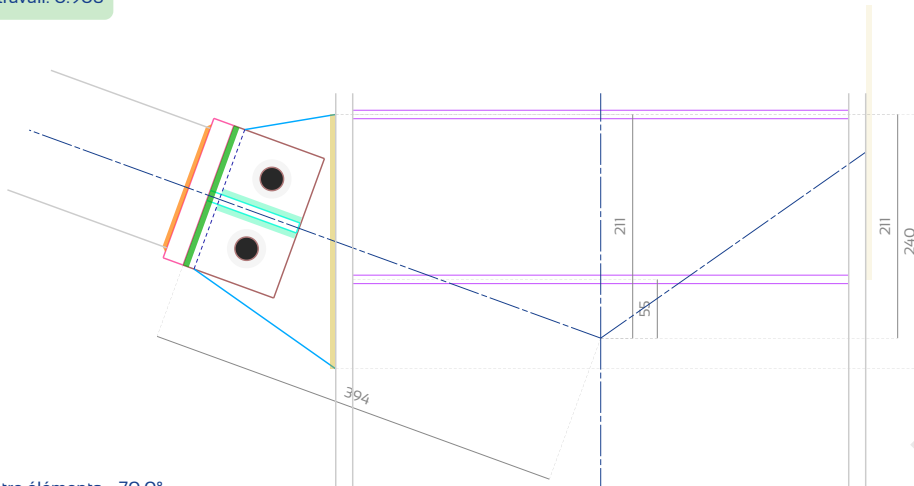


Ces goussets sont reliés entre eux par deux boulons (et rondelles trempées) fonctionnant en simple cisaillement.

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: 0.908

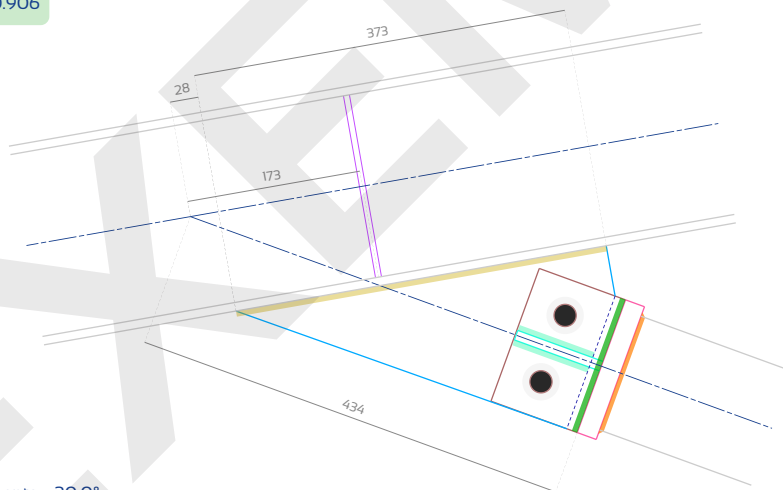


Angle entre éléments = 70.0°

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	10 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	Épaisseur x Largeur	Raidisseur latéral du gousset	Épaisseur $t_{s,g}$	Largeur $b_{s,g}$	Hauteur $h_{s,g}$	Gorge de soudure $a_{s,g}$
	8 mm x 90 mm		10 mm	65 mm	90 mm	4 mm

### Bracon gauche - Côté arbalétrier

Taux de travail: 0.906



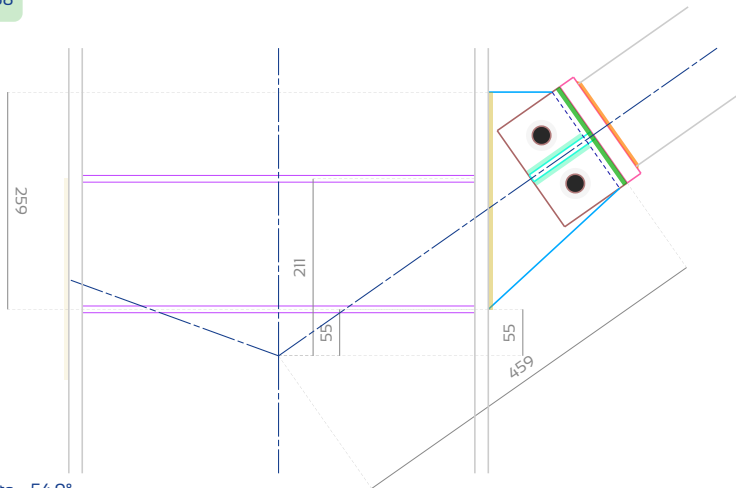
Angle entre éléments = 30.0°

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	10 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	Épaisseur x Largeur	Raidisseur latéral du gousset	Épaisseur $t_{s,g}$	Largeur $b_{s,g}$	Hauteur $h_{s,g}$	Gorge de soudure $a_{s,g}$
	6 mm x 40 mm		10 mm	65 mm	90 mm	4 mm



## Bracon droite - Côté poteau

Taux de travail: 0.858

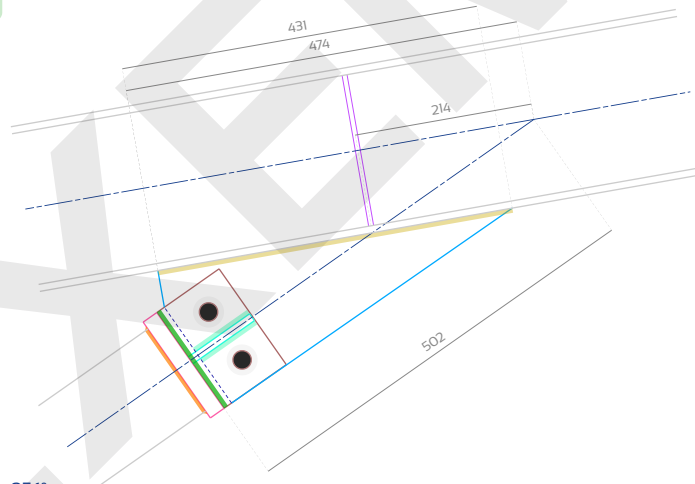


Angle entre éléments = 54.9°

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	10 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	Épaisseur x Largeur	Raidisseur latéral du gousset	Épaisseur $t_{b,g}$	Largeur $b_{b,g}$	Hauteur $h_{b,g}$	Gorge de soudure $a_{b,g}$
	8 mm x 90 mm		10 mm	65 mm	90 mm	4 mm

## Bracon droite - Côté arbalétrier

Taux de travail: 0.855



Angle entre éléments = 25.1°

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	10 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	Épaisseur x Largeur	Raidisseur latéral du gousset	Épaisseur $t_{b,g}$	Largeur $b_{b,g}$	Hauteur $h_{b,g}$	Gorge de soudure $a_{b,g}$
	6 mm x 40 mm		10 mm	65 mm	90 mm	4 mm

## D 4.4 - Goussets de poutre au vent de toiture

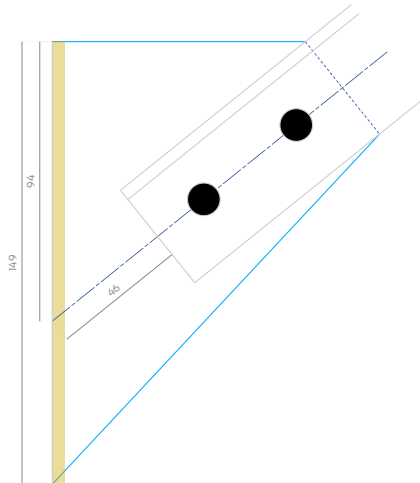
Le plan de toiture est raidi par l'installation une poutre treillis en cornières (croix) dans le plan du versant.

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.

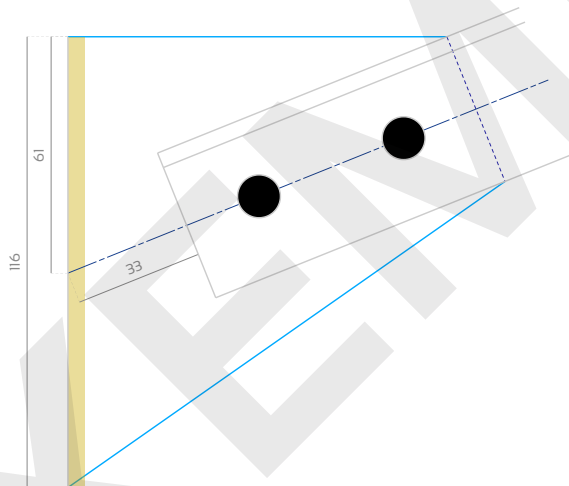
Ces goussets sont fixés aux contreventements par plusieurs boulons de classe 8.8 fonctionnant en simple cisaillement.

Taux de travail: 0.594



Angle = 38.8°

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 $e_1$
	M10 8.8 SB	10 mm	20 mm	20 mm > 13.2 mm	40 mm > 24.2 mm	20 mm > 13.2 mm



Angle = 21.9°

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 $e_1$
	M10 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 exemple rapport - Exemple de client**

Projet défini par :

xxx-xxx

E-mail :

contact@eurocodes-tools.com

Dernière modification :

2024-12-17 10:16

Lien pour le bureau de contrôle : <https://app.eurocodes-tools.com/fr/shelters/xx/inspection>

Validé par OPTIMAX & CO. STRUCTURES.  
2024-12-17 10:16

# 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 <sub>x</sub> U <sub>z</sub> R <sub>y</sub>
2	5.594 m	2.5 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	2.8 m	IPE500	
2	2	3	1.975 m	IPE500	Articulé au nœud d'arrivée
3	4	6	1.237 m	IPE200	
4	6	3	3.712 m	IPE200	
5	3	7	3.818 m	IPE200	
6	7	5	1.273 m	IPE200	
7	6	2	3.89 m	□ 120x3	Articulé au nœud de départ et au nœud d'arrivée
8	2	7	4.593 m	□ 120x4	Articulé au nœud de départ et au nœud d'arrivée

## Annexe 1.3 - Sections transversales et matériaux

Section transversale	Aire brute A	Aires cisailées		Moments quadratiques		Moment d'inertie polaire I <sub>0</sub>	Moment d'inertie de torsion I <sub>t</sub>	Facteur de gauchissement I <sub>w</sub>
		sur y-y A <sub>vY</sub>	sur z-z A <sub>vZ</sub>	autour de y-y I <sub>y</sub>	autour de z-z I <sub>z</sub>			
IPE500	115.5 cm <sup>2</sup>	72.1 cm <sup>2</sup>	59.9 cm <sup>2</sup>	48198.5 cm <sup>4</sup>	2141.7 cm <sup>4</sup>	50340.2 cm <sup>4</sup>	89.29 cm <sup>4</sup>	1249.37 x 10 <sup>3</sup> cm <sup>6</sup>
IPE200	28.5 cm <sup>2</sup>	19.6 cm <sup>2</sup>	14.0 cm <sup>2</sup>	1943.2 cm <sup>4</sup>	142.4 cm <sup>4</sup>	2085.5 cm <sup>4</sup>	6.98 cm <sup>4</sup>	12.99 x 10 <sup>3</sup> cm <sup>6</sup>
□ 120x3	13.8 cm <sup>2</sup>	6.9 cm <sup>2</sup>	6.9 cm <sup>2</sup>	312.3 cm <sup>4</sup>	312.3 cm <sup>4</sup>	624.7 cm <sup>4</sup>	487.72 cm <sup>4</sup>	-
□ 120x4	18.1 cm <sup>2</sup>	9.1 cm <sup>2</sup>	9.1 cm <sup>2</sup>	402.3 cm <sup>4</sup>	402.3 cm <sup>4</sup>	804.6 cm <sup>4</sup>	636.57 cm <sup>4</sup>	-

Section transversale	Matériau	Limite d'élasticité f <sub>y</sub>	Module de Young E	Module de cisaillement G
IPE500	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
□ 120x4	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 <sup>3</sup>
Panneaux solaires	charge uniformément répartie	20.0 kg/m <sup>2</sup>
Pannes	charge uniformément répartie	8.0 kg/m <sup>2</sup>
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.

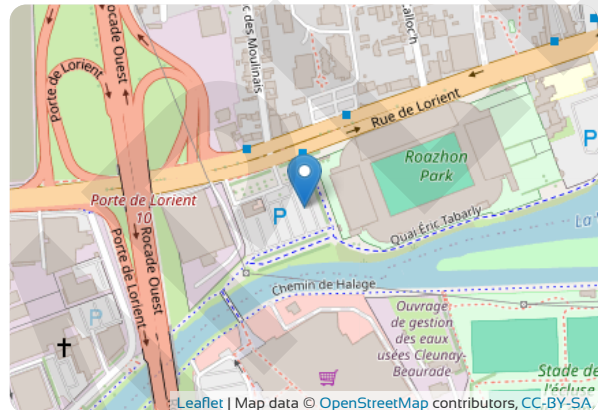
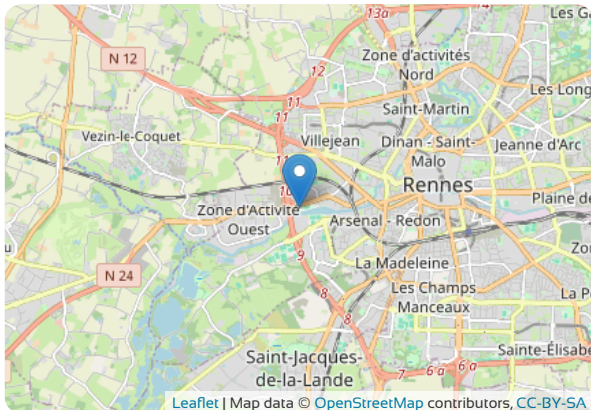
### Annexe 2.3 - Charges climatiques

#### Annexe 2.3.1 - Localisation



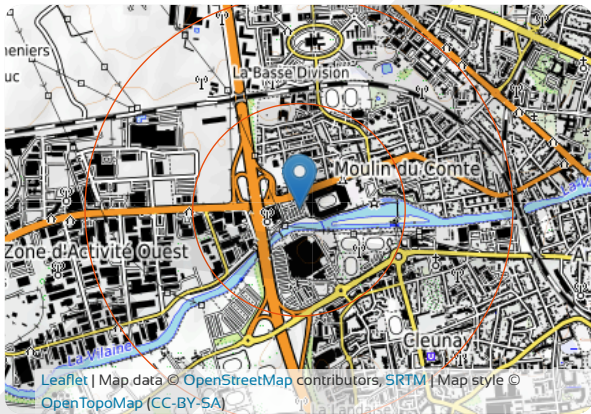
Coordonnées dans le système géodésique mondial 1984 (WGS84) :

48.10711776° , -1.71473623°



Adresse : Quai Éric Tabarly, 35043 Rennes, Bretagne

#### Annexe 2.3.2 - Altitudes



Distances / Direction	Au droit de la construction	500 m	1000 m
Nord	26 m	32 m	40 m
Nord-Est		33 m	43 m
Est		24 m	24 m
Sud-Est		24 m	30 m
Sud		25 m	30 m
Sud-Ouest		23 m	25 m
Ouest		26 m	26 m
Nord-Ouest		29 m	39 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 :	69°

## 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) + AI (07/2011))

### 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 :  $s_{R,26 \text{ m}} = 0.45 \text{ kN/m}^2$

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 <sup>2</sup>	0.8	35.45 daN/m <sup>2</sup>

## Annexe 2.3.6 - Vent (NF EN 1991-1-4/NA (03/2008) + AI (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 24° à 114°	de 114° à 204°	de 204° à 294°	de 294° à 24°
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 $k_r$	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 $\sigma_v$	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 $\rho$	1.225 kg/m <sup>3</sup>			
Coefficient d'exposition $c_{e(z)}$	1.292	1.347	1.347	1.347
<b>Pression dynamique de pointe <math>q_{p(z)}</math></b>	<b>455.8 N/m<sup>2</sup></b>	<b>475.1 N/m<sup>2</sup></b>	<b>475.1 N/m<sup>2</sup></b>	<b>475.1 N/m<sup>2</sup></b>
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 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(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

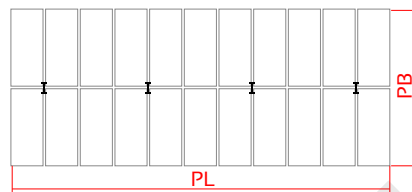
Orientation du bord bas par rapport au Nord : 249°



Leaflet | Powered by Esri | Source: Esri, Maxar, Earthstar Geographics, and the GIS User Community

Vent provenant de la gauche (gouttière) $q_{p1}$	Vent provenant de la droite (faitage) $q_{p2}$	Vent de face $q_{p3}$	Vent de l'arrière $q_{p4}$
47.51 daN/m <sup>2</sup>	45.58 daN/m <sup>2</sup>	47.51 daN/m <sup>2</sup>	47.51 daN/m <sup>2</sup>

### Annexe 2.3.6.2 - Degré d'obstruction sous la toiture



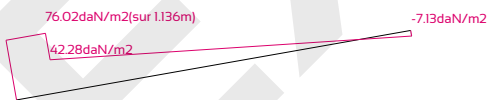
Stationnement	Type véhicule	Nombre en longueur $P_L$	Aire de face	Aire totale d'obstruction
		18	3.36 m <sup>2</sup> /véhicule	60.48 m <sup>2</sup>
		Nombre en largeur $P_B$	Aire de profil	Aire totale d'obstruction
		2	7.14 m <sup>2</sup> /véhicule	14.28 m <sup>2</sup>

Position	Aire des obstructions	section transversale sous la voûte	Taux d'obstruction $\phi$
A gauche	60.48 m <sup>2</sup>	176.05 m <sup>2</sup>	0.344
A droite	60.48 m <sup>2</sup>	265.22 m <sup>2</sup>	0.228
De profil	14.28 m <sup>2</sup>	54.61 m <sup>2</sup>	0.261

### Annexe 2.3.6.3 - Pressions de surface sur le toit

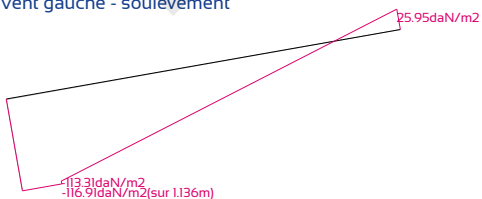
(EN 1991-1-4 57.3 + cf distribution à partir de BNCM/CNC2M N0380 / REC ECI-CM : juillet 2017 Figure 22)

Vent gauche - affaissement



Coefficient de force $c_f$	0.5	Tableau 7.6
Emplacement de $c_f$	2.84 m	Figure 7.16

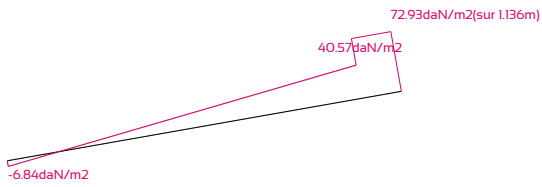
Vent gauche - soulèvement



Coefficient de force $c_f$	-1.072	Tableau 7.6
Emplacement de $c_f$	2.84 m	Figure 7.16

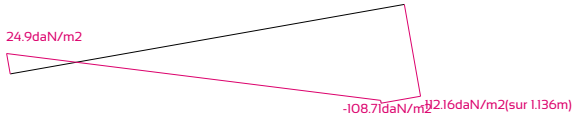


### Vent droite - affaissement



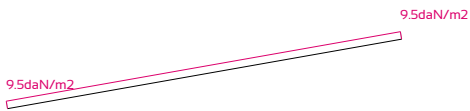
Coefficient de force $c_f$	0.5	Tableau 7.6
Emplacement de $c_f$	8.52 m	Figure 7.16

### Vent droite - soulèvement



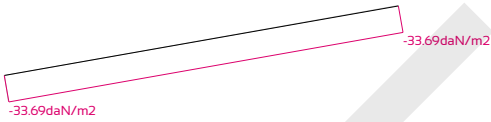
Coefficient de force $c_f$	-1.072	Tableau 7.6
Emplacement de $c_f$	8.52 m	Figure 7.16

### Vent avant - affaissement



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	cf est uniforme sur tout le toit - BNCM/CNC2M N0380 / REC ECI- CM: Juillet 2017 95.3

### Vent avant - soulèvement



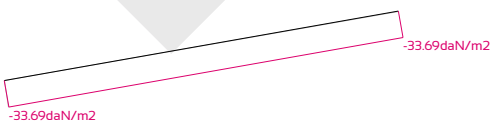
Coefficient de force $c_f$	-0.709	pour une pente de toit $\alpha = 0^\circ$ - BNCM/CNC2M N0380 / REC ECI- CM: Juillet 2017 Tableau 3
Emplacement de $c_f$	5.68 m	cf est uniforme sur tout le toit - BNCM/CNC2M N0380 / REC ECI- CM: Juillet 2017 95.3

### Vent arrière - affaissement



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	cf est uniforme sur tout le toit - BNCM/CNC2M N0380 / REC ECI- CM: Juillet 2017 95.3

### Vent arrière - soulèvement



Coefficient de force $c_f$	-0.709	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	cf est uniforme sur tout le toit - BNCM/CNC2M N0380 / REC ECI- CM: Juillet 2017 95.3



### Annexe 2.3.6.4 - Frottement sur les éléments

Cas de charge	Poteau		Arbalétrier		Bracon gauche		Bracon droite		Surface de toiture	
	$C_{f,poteau}$	$Q_{poteau}$	$C_{f,arbalétrier}$	$Q_{arbalétrier}$	$C_{f,bracon\ gauche}$	$Q_{bracon\ gauche}$	$C_{f,bracon\ droite}$	$Q_{bracon\ droite}$	$C_{fr,toit}$	$Q_{toit}$
Vent gauche - affaissement	0.85	20.2 daN/m	-	-	-	-	-	-	-	-
Vent gauche - soulèvement	0.85	20.2 daN/m	-	-	-	-	-	-	-	-
Vent droite - affaissement	0.85	-19.4 daN/m	-	-	-	-	-	-	-	-
Vent droite - soulèvement	0.85	-19.4 daN/m	-	-	-	-	-	-	-	-
Vent avant - affaissement	2.0	47.5 daN/m	1.749	16.6 daN/m	1.84	10.5 daN/m	1.75	10.0 daN/m	0.05	17.9 daN/m
Vent avant - soulèvement	2.0	47.5 daN/m	1.749	16.6 daN/m	1.84	10.5 daN/m	1.75	10.0 daN/m	0.05	17.9 daN/m
Vent arrière - affaissement	2.0	-47.5 daN/m	1.749	-16.6 daN/m	1.84	-10.5 daN/m	1.75	-10.0 daN/m	0.05	-17.9 daN/m
Vent arrière - soulèvement	2.0	-47.5 daN/m	1.749	-16.6 daN/m	1.84	-10.5 daN/m	1.75	-10.0 daN/m	0.05	-17.9 daN/m

### Annexe 2.3.6.5 - Coefficient structural $c_s c_d$ (NF EN 1991-1-4/NA (03/2008) §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 $L(z_s)$	41.83 m	41.83 m	52.89 m	52.89 m	§B.1(1)
Coefficient de réponse quasi-statique $B^2$	0.494	0.494	0.531	0.531	§B.2(2)
Fréquence propre de la structure $n_{1x}$	3.531 Hz				-
Fréquence adimensionnelle $f_{L(z_s, n_{1x})}$	9.529	9.529	12.289	12.289	§B.1(2)
Fonction de densité spectrale de puissance adimensionnelle $S_{L(z_s, n_{1x})}$	0.031	0.031	0.026	0.026	
$\eta_h$	6.588	6.588	6.718	6.718	§B.2(6)
Fonction d'admittance aérodynamique $R_h$	0.14	0.14	0.138	0.138	
$\eta_b$	47.37	47.37	48.305	48.305	
Fonction d'admittance aérodynamique $R_b$	0.021	0.021	0.02	0.02	
Décrément logarithmique d'amortissement structural $\delta_s$	0.05				tableau F.2
Masse par unité d'aire de la construction $\mu$	37.0 kg/m <sup>2</sup>				-
Masse équivalente par unité de surface du maître couple ( $H_s L$ ) $\mu_e$	209.9 kg/m <sup>2</sup>				§F.5(3)
Masse volumique de l'air $\rho$	1.225 kg/m <sup>3</sup>				§4.5
Décrément logarithmique d'amortissement aérodynamique $\delta_a$	0.006	0.014	0.006	0.013	§F.5(4)
Décrément logarithmique d'amortissement $\delta$	0.056	0.064	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 $v$	0.445 Hz	0.419 Hz	0.389 Hz	0.366 Hz	§B.2(4)
Facteur de pointe $R_p$	3.522	3.505	3.484	3.467	§B.2(3)
Coefficient structural $c_s c_d$	0.85	0.85	0.85	0.85	§6.3.1(1)

Le coefficient structural  $c_s c_d$  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 $T_0$ Annexe A1	Composantes de température uniforme des pannes $\Delta T_u$ equation 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 $\alpha_T$ Tableau C.1	12 $\times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$	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.

### 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	-97.8 daN/m
		2.8 m	0.0 daN/m	0 daN/m	-97.8 daN/m
2	global	0.0 m	0.0 daN/m	0 daN/m	-97.8 daN/m
		1.975 m	0.0 daN/m	0 daN/m	-97.8 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
		3.89 m	0.0 daN/m	0 daN/m	-11.7 daN/m
8	global	0.0 m	0.0 daN/m	0 daN/m	-15.4 daN/m
		4.593 m	0.0 daN/m	0 daN/m	-15.4 daN/m

### Annexe 2.6.2 - Charges concentrées

N° élément	Charges				
	Système	Abscisse	F <sub>x</sub>	F <sub>z</sub>	C <sub>y</sub>
<i>Charges permanentes ( G )</i>					
1	global	0.028 m	0.0 daN	-217.2 daN	0.0 m.daN
3	global	0.0 m	4.3 daN	-680.2 daN	-45.6 m.daN
4	global	0.771 m	-5.5 daN	-618.2 daN	-45.1 m.daN
	global	2.779 m	1.8 daN	-659.7 daN	-45.1 m.daN
5	global	1.075 m	-1.8 daN	-639.3 daN	-45.1 m.daN
	global	3.083 m	5.3 daN	-679.6 daN	-45.1 m.daN
6	global	1.273 m	-4.1 daN	-514.6 daN	-37.4 m.daN
<i>Neige normale ( S<sub>n</sub> )</i>					
3	global	0.0 m	-5.3 daN	-664.7 daN	-48.3 m.daN
4	global	0.771 m	6.6 daN	-876.1 daN	-58.2 m.daN
	global	2.779 m	-1.3 daN	-830.9 daN	-58.2 m.daN
5	global	1.075 m	-1.3 daN	-830.9 daN	-58.2 m.daN
	global	3.083 m	6.6 daN	-876.1 daN	-58.2 m.daN
6	global	1.273 m	-5.3 daN	-664.7 daN	-48.3 m.daN
<i>Neige accidentelle ( S<sub>a</sub> )</i>					
<i>Vent gauche en affaissement ( W<sub>l</sub>- )</i>					
3	global	0.0 m	186.8 daN	-1059.6 daN	-0.0 m.daN
4	global	0.771 m	124.7 daN	-707.3 daN	0.0 m.daN
	global	2.779 m	87.1 daN	-494.1 daN	0.0 m.daN
5	global	1.075 m	54.2 daN	-307.5 daN	0.0 m.daN
	global	3.083 m	20.1 daN	-113.9 daN	0.0 m.daN
6	global	1.273 m	-10.4 daN	58.9 daN	0.0 m.daN
<i>Vent gauche en soulèvement ( W<sub>l</sub>+ )</i>					
3	global	0.0 m	-319.2 daN	1810.0 daN	-0.0 m.daN
4	global	0.771 m	-343.5 daN	1948.3 daN	-0.0 m.daN
	global	2.779 m	-221.6 daN	1256.7 daN	-0.0 m.daN
5	global	1.075 m	-133.5 daN	757.1 daN	-0.0 m.daN
	global	3.083 m	-34.9 daN	198.1 daN	-0.0 m.daN
6	global	1.273 m	45.4 daN	-257.7 daN	-0.0 m.daN
<i>Vent droite en affaissement ( W<sub>r</sub>- )</i>					
3	global	0.0 m	-10.0 daN	56.5 daN	0.0 m.daN
4	global	0.771 m	19.3 daN	-109.2 daN	0.0 m.daN
	global	2.779 m	52.0 daN	-295.0 daN	0.0 m.daN
5	global	1.075 m	83.6 daN	-474.0 daN	0.0 m.daN
	global	3.083 m	119.6 daN	-678.5 daN	0.0 m.daN

N° élément	Charges				
	Système	Abscisse	F <sub>x</sub>	F <sub>z</sub>	C <sub>y</sub>
6	global	1.273 m	179.2 daN	-1016.5 daN	-0.0 m.daN
<i>Vent droite en soulèvement (Wr+)</i>					
3	global	0.0 m	43.6 daN	-247.2 daN	-0.0 m.daN
4	global	0.771 m	-33.5 daN	190.1 daN	-0.0 m.daN
	global	2.779 m	-128.1 daN	726.4 daN	-0.0 m.daN
5	global	1.075 m	-212.6 daN	1205.7 daN	-0.0 m.daN
	global	3.083 m	-329.6 daN	1869.1 daN	-0.0 m.daN
6	global	1.273 m	-306.2 daN	1736.5 daN	-0.0 m.daN
<i>Vent avant en affaissement (Wf-)</i>					
3	global	0.0 m	30.9 daN	-175.2 daN	0.0 m.daN
4	global	0.771 m	40.8 daN	-231.6 daN	0.0 m.daN
	global	2.779 m	38.7 daN	-219.3 daN	0.0 m.daN
5	global	1.075 m	38.7 daN	-219.3 daN	0.0 m.daN
	global	3.083 m	40.8 daN	-231.6 daN	0.0 m.daN
6	global	1.273 m	30.9 daN	-175.2 daN	0.0 m.daN
<i>Vent avant en soulèvement (Wf+)</i>					
3	global	0.0 m	-109.5 daN	621.3 daN	-0.0 m.daN
4	global	0.771 m	-144.8 daN	821.1 daN	-0.0 m.daN
	global	2.779 m	-137.1 daN	777.5 daN	-0.0 m.daN
5	global	1.075 m	-137.1 daN	777.5 daN	-0.0 m.daN
	global	3.083 m	-144.8 daN	821.1 daN	-0.0 m.daN
6	global	1.273 m	-109.5 daN	621.3 daN	-0.0 m.daN
<i>Vent arrière en affaissement (Wb-)</i>					
3	global	0.0 m	30.9 daN	-175.2 daN	0.0 m.daN
4	global	0.771 m	40.8 daN	-231.6 daN	0.0 m.daN
	global	2.779 m	38.7 daN	-219.3 daN	0.0 m.daN
5	global	1.075 m	38.7 daN	-219.3 daN	0.0 m.daN
	global	3.083 m	40.8 daN	-231.6 daN	0.0 m.daN
6	global	1.273 m	30.9 daN	-175.2 daN	0.0 m.daN
<i>Vent arrière en soulèvement (Wb+)</i>					
3	global	0.0 m	-109.5 daN	621.3 daN	-0.0 m.daN
4	global	0.771 m	-144.8 daN	821.1 daN	-0.0 m.daN
	global	2.779 m	-137.1 daN	777.5 daN	-0.0 m.daN
5	global	1.075 m	-137.1 daN	777.5 daN	-0.0 m.daN
	global	3.083 m	-144.8 daN	821.1 daN	-0.0 m.daN
6	global	1.273 m	-109.5 daN	621.3 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 <sub>M0</sub>	Y <sub>M1</sub>	Y <sub>M2</sub>
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 + Sa	1.0	1.0	1.25

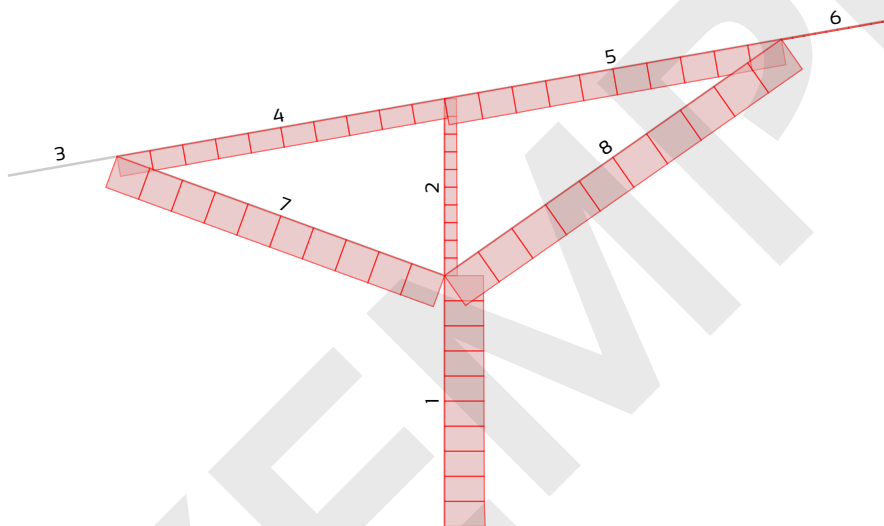
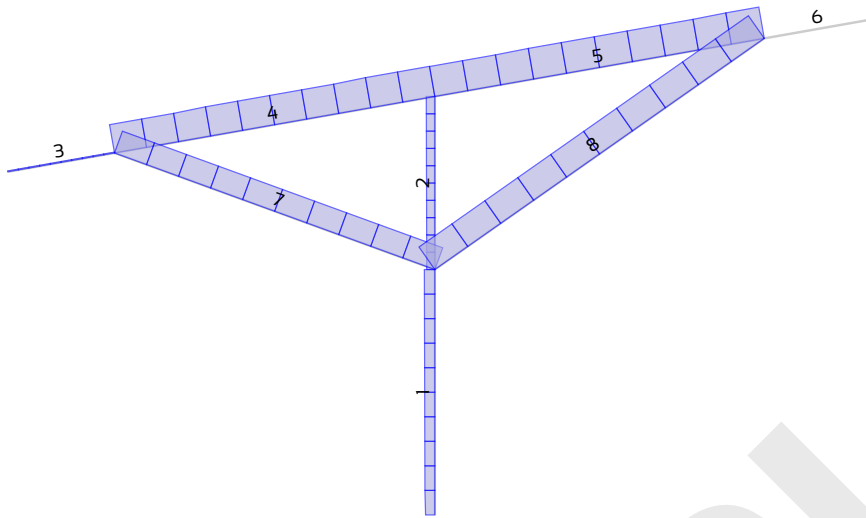
### Annexe 2.7.2 - États Limites de Service

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

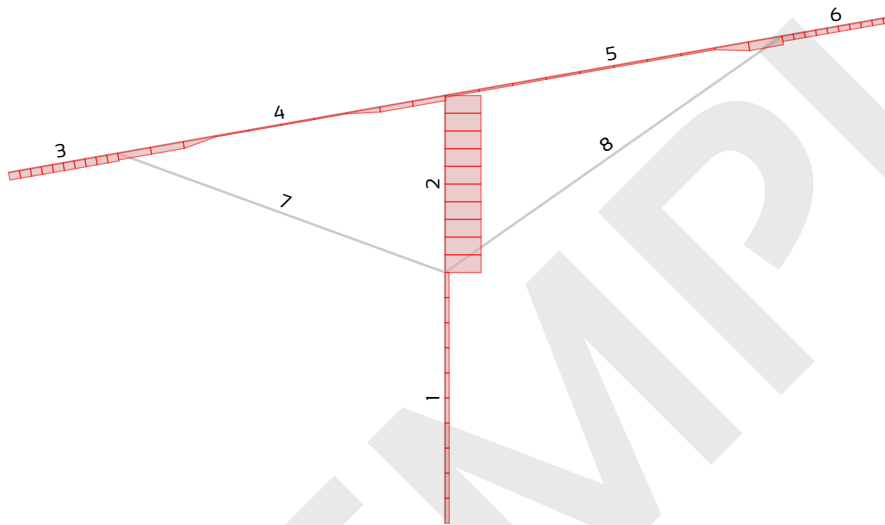
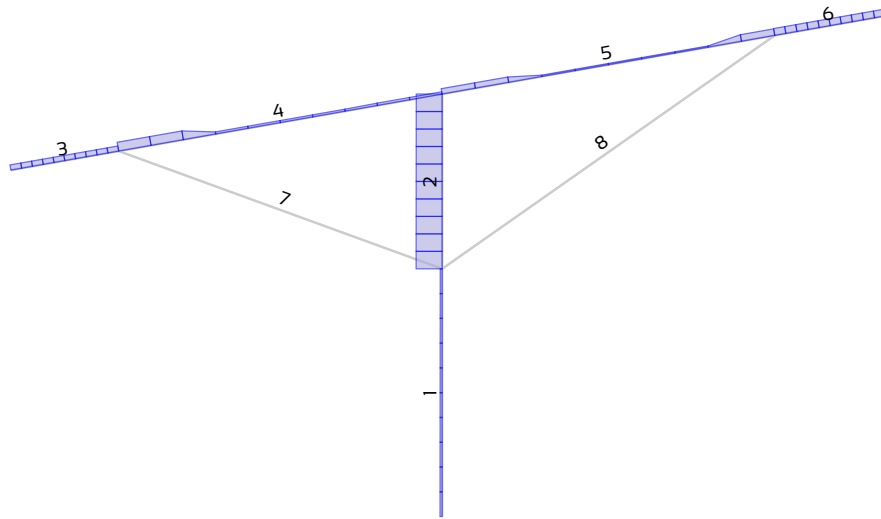
Lors du calcul, les éléments sont sous-divisés par 10.

### Annexe 3.1 - Efforts normaux $N_x$



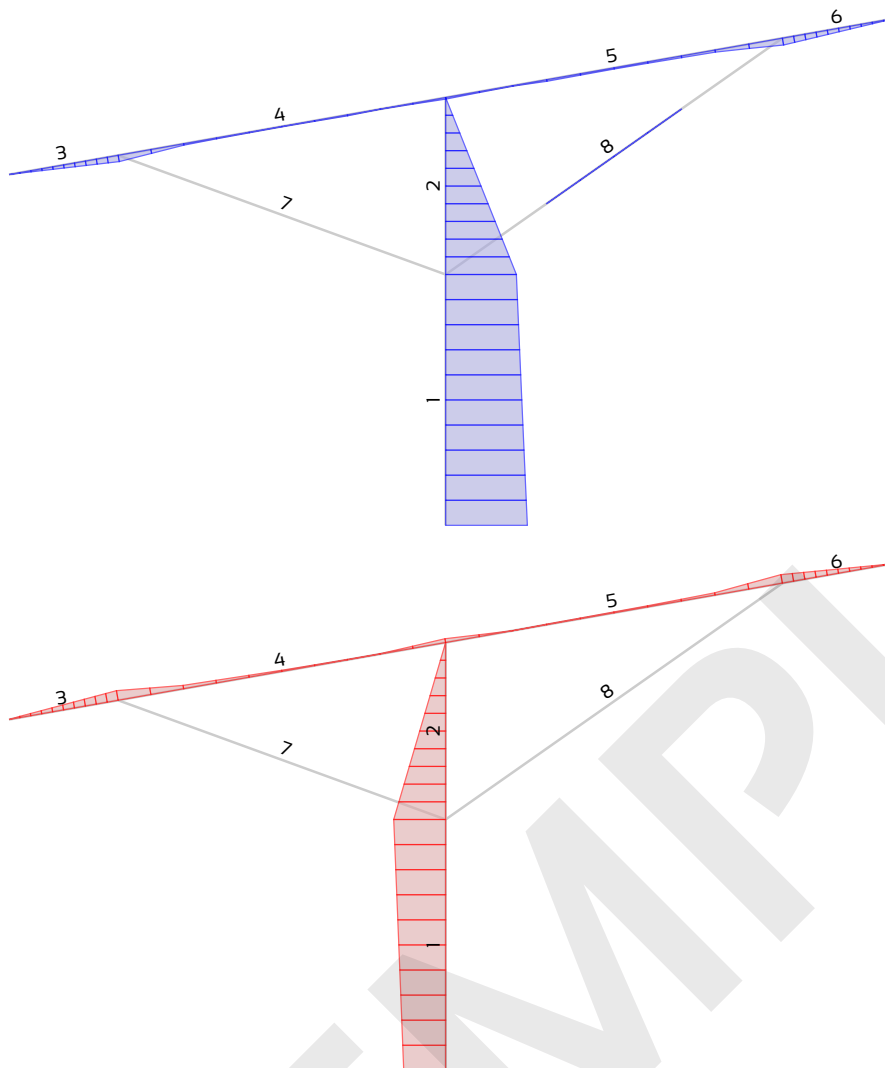
Élément (N°)	$N_{x,max}$ (traction)	$N_{x,min}$ (compression)
Poteau - partie inférieure ( 1 )	4225.7 daN (ELU 25)	-16002.5 daN (ELU 6)
Poteau - partie supérieure ( 2 )	3446.1 daN (ELU 25)	-4968.5 daN (ELU 6)
Arbalétrier - console ( 3 )	341.7 daN (ELU 10)	-
Arbalétrier - travée ( 4 )	12335.7 daN (ELU 6)	-7956.8 daN (ELU 25)
Arbalétrier - travée ( 5 )	12805.0 daN (ELU 32)	-10416.2 daN (ELU 33)
Arbalétrier - console ( 6 )	-	-314.3 daN (ELU 12)
Bracon gauche ( 7 )	9337.5 daN (ELU 25)	-12985.8 daN (ELU 24)
Bracon droite ( 8 )	11136.0 daN (ELU 33)	-14418.7 daN (ELU 32)

## Annexe 3.2 - Efforts tranchant $V_Z$



Élément (N°)	$V_{Z,max}$	$V_{Z,min}$
Poteau - partie inférieure ( 1 )	838.5 daN (ELU 24)	-1588.3 daN (ELU 33)
Poteau - partie supérieure ( 2 )	10394.5 daN (ELU 25)	-14160.2 daN (ELU 36)
Arbalétrier - console ( 3 )	2086.3 daN (ELU 25)	-3049.2 daN (ELU 24)
Arbalétrier - travée ( 4 )	3557.4 daN (ELU 6)	-2648.0 daN (ELU 25)
Arbalétrier - travée ( 5 )	2642.7 daN (ELU 33)	-3409.7 daN (ELU 10)
Arbalétrier - console ( 6 )	2762.6 daN (ELU 32)	-2138.8 daN (ELU 33)
Bracon gauche ( 7 )	28.9 daN (ELU 30)	-28.9 daN (ELU 30)
Bracon droite ( 8 )	39.0 daN (ELU 22)	-39.0 daN (ELU 22)

### Annexe 3.3 - Moments de flexion $M_Y$



Élément (N°)	$M_{Y,max}$	$M_{Y,min}$
Poteau - partie inférieure ( 1 )	32245.1 m.daN (ELU 36)	-20471.6 m.daN (ELU 25)
Poteau - partie supérieure ( 2 )	27911.8 m.daN (ELU 36)	-20471.6 m.daN (ELU 25)
Arbalétrier - console ( 3 )	2517.7 m.daN (ELU 25)	-3846.1 m.daN (ELU 24)
Arbalétrier - travée ( 4 )	2517.7 m.daN (ELU 25)	-3846.1 m.daN (ELU 24)
Arbalétrier - travée ( 5 )	2740.0 m.daN (ELU 33)	-3403.2 m.daN (ELU 32)
Arbalétrier - console ( 6 )	2740.0 m.daN (ELU 33)	-3403.2 m.daN (ELU 32)
Bracon gauche ( 7 )	28.1 m.daN (ELU 2)	-0.0 m.daN
Bracon droite ( 8 )	44.8 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 )	1003.9 daN (ELU 45)	-1003.9 daN (ELU 37)
Poteau - partie supérieure ( 2 )	760.9 daN (ELU 45)	-760.9 daN (ELU 37)
Arbalétrier - console ( 3 )	31.1 daN (ELU 45)	-32.9 daN (ELU 37)
Arbalétrier - travée ( 4 )	328.4 daN (ELU 37)	-329.3 daN (ELU 45)
Arbalétrier - travée ( 5 )	291.3 daN (ELU 45)	-290.4 daN (ELU 37)
Arbalétrier - console ( 6 )	33.3 daN (ELU 37)	-31.5 daN (ELU 45)
Bracon gauche ( 7 )	30.6 daN (ELU 45)	-30.6 daN (ELU 37)
Bracon droite ( 8 )	34.4 daN (ELU 45)	-34.4 daN (ELU 37)



## Annexe 3.5 - Moments de flexion $M_z$

Élément (N°)	$M_{z,max}$	$M_{z,min}$
Poteau - partie inférieure ( 1 )	4079.9 m.daN (ELU 45)	-4079.9 m.daN (ELU 37)
Poteau - partie supérieure ( 2 )	1491.5 m.daN (ELU 45)	-1491.5 m.daN (ELU 37)
Arbalétrier - console ( 3 )	19.4 m.daN (ELU 45)	-21.6 m.daN (ELU 37)
Arbalétrier - travée ( 4 )	233.6 m.daN (ELU 37)	-232.3 m.daN (ELU 45)
Arbalétrier - travée ( 5 )	233.6 m.daN (ELU 37)	-232.3 m.daN (ELU 45)
Arbalétrier - console ( 6 )	19.9 m.daN (ELU 45)	-22.2 m.daN (ELU 37)
Bracon gauche ( 7 )	129.9 m.daN (ELU 24)	-117.9 m.daN (ELU 18)
Bracon droite ( 8 )	144.2 m.daN (ELU 32)	-134.0 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	-0.2 mm	-0.6 mm	0.1 mm	-0.1 mm	-0.5 mm	-0.4 mm
	2	0.0 mm	-0.2 mm	-0.6 mm	0.6 mm	0.7 mm	-0.5 mm	0.1 mm
	3	0.0 mm	-1.5 mm	-4.3 mm	-1.5 mm	-4.2 mm	-3.4 mm	-4.4 mm
	4	0.0 mm	2.6 mm	7.5 mm	5.6 mm	11.4 mm	5.9 mm	10.0 mm
	5	0.0 mm	1.9 mm	5.1 mm	4.7 mm	9.0 mm	4.1 mm	7.4 mm
	6	0.0 mm	-4.9 mm	-13.1 mm	-8.3 mm	-16.8 mm	-10.3 mm	-15.7 mm
	7	0.0 mm	-0.0 mm	-0.1 mm	1.1 mm	1.5 mm	-0.0 mm	0.8 mm
	8	0.0 mm	-1.0 mm	-2.5 mm	-1.1 mm	-2.2 mm	-2.0 mm	-2.5 mm
	9	0.0 mm	-0.0 mm	-0.1 mm	1.1 mm	1.5 mm	-0.0 mm	0.8 mm
	10	0.0 mm	-1.0 mm	-2.5 mm	-1.1 mm	-2.2 mm	-2.0 mm	-2.5 mm
	11	0.0 mm	-2.4 mm	-6.8 mm	-3.4 mm	-8.3 mm	-5.3 mm	-7.9 mm
	12	0.0 mm	-2.4 mm	-6.8 mm	-3.2 mm	-7.9 mm	-5.3 mm	-7.7 mm
	13	0.0 mm	4.5 mm	12.9 mm	8.4 mm	17.8 mm	10.1 mm	16.1 mm
	14	0.0 mm	4.5 mm	12.9 mm	8.7 mm	18.2 mm	10.1 mm	16.3 mm
	15	0.0 mm	3.3 mm	8.9 mm	6.9 mm	13.6 mm	7.1 mm	11.8 mm
	16	0.0 mm	3.3 mm	8.9 mm	7.1 mm	14.0 mm	7.1 mm	12.0 mm
	17	0.0 mm	-8.0 mm	-21.3 mm	-14.6 mm	-29.3 mm	-17.0 mm	-26.7 mm
	18	0.0 mm	-8.0 mm	-21.3 mm	-14.4 mm	-28.9 mm	-17.0 mm	-26.4 mm
	19	0.0 mm	0.1 mm	0.3 mm	0.9 mm	1.2 mm	0.2 mm	0.8 mm
	20	0.0 mm	0.1 mm	0.3 mm	1.1 mm	1.7 mm	0.3 mm	1.1 mm
	21	0.0 mm	-1.5 mm	-3.8 mm	-2.6 mm	-5.0 mm	-3.0 mm	-4.6 mm
	22	0.0 mm	-1.5 mm	-3.8 mm	-2.4 mm	-4.6 mm	-3.0 mm	-4.4 mm
	23	0.0 mm	0.1 mm	0.3 mm	0.9 mm	1.2 mm	0.2 mm	0.8 mm
	24	0.0 mm	0.1 mm	0.3 mm	1.1 mm	1.7 mm	0.3 mm	1.1 mm
	25	0.0 mm	-1.5 mm	-3.8 mm	-2.6 mm	-5.0 mm	-3.0 mm	-4.6 mm
	26	0.0 mm	-1.5 mm	-3.8 mm	-2.4 mm	-4.6 mm	-3.0 mm	-4.4 mm

### Annexe 3.6.2 - Translations horizontales $U_y$

Nœud		1	2	3	4	5	6	7
Id Combinaison	7	0.0 mm	11.1 mm	26.3 mm	27.9 mm	28.5 mm	28.0 mm	28.5 mm
	8	0.0 mm	11.1 mm	26.3 mm	27.9 mm	28.5 mm	28.0 mm	28.5 mm
	9	0.0 mm	-11.1 mm	-26.3 mm	-27.9 mm	-28.4 mm	-28.0 mm	-28.4 mm
	10	0.0 mm	-11.1 mm	-26.3 mm	-27.9 mm	-28.4 mm	-28.0 mm	-28.4 mm
	19	0.0 mm	18.4 mm	43.8 mm	46.4 mm	47.4 mm	46.7 mm	47.5 mm
	20	0.0 mm	18.4 mm	43.8 mm	46.4 mm	47.4 mm	46.7 mm	47.5 mm
	21	0.0 mm	18.4 mm	43.8 mm	46.4 mm	47.4 mm	46.7 mm	47.5 mm
	22	0.0 mm	18.4 mm	43.8 mm	46.4 mm	47.4 mm	46.7 mm	47.5 mm
	23	0.0 mm	-18.4 mm	-43.8 mm	-46.4 mm	-47.4 mm	-46.6 mm	-47.4 mm
	24	0.0 mm	-18.4 mm	-43.8 mm	-46.4 mm	-47.4 mm	-46.6 mm	-47.4 mm
	25	0.0 mm	-18.4 mm	-43.8 mm	-46.4 mm	-47.4 mm	-46.6 mm	-47.4 mm
	26	0.0 mm	-18.4 mm	-43.8 mm	-46.4 mm	-47.4 mm	-46.6 mm	-47.4 mm

### Annexe 3.6.3 - Translations verticales $U_z$

Nœud		1	2	3	4	5	6	7
Id Combinaison	1	0.0 mm	-0.1 mm	-0.1 mm	-5.3 mm	-1.9 mm	-2.0 mm	-0.5 mm
	2	0.0 mm	-0.1 mm	-0.1 mm	-9.2 mm	-5.6 mm	-3.3 mm	-2.0 mm



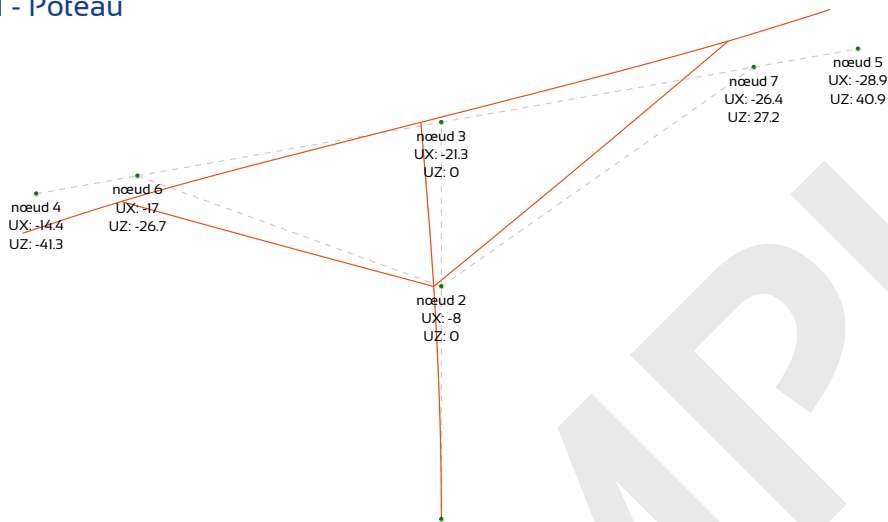
Nœud	1	2	3	4	5	6	7
22	0.0 e <sup>3</sup> rad	11.4 e <sup>3</sup> rad	13.7 e <sup>3</sup> rad	13.7 e <sup>3</sup> rad	13.7 e <sup>3</sup> rad	13.7 e <sup>3</sup> rad	13.7 e <sup>3</sup> rad
23	0.0 e <sup>3</sup> rad	-11.4 e <sup>3</sup> rad	-13.7 e <sup>3</sup> rad	-13.7 e <sup>3</sup> rad	-13.7 e <sup>3</sup> rad	-13.7 e <sup>3</sup> rad	-13.7 e <sup>3</sup> rad
24	0.0 e <sup>3</sup> rad	-11.4 e <sup>3</sup> rad	-13.7 e <sup>3</sup> rad	-13.7 e <sup>3</sup> rad	-13.7 e <sup>3</sup> rad	-13.7 e <sup>3</sup> rad	-13.7 e <sup>3</sup> rad
25	0.0 e <sup>3</sup> rad	-11.4 e <sup>3</sup> rad	-13.7 e <sup>3</sup> rad	-13.7 e <sup>3</sup> rad	-13.7 e <sup>3</sup> rad	-13.7 e <sup>3</sup> rad	-13.7 e <sup>3</sup> rad
26	0.0 e <sup>3</sup> rad	-11.4 e <sup>3</sup> rad	-13.7 e <sup>3</sup> rad	-13.7 e <sup>3</sup> rad	-13.7 e <sup>3</sup> rad	-13.7 e <sup>3</sup> rad	-13.7 e <sup>3</sup> rad

EXAMPLE

## 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 )	IPE500	S275	0.704	ELU 36	0.918	ELS 19
Poteau - partie supérieure ( 2 )	IPE500	S275	0.622	ELU 36		
Arbalétrier - console ( 3 )	IPE200	S275	0.735	ELU 24	0.336	ELS 12
Arbalétrier - travée ( 4 )	IPE200	S275	0.928	ELU 24		
Arbalétrier - travée ( 5 )	IPE200	S275	0.748	ELU 32	0.289	ELS 17
Arbalétrier - console ( 6 )	IPE200	S275	0.655	ELU 32		
Bracon gauche ( 7 )	□ 120x3	S235	0.79	ELU 24	-	-
Bracon droite ( 8 )	□ 120x4	S235	0.789	ELU 32	-	-

### Annexe 4.1 - Poteau



Déplacement maximal en tête de poteau sur l'axe X :  $U_X = -21.3 \text{ mm (ELS 18)} < H/100 = 47.8 \text{ mm}$

Déplacement maximal en tête de poteau sur l'axe Y :  $U_Y = 43.8 \text{ mm (ELS 19)} < H/100 = 47.8 \text{ mm}$

### Élément 1

#### Taux de travail maximum par type de sollicitation et combinaisons associées

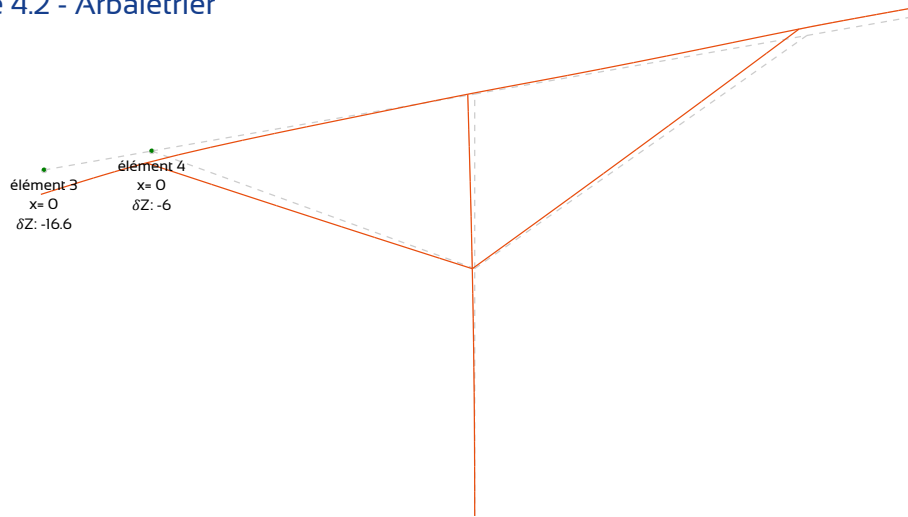
Vérifications	Taux de travail	Combinaisons associées	Abscisse sur l'élément
Compression (flambement) <sup>(§6.3.1)</sup>	0.188	ELU 6	0.0 m
Cisaillement sur l'axe z-z <sup>(§6.2.6)</sup>	0.017	ELU 33	0.0 m
Cisaillement sur l'axe y-y <sup>(§6.2.6)</sup>	0.009	ELU 37	0.0 m
Flexion autour de l'axe y-y <sup>(§6.2.5)</sup>	0.534	ELU 36	0.0 m
Flexion autour de l'axe z-z <sup>(§6.2.5)</sup>	0.442	ELU 37	0.0 m
Déversement <sup>(§6.3.2)</sup>	0.679	ELU 36	0.0 m
Flexion autour de y-y et cisaillement sur z-z <sup>(§6.2.8)</sup>	0.534	ELU 36	0.0 m
Flexion autour de z-z et cisaillement sur y-y <sup>(§6.2.8)</sup>	0.442	ELU 37	0.0 m
Flexion autour de y-y et effort normal <sup>(§6.2.9)</sup>	0.534	ELU 36	0.0 m
Flexion autour de z-z et effort normal <sup>(§6.2.9)</sup>	0.442	ELU 37	0.0 m
Flexion déviée <sup>(§6.2.9)</sup>	0.455	ELU 44	0.0 m
<b>Déversement, flexion autour de z-z et flambement par flexion autour de y-y <sup>(eq. 6.61)</sup></b>	<b>0.704</b>	<b>ELU 36</b>	<b>0.0 m</b>
Déversement, flexion autour de z-z et flambement par flexion autour de z-z <sup>(eq. 6.62)</sup>	0.506	ELU 40	0.0 m
Élancement $\lambda_{y,max}$	Élancement $\lambda_{z,max}$	Facteur de charge critique $\alpha_{cr,y,min}$	Facteur de charge critique $\alpha_{cr,z,min}$
45.0	213.4	147.73	6.56

## Élément 2

### Taux de travail maximum par type de sollicitation et combinaisons associées

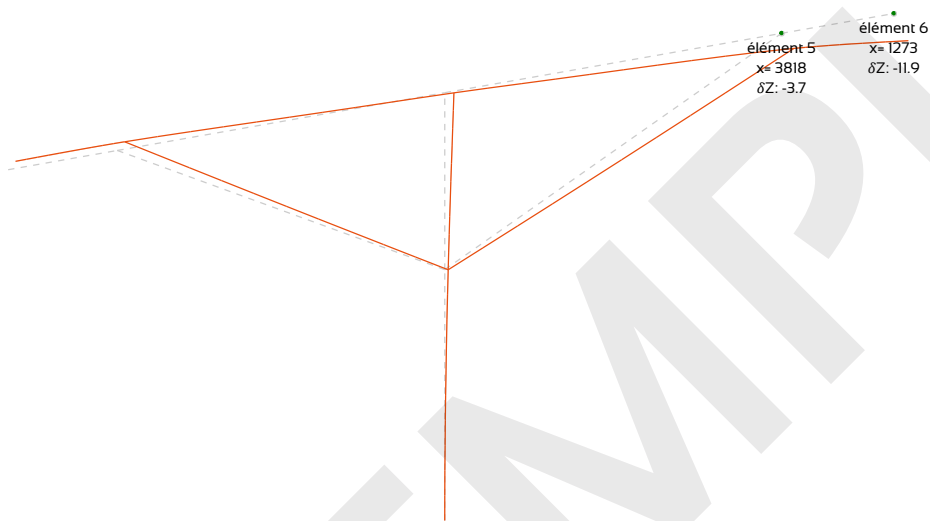
Vérifications		Taux de travail	Combinaisons associées	Abscisse sur l'élément
Compression (flambement) <sup>(§6.3.1)</sup>		0.06	ELU 36	0.0 m
Cisaillement sur l'axe z-z <sup>(§6.2.6)</sup>		0.149	ELU 36	0.0 m
Cisaillement sur l'axe y-y <sup>(§6.2.6)</sup>		0.007	ELU 37	0.0 m
Flexion autour de l'axe y-y <sup>(§6.2.5)</sup>		0.463	ELU 36	0.0 m
Flexion autour de l'axe z-z <sup>(§6.2.5)</sup>		0.161	ELU 37	0.0 m
Déversement <sup>(§6.3.2)</sup>		0.588	ELU 36	0.0 m
Flexion autour de y-y et cisaillement sur z-z <sup>(§6.2.8)</sup>		0.463	ELU 36	0.0 m
Flexion autour de z-z et cisaillement sur y-y <sup>(§6.2.8)</sup>		0.161	ELU 37	0.0 m
Flexion autour de y-y et effort normal <sup>(§6.2.9)</sup>		0.463	ELU 36	0.0 m
Flexion autour de z-z et effort normal <sup>(§6.2.9)</sup>		0.161	ELU 37	0.0 m
Flexion déviée <sup>(§6.2.9)</sup>		0.165	ELU 44	0.0 m
<b>Déversement, flexion autour de z-z et flambement par flexion autour de y-y <sup>(eq. 6.61)</sup></b>		<b>0.622</b>	<b>ELU 36</b>	<b>0.0 m</b>
Déversement, flexion autour de z-z et flambement par flexion autour de z-z <sup>(eq. 6.62)</sup>		0.378	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 $\alpha_{cr,z,min}$
45.0	213.4	432.73		19.23

## Annexe 4.2 - Arbalétrier



Flèche totale maximale du côté gauche :  $\delta_z = -16.6 \text{ mm (ELS 12)} < L/100 = 49.5 \text{ mm}$

Flèche variable maximale du côté gauche :  $\delta_{\text{var,Z}} = 11.2 \text{ mm (ELS 13 - ELS 1)} < L/125 = 39.6 \text{ mm}$



Flèche totale maximale du côté droit :  $\delta_z = -11.9 \text{ mm (ELS 16)} < L/100 = 50.9 \text{ mm}$

Flèche variable maximale du côté droit :  $\delta_{\text{var,Z}} = 11.8 \text{ mm (ELS 17 - ELS 1)} < L/125 = 40.7 \text{ mm}$

### 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 10	1.237 m
Cisaillement sur l'axe z-z (§6.2.6)	0.137	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)	0.634	ELU 24	1.237 m
Flexion autour de l'axe z-z (§6.2.5)	0.018	ELU 37	1.237 m
<b>Déversement (§6.3.2)</b>	<b>0.735</b>	<b>ELU 24</b>	<b>1.237 m</b>
Flexion autour de y-y et cisaillement sur z-z (§6.2.8)	0.634	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)	0.634	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)	0.207	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) <sup>(§6.3.1)</sup>	0.177	ELU 25	0.0 m
Cisaillement sur l'axe z-z <sup>(§6.2.6)</sup>	0.16	ELU 6	0.0 m
Cisaillement sur l'axe y-y <sup>(§6.2.6)</sup>	0.011	ELU 45	3.712 m
Flexion autour de l'axe y-y <sup>(§6.2.5)</sup>	0.634	ELU 24	0.0 m
Flexion autour de l'axe z-z <sup>(§6.2.5)</sup>	0.19	ELU 37	3.712 m
<b>Déversement</b> <sup>(§6.3.2)</sup>	<b>0.928</b>	<b>ELU 24</b>	<b>0.0 m</b>
Flexion autour de y-y et cisaillement sur z-z <sup>(§6.2.8)</sup>	0.634	ELU 24	0.0 m
Flexion autour de z-z et cisaillement sur y-y <sup>(§6.2.8)</sup>	0.19	ELU 37	3.712 m
Flexion autour de y-y et effort normal <sup>(§6.2.9)</sup>	0.634	ELU 24	0.0 m
Flexion autour de z-z et effort normal <sup>(§6.2.9)</sup>	0.19	ELU 37	3.712 m
Flexion déviée <sup>(§6.2.9)</sup>	0.228	ELU 40	3.712 m
Déversement, flexion autour de z-z et flambement par flexion autour de y-y <sup>(eq. 6.61)</sup>	0.586	ELU 25	0.0 m
Déversement, flexion autour de z-z et flambement par flexion autour de z-z <sup>(eq. 6.62)</sup>	0.433	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) <sup>(§6.3.1)</sup>	0.231	ELU 33	0.0 m
Cisaillement sur l'axe z-z <sup>(§6.2.6)</sup>	0.153	ELU 10	3.818 m
Cisaillement sur l'axe y-y <sup>(§6.2.6)</sup>	0.009	ELU 45	0.0 m
Flexion autour de l'axe y-y <sup>(§6.2.5)</sup>	0.561	ELU 32	3.818 m
Flexion autour de l'axe z-z <sup>(§6.2.5)</sup>	0.19	ELU 37	0.0 m
<b>Déversement</b> <sup>(§6.3.2)</sup>	<b>0.748</b>	<b>ELU 32</b>	<b>3.818 m</b>
Flexion autour de y-y et cisaillement sur z-z <sup>(§6.2.8)</sup>	0.561	ELU 32	3.818 m
Flexion autour de z-z et cisaillement sur y-y <sup>(§6.2.8)</sup>	0.19	ELU 37	0.0 m
Flexion autour de y-y et effort normal <sup>(§6.2.9)</sup>	0.561	ELU 32	3.818 m
Flexion autour de z-z et effort normal <sup>(§6.2.9)</sup>	0.19	ELU 37	0.0 m
Flexion déviée <sup>(§6.2.9)</sup>	0.228	ELU 40	0.0 m
Déversement, flexion autour de z-z et flambement par flexion autour de y-y <sup>(eq. 6.61)</sup>	0.685	ELU 33	3.818 m
Déversement, flexion autour de z-z et flambement par flexion autour de z-z <sup>(eq. 6.62)</sup>	0.52	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) <sup>(§6.3.1)</sup>	0.007	ELU 12	0.0 m
Cisaillement sur l'axe z-z <sup>(§6.2.6)</sup>	0.124	ELU 32	0.0 m
Cisaillement sur l'axe y-y <sup>(§6.2.6)</sup>	0.001	ELU 37	1.273 m
Flexion autour de l'axe y-y <sup>(§6.2.5)</sup>	0.561	ELU 32	0.0 m
Flexion autour de l'axe z-z <sup>(§6.2.5)</sup>	0.018	ELU 37	0.0 m
<b>Déversement</b> <sup>(§6.3.2)</sup>	<b>0.655</b>	<b>ELU 32</b>	<b>0.0 m</b>
Flexion autour de y-y et cisaillement sur z-z <sup>(§6.2.8)</sup>	0.561	ELU 32	0.0 m
Flexion autour de z-z et cisaillement sur y-y <sup>(§6.2.8)</sup>	0.018	ELU 37	0.0 m
Flexion autour de y-y et effort normal <sup>(§6.2.9)</sup>	0.561	ELU 32	0.0 m
Flexion autour de z-z et effort normal <sup>(§6.2.9)</sup>	0.018	ELU 37	0.0 m
Flexion déviée <sup>(§6.2.9)</sup>	0.145	ELU 14	0.0 m
Déversement, flexion autour de z-z et flambement par flexion autour de y-y <sup>(eq. 6.61)</sup>	0.65	ELU 32	0.0 m
Déversement, flexion autour de z-z et flambement par flexion autour de z-z <sup>(eq. 6.62)</sup>	0.343	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) <sup>(§6.3.1)</sup>	0.648	ELU 24	3.89 m
Cisaillement sur l'axe z-z <sup>(§6.2.6)</sup>	0.003	ELU 30	0.0 m
Cisaillement sur l'axe y-y <sup>(§6.2.6)</sup>	0.003	ELU 37	0.0 m
Flexion autour de l'axe y-y <sup>(§6.2.5)</sup>	0.02	ELU 2	1.945 m
Flexion autour de l'axe z-z <sup>(§6.2.5)</sup>	0.092	ELU 24	3.89 m
Flexion autour de y-y et cisaillement sur z-z <sup>(§6.2.8)</sup>	0.02	ELU 2	1.945 m
Flexion autour de z-z et cisaillement sur y-y <sup>(§6.2.8)</sup>	0.092	ELU 24	3.89 m
Flexion autour de y-y et effort normal <sup>(§6.2.9)</sup>	0.025	ELU 24	1.945 m
Flexion autour de z-z et effort normal <sup>(§6.2.9)</sup>	0.092	ELU 24	3.89 m
Flexion déviée <sup>(§6.2.9)</sup>	0.011	ELU 40	1.945 m
Déversement, flexion autour de z-z et flambement par flexion autour de y-y <sup>(eq. 6.61)</sup>	0.721	ELU 24	1.945 m
<b>Déversement, flexion autour de z-z et flambement par flexion autour de z-z <sup>(eq. 6.62)</sup></b>	<b>0.79</b>	<b>ELU 24</b>	<b>1.945 m</b>
Élancement $\lambda_{y,max}$		Élancement $\lambda_{z,max}$	
73.6		81.8	

### Élément 8

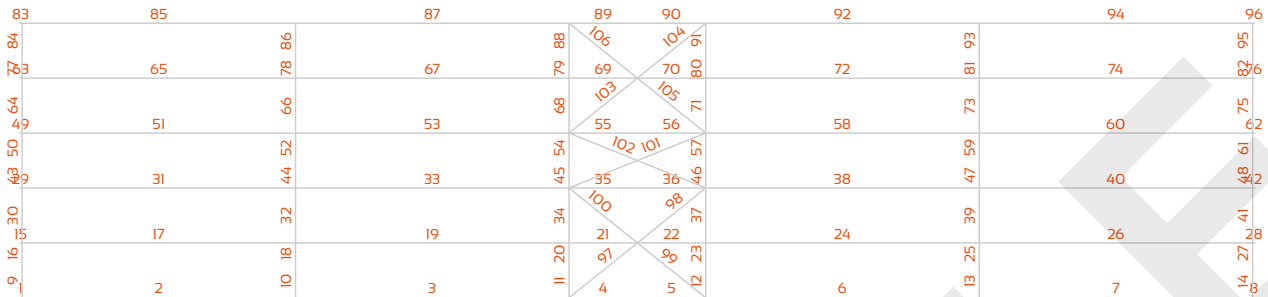
#### Taux de travail maximum par type de sollicitation et combinaisons associées

Vérifications	Taux de travail	Combinaisons associées	Abscisse sur l'élément
Compression (flambement) <sup>(§6.3.1)</sup>	0.653	ELU 32	0.0 m
Cisaillement sur l'axe z-z <sup>(§6.2.6)</sup>	0.003	ELU 22	0.0 m
Cisaillement sur l'axe y-y <sup>(§6.2.6)</sup>	0.003	ELU 37	0.0 m
Flexion autour de l'axe y-y <sup>(§6.2.5)</sup>	0.024	ELU 2	2.297 m
Flexion autour de l'axe z-z <sup>(§6.2.5)</sup>	0.078	ELU 32	0.0 m
Flexion autour de y-y et cisaillement sur z-z <sup>(§6.2.8)</sup>	0.024	ELU 2	2.297 m
Flexion autour de z-z et cisaillement sur y-y <sup>(§6.2.8)</sup>	0.078	ELU 32	0.0 m
Flexion autour de y-y et effort normal <sup>(§6.2.9)</sup>	0.028	ELU 32	2.297 m
Flexion autour de z-z et effort normal <sup>(§6.2.9)</sup>	0.078	ELU 32	0.0 m
Flexion déviée <sup>(§6.2.9)</sup>	0.011	ELU 40	2.297 m
Déversement, flexion autour de z-z et flambement par flexion autour de y-y <sup>(eq. 6.61)</sup>	0.72	ELU 32	2.297 m
<b>Déversement, flexion autour de z-z et flambement par flexion autour de z-z <sup>(eq. 6.62)</sup></b>	<b>0.789</b>	<b>ELU 32</b>	<b>2.297 m</b>
Élancement $\lambda_{y,max}$		Élancement $\lambda_{z,max}$	
87.8		97.6	



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

### Annexe 5.1 - Poutre au vent de toiture



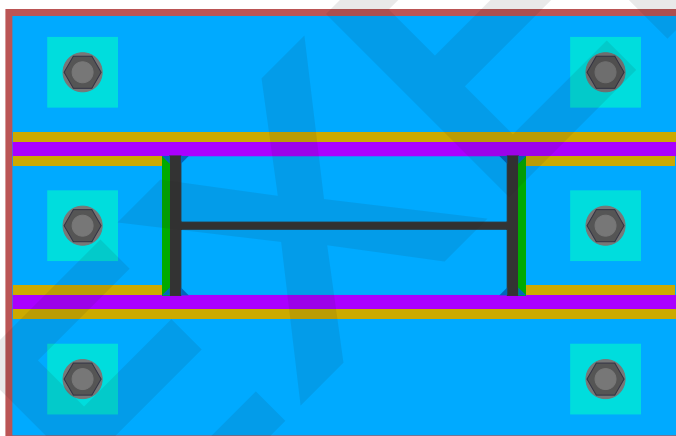
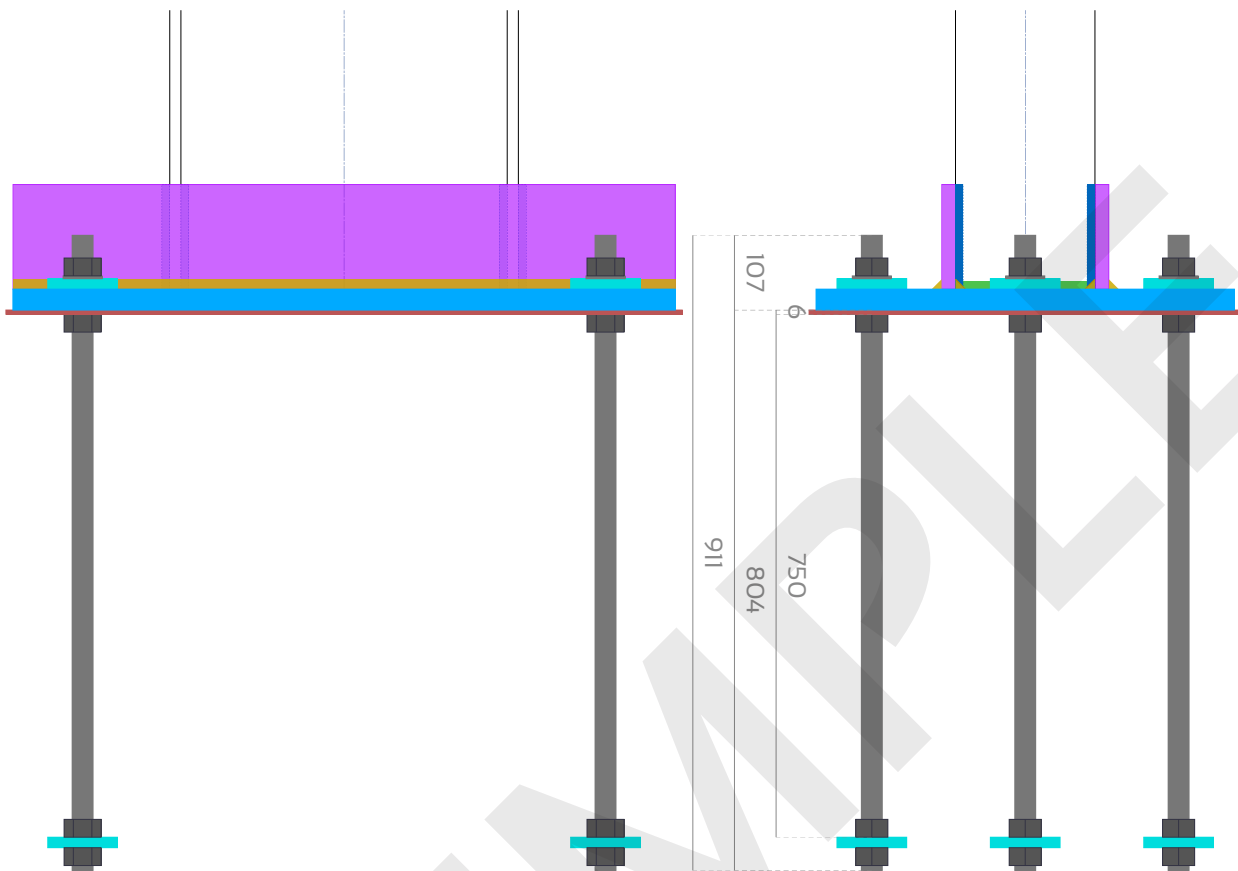
#### Taux de travail maximum par élément et combinaisons associées

Élément (N°)	Section transversale	Matériau	Taux de travail ELU	Combinaison ELU
Contreventement de toiture ( 97 )	L40x40x4	S235	0.358	1.5 x Wf-
Contreventement de toiture ( 98 )	L40x40x4	S235	0.55	1.5 x Wf-
Contreventement de toiture ( 99 )	L40x40x4	S235	0.358	1.5 x Wb-
Contreventement de toiture ( 100 )	L40x40x4	S235	0.55	1.5 x Wb-
Contreventement de toiture ( 101 )	L40x40x4	S235	0.044	1.5 x Wb-
Contreventement de toiture ( 102 )	L40x40x4	S235	0.044	1.5 x Wf-
<b>Contreventement de toiture ( 103 )</b>	<b>L40x40x4</b>	<b>S235</b>	<b>0.561</b>	<b>1.5 x Wb-</b>
Contreventement de toiture ( 104 )	L40x40x4	S235	0.364	1.5 x Wb-
Contreventement de toiture ( 105 )	L40x40x4	S235	0.561	1.5 x Wf-
Contreventement de toiture ( 106 )	L40x40x4	S235	0.364	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

Croquis et tableau des dimensions



Gorges de soudure		
Horizontale sur les semelles du poteau $a_{sf}$	Horizontale sur les raidisseurs $a_{s}$	Verticale sur le poteau $a_{vc}$
8 mm	10 mm	8 mm

Angle entre éléments = 90.0°

Tiges d'ancrage	Désignation	Diamètre de la tige filetée $d$	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	220 mm > 79.2 mm	80.0 mm > 39.6 mm	750 mm > 79.2 mm	100.0 mm > 39.6 mm
Platine de pré-scelllement	Épaisseur $t_{sp}$	Largeur $B_p$	Longueur $L_{sp}$	Patin d'ancrage et plaquette d'appui	Épaisseur $t_{sp}$	Largeur $B_p$	Distance sous platine de pré-scelllement $d_{sp}$
	6 mm	620 mm	970 mm		15 mm	100 mm	750 mm
Platine en pied de poteau	Épaisseur $t_p$	Largeur $B_p$	Longueur $L_p$	Perçages $d_0$	Raidisseurs	Épaisseur $t_s$	Hauteur $h_s$
	30 mm	600 mm	950 mm			33 mm	20 mm

## Enveloppes des sollicitations maximales dans le repère global

Sollicitation dominante	N <sub>z</sub>	V <sub>x</sub>	M <sub>y</sub>	V <sub>y</sub>	M <sub>x</sub>	T <sub>z</sub>	Combinaison
traction	3734.7 daN	-1366.3 daN	16527.2 m.daN	0.0 daN	0.0 m.daN	0.0 m.daN	ELU 25
compression	-16002.5 daN	503.1 daN	-5371.3 m.daN	0.0 daN	0.0 m.daN	0.0 m.daN	ELU 6
cisaillement sur x-x	3386.6 daN	-1588.3 daN	-32037.8 m.daN	0.0 daN	0.0 m.daN	0.0 m.daN	ELU 33
moment fléchissant autour de y-y	-1863.1 daN	-1588.3 daN	-32245.1 m.daN	0.0 daN	0.0 m.daN	0.0 m.daN	ELU 36
cisaillement sur y-y	1825.3 daN	-1174.3 daN	-6676.6 m.daN	1003.9 daN	-4079.9 m.daN	-0.0 m.daN	ELU 41
moment fléchissant autour de x-x	-3424.3 daN	-1174.3 daN	-6884.0 m.daN	1003.9 daN	-4079.9 m.daN	-0.0 m.daN	ELU 44
moment de torsion autour de z-z	1825.3 daN	-1174.3 daN	-6676.6 m.daN	1003.9 daN	-4079.9 m.daN	-0.0 m.daN	ELU 41

## Taux de travail maximum par type de sollicitation et combinaisons associées

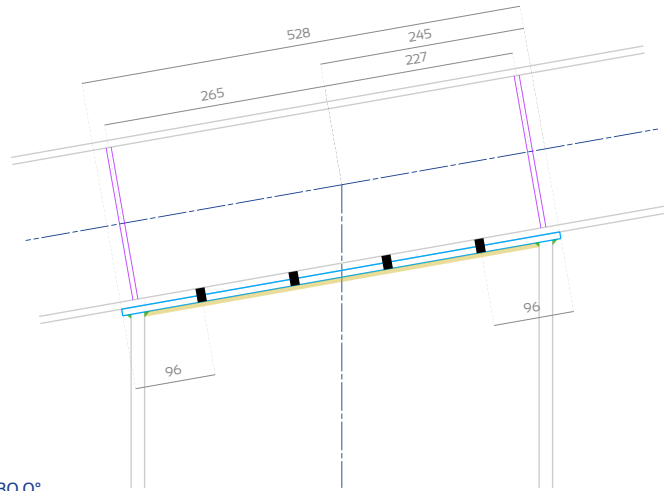
Vérifications	Taux de travail	Combinaisons associées
Résistance axiale de l'assemblage (EN 1993-1-8 équation 6.24)	0.032	ELU 25
<b>Résistance à la flexion composée de l'assemblage autour de y-y (EN 1993-1-8 équation 6.23)</b>	<b>0.813</b>	<b>ELU 33</b>
Résistance à la flexion composée de l'assemblage autour de z-z (EN 1993-1-8 équation 6.23)	0.279	ELU 41
Résistance à la flexion déviée composée de l'assemblage (EN 1993-1-8 équation 6.24)	0.437	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 – N0175 §6(9))	0.621	ELU 33
Rupture combinée en traction et en cisaillement des tiges d'ancrage (BNCM / CNC2M – N0175 §6(9))	0.473	ELU 33
Rigidité des patins d'ancrage (CTICM 1982 Y.LESCOUARCH §11.6.d)	0.378	ELU 33
Raidisseurs tendus - résistance à la flexion (EN 1993-1-1 §6.2.5)	0.742	ELU 33
Raidisseurs comprimés - résistance à la flexion (EN 1993-1-1 §6.2.5)	0.391	ELU 36
Raidisseurs tendus - résistance au cisaillement (EN 1993-1-1 §6.2.6)	0.59	ELU 33
Raidisseurs comprimés - résistance au cisaillement (EN 1993-1-1 §6.2.6)	0.584	ELU 36
Soudures de la platine tendue au poteau (EN 1993-1-8 §4.5.3.2)	0.453	ELU 33
Soudures de la platine comprimée au poteau (EN 1993-1-8 §4.5.3.2)	0.451	ELU 36
Soudures des raidisseurs tendus au poteau (EN 1993-1-8 §4.5.3.2)	0.539	ELU 33
Soudures des raidisseurs comprimés au poteau (EN 1993-1-8 §4.5.3.2)	0.534	ELU 36
Soudures des raidisseurs tendus à la platine (EN 1993-1-8 §4.5.3.2)	0.521	ELU 33
Soudures des raidisseurs comprimés à la platine (EN 1993-1-8 §4.5.3.2)	0.516	ELU 36

Vérifications	Statut	Information
Condition de rigidité du porte-à-faux du raidisseur (CTICM 1988 Y.LESCOUARCH §11.3.3.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 cm<sup>2</sup>.

## Annexe 6.2 - Platine d'about en tête de poteau

### Croquis et tableau des dimensions



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	200.0 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	112 mm > 24.2 mm
Raidisseur	Épaisseur $t_r$	Largeur $b_r$	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	$F_{N,Ed}$	$F_{V_x,Ed}$	$F_{V_y,Ed}$	Combinaison
traction	1599.1 daN	10776.0 daN	0.0 daN	ELU 25
compression	-4043.2 daN	-4180.1 daN	0.0 daN	ELU 6
cisaillement sur z-z	14.1 daN	-14317.9 daN	0.0 daN	ELU 36
cisaillement sur y-y	928.9 daN	-1578.4 daN	-620.1 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)	0.886	ELU 36
Résistance à la traction des boulons (EN 1993-1-8 tableau 3.4)	0.074	ELU 25
<b>Résistance au cisaillement et à la traction combinés des boulons (EN 1993-1-8 tableau 3.4)</b>	<b>0.911</b>	<b>ELU 33</b>
Résistance à la pression diamétrale de la semelle inférieure de l'arbalétrier (EN 1993-1-8 tableau 3.4)	0.886	ELU 36
Résistance à la pression diamétrale de la platine d'about en tête de poteau (EN 1993-1-8 tableau 3.4)	0.886	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)	0.031	ELU 25
Résistance à la flexion de la semelle inférieure de l'arbalétrier (EN 1993-1-8 §6.2)	0.065	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 - NO175 tableau 18)	0.037	ELU 6
Résistance des soudures de la platine sur l'âme du poteau (EN 1993-1-8 §4.5.3.3)	0.203	ELU 36
Résistance des soudures de la platine sur les semelles du poteau (EN 1993-1-8 §4.5.3.3)	0.014	ELU 41

## Annexe 6.3 - Goussets des bracons

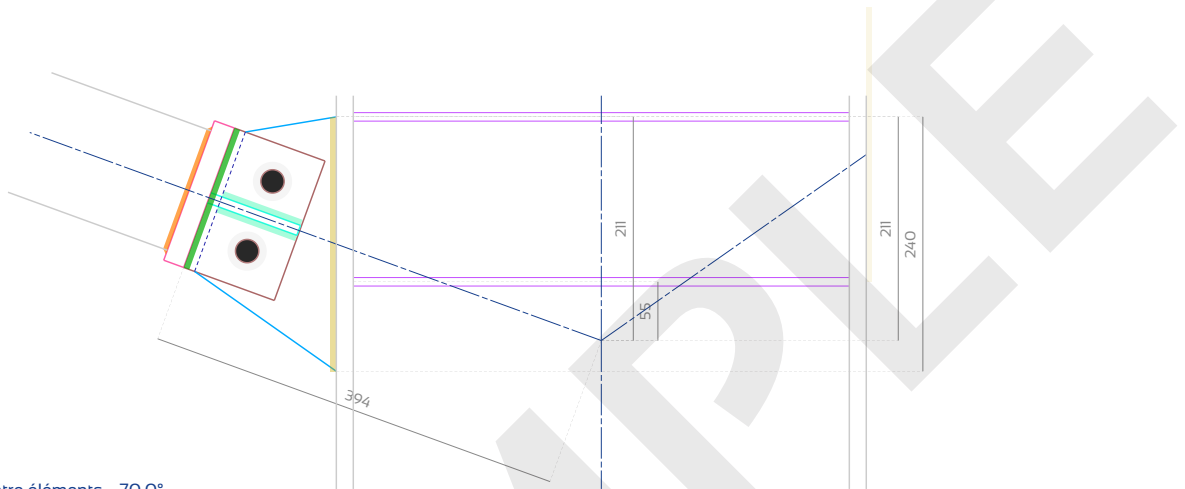
### Élément 7 (Gauche)

#### Enveloppes des sollicitations maximales dans l'élément

Gousset fixé sur	Poteau			Arbalétrier		
	Sollicitation dominante	$N_x$	$V_z$	Combinaison	$N_x$	$V_z$
traction	9321.9 daN	-21.4 daN	ELU 25	9337.5 daN	21.4 daN	ELU 25
compression	-12985.8 daN	-28.9 daN	ELU 24	-12964.8 daN	28.9 daN	ELU 24

#### Côté poteau

Croquis et tableau des dimensions



Angle entre éléments = 70.0°

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	10 mm (galvanisation)	3 mm	
Gousset fixé sur l'autre élément	Épaisseur $t_s$	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	Épaisseur x Largeur	Raidisseur latéral du gousset	Épaisseur $t_{s,g}$	Largeur $b_{s,g}$	Hauteur $h_{s,g}$	Gorge de soudure $a_{s,g}$
	8 mm x 90 mm		10 mm	65 mm	90 mm	4 mm

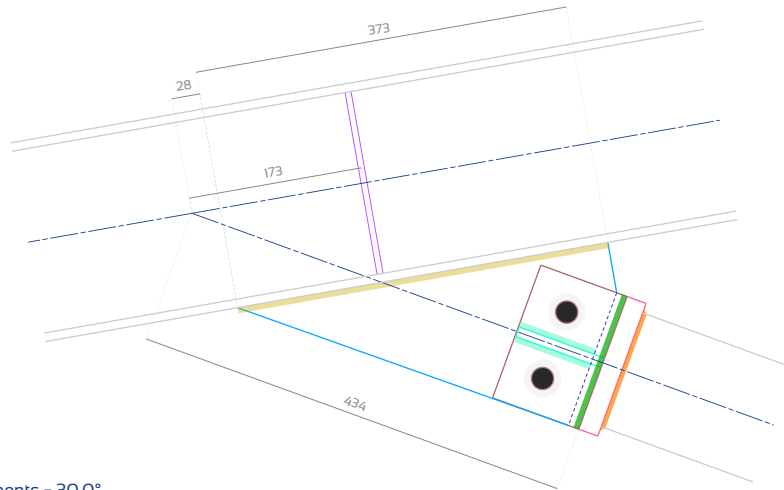
#### Taux de travail maximum par type de sollicitation et combinaisons associées

Vérifications	Taux de travail	Combinaisons associées
Résistance au cisaillement des boulons (EN 1993-1-8 tableau 3.4)	0.691	ELU 24
Résistance à la traction des boulons (EN 1993-1-8 tableau 3.4)	0.115	ELU 24
Résistance au cisaillement et à la traction combinés des boulons (EN 1993-1-8 tableau 3.4)	0.773	ELU 24
Résistance des goussets à la pression diamétrale (EN 1993-1-8 tableau 3.4)	0.751	ELU 24
Traction dans les goussets (EN 1993-1-1 §6.2.3)	0.375	ELU 25
Arrachement de bloc des goussets (EN 1993-1-8 §3.10.2)	0.43	ELU 25
Résistance à la compression des raidisseurs d'âme (BNCM / CNC2M - N0175 tableau 18)	0.095	ELU 24
Résistance du raidisseur latéral à la flexion (EN 1993-1-1 §6.2.5)	0.371	ELU 24
<b>Ruine locale des parois du bracon due à la pression du gousset (CIDECT DG 1 - §7.4)</b>	<b>0.908</b>	<b>ELU 24</b>
Ruine locale du gousset due à la pression du bracon (CIDECT DG 1 - §7.4)	0.524	ELU 24
Ruine locale de la paroi latérale du bracon due à la pression du raidisseur (CIDECT DG 1 - §7.4)	0.383	ELU 24
Résistance des soudures de la platine d'about sur le bracon (EN 1993-1-8 §4.5.3.3)	0.546	ELU 24
Résistance des soudures du gousset sur la platine d'about (EN 1993-1-8 §4.5.3.3)	0.707	ELU 24
Résistance des soudures du gousset sur l'autre élément (EN 1993-1-8 §4.5.3.3)	0.337	ELU 24

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 = 30.0°

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	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 $a_{o,s,g}$	
	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	Épaisseur x Largeur	Raidisseur latéral du gousset	Épaisseur $t_{s,g}$	Largeur $b_{s,g}$	Hauteur $h_{s,g}$	Gorge de soudure $a_{s,g}$
	6 mm x 40 mm		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)	0.69	ELU 24
Résistance à la traction des boulons (EN 1993-1-8 tableau 3.4)	0.115	ELU 24
Résistance au cisaillement et à la traction combinés des boulons (EN 1993-1-8 tableau 3.4)	0.772	ELU 24
Résistance des goussets à la pression diamétrale (EN 1993-1-8 tableau 3.4)	0.75	ELU 24
Traction dans les goussets (EN 1993-1-1 §6.2.3)	0.375	ELU 25
Arrachement de bloc des goussets (EN 1993-1-8 §3.10.2)	0.43	ELU 25
Résistance à la compression des raidisseurs d'âme (BNCM / CNC2M - NO175 tableau 18)	0.096	ELU 24
Résistance du raidisseur latéral à la flexion (EN 1993-1-1 §6.2.5)	0.371	ELU 24
<b>Ruine locale des parois du bracon due à la pression du gousset (CIDECT DG 1 - §7.4)</b>	<b>0.906</b>	<b>ELU 24</b>
Ruine locale du gousset due à la pression du bracon (CIDECT DG 1 - §7.4)	0.523	ELU 24
Ruine locale de la paroi latérale du bracon due à la pression du raidisseur (CIDECT DG 1 - §7.4)	0.383	ELU 24
Résistance des soudures de la platine d'about sur le bracon (EN 1993-1-8 §4.5.3.3)	0.545	ELU 24
Résistance des soudures du gousset sur la platine d'about (EN 1993-1-8 §4.5.3.3)	0.706	ELU 24
Résistance des soudures du gousset sur l'autre élément (EN 1993-1-8 §4.5.3.3)	0.276	ELU 24

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

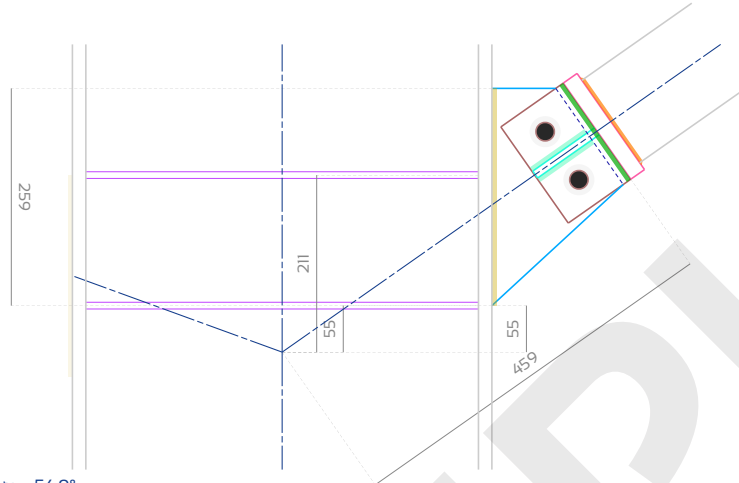
## Élément 8 (Droite)

### Enveloppes des sollicitations maximales dans l'élément

Gousset fixé sur	Poteau			Arbalétrier		
Sollicitation dominante	$N_x$	$V_z$	Combinaison	$N_x$	$V_z$	Combinaison
traction	11095.5 daN	28.9 daN	ELU 33	11136.0 daN	-28.9 daN	ELU 33
compression	-14418.7 daN	39.0 daN	ELU 32	-14363.9 daN	-39.0 daN	ELU 32

### Côté poteau

Croquis et tableau des dimensions



Angle entre éléments = 54.9°

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	10 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	Épaisseur x Largeur	Raidisseur latéral du gousset	Épaisseur $t_{b,g}$	Largeur $b_{b,g}$	Hauteur $h_{b,g}$	Gorge de soudure $a_{b,g}$
	8 mm x 90 mm		10 mm	65 mm	90 mm	4 mm

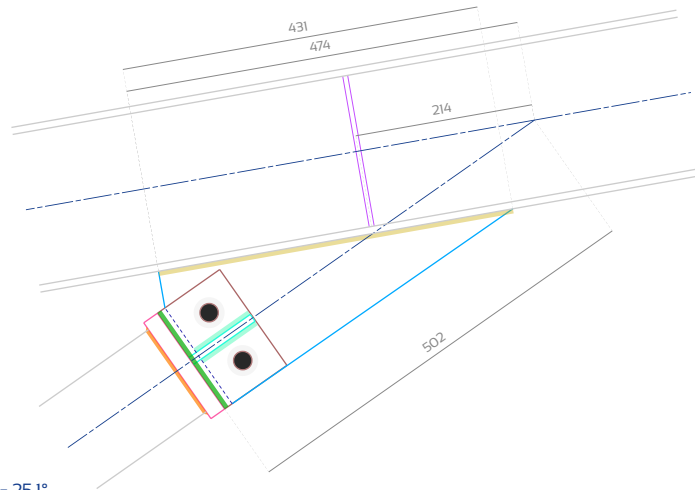
Taux de travail maximum par type de sollicitation et combinaisons associées

Vérifications	Taux de travail	Combinaisons associées
Résistance au cisaillement des boulons (EN 1993-1-8 tableau 3.4)	0.767	ELU 32
Résistance à la traction des boulons (EN 1993-1-8 tableau 3.4)	0.128	ELU 32
<b>Résistance au cisaillement et à la traction combinés des boulons (EN 1993-1-8 tableau 3.4)</b>	<b>0.858</b>	<b>ELU 32</b>
Résistance des goussets à la pression diamétrale (EN 1993-1-8 tableau 3.4)	0.834	ELU 32
Traction dans les goussets (EN 1993-1-1 §6.2.3)	0.446	ELU 33
Arrachement de bloc des goussets (EN 1993-1-8 §3.10.2)	0.511	ELU 33
Résistance à la compression des raidisseurs d'âme (BNCM / CNC2M – N0175 tableau 18)	0.092	ELU 32
Résistance du raidisseur latéral à la flexion (EN 1993-1-1 §6.2.5)	0.412	ELU 32
Ruine locale des parois du bracon due à la pression du gousset (CIDECT DG 1 - §7.4)	0.756	ELU 32
Ruine locale du gousset due à la pression du bracon (CIDECT DG 1 - §7.4)	0.573	ELU 32
Ruine locale de la paroi latérale du bracon due à la pression du raidisseur (CIDECT DG 1 - §7.4)	0.326	ELU 32
Résistance des soudures de la platine d'about sur le bracon (EN 1993-1-8 §4.5.3.3)	0.606	ELU 32
Résistance des soudures du gousset sur la platine d'about (EN 1993-1-8 §4.5.3.3)	0.785	ELU 32
Résistance des soudures du gousset sur l'autre élément (EN 1993-1-8 §4.5.3.3)	0.374	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 = 25.1°

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	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 $a_{o,s,g}$
	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	Épaisseur x Largeur	Raidisseur latéral du gousset	Épaisseur $t_{b,g}$	Largeur $b_{b,g}$	Hauteur $h_{b,g}$	Gorge de soudure $a_{b,g}$
	6 mm x 40 mm		10 mm	65 mm	90 mm	4 mm

### Taux de travail maximum par type de sollicitation et combinaisons associées

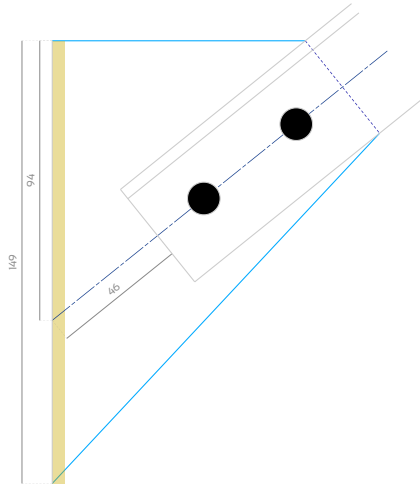
Vérifications	Taux de travail	Combinaisons associées
Résistance au cisaillement des boulons (EN 1993-1-8 tableau 3.4)	0.764	ELU 32
Résistance à la traction des boulons (EN 1993-1-8 tableau 3.4)	0.127	ELU 32
<b>Résistance au cisaillement et à la traction combinés des boulons (EN 1993-1-8 tableau 3.4)</b>	<b>0.855</b>	<b>ELU 32</b>
Résistance des goussets à la pression diamétrale (EN 1993-1-8 tableau 3.4)	0.831	ELU 32
Traction dans les goussets (EN 1993-1-1 §6.2.3)	0.448	ELU 33
Arrachement de bloc des goussets (EN 1993-1-8 §3.10.2)	0.513	ELU 33
Résistance à la compression des raidisseurs d'âme (BNCM / CNC2M - NO175 tableau 18)	0.081	ELU 32
Résistance du raidisseur latéral à la flexion (EN 1993-1-1 §6.2.5)	0.411	ELU 32
Ruine locale des parois du bracon due à la pression du gousset (CIDECT DG1 - §7.4)	0.753	ELU 32
Ruine locale du gousset due à la pression du bracon (CIDECT DG1 - §7.4)	0.571	ELU 32
Ruine locale de la paroi latérale du bracon due à la pression du raidisseur (CIDECT DG1 - §7.4)	0.325	ELU 32
Résistance des soudures de la platine d'about sur le bracon (EN 1993-1-8 §4.5.3.3)	0.604	ELU 32
Résistance des soudures du gousset sur la platine d'about (EN 1993-1-8 §4.5.3.3)	0.782	ELU 32
Résistance des soudures du gousset sur l'autre élément (EN 1993-1-8 §4.5.3.3)	0.26	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

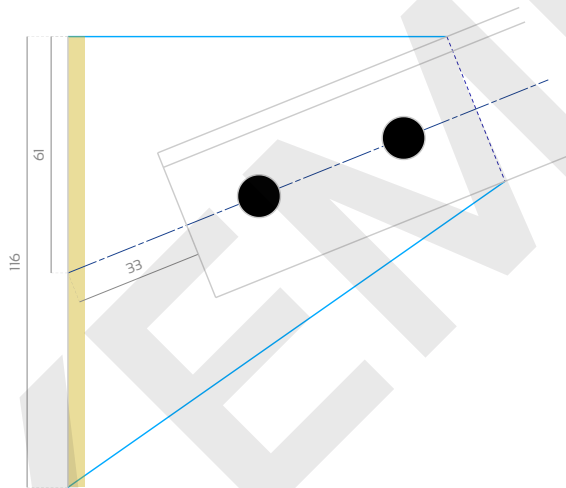
Croquis et tableau des dimensions



Angle = 38.8°

Élément	Section transversale	Gousset	Épaisseur $t$	Dimensions et position	Perçages $d_o$	Gorge de soudure $a_{sw}$
	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 $p_i$	Pince longitudinale $e_l$
	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 = 21.9°

Élément	Section transversale	Gousset	Épaisseur $t$	Dimensions et position	Perçages $d_o$	Gorge de soudure $a_{sw}$
	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 $p_i$	Pince longitudinale $e_l$
	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)	0.466	1.5 x Wb-
Résistance de la cornière à la pression diamétrale sur l'axe x-x (EN 1993-1-8 tableau 3.4)	0.544	1.5 x Wb-
Résistance de la cornière à la pression diamétrale sur l'axe y-y (EN 1993-1-8 tableau 3.4)	0.24	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))	0.354	1.5 x Wb-
Résistance du gousset à la pression diamétrale sur l'axe x-x (EN 1993-1-8 tableau 3.4)	0.435	1.5 x Wb-
Résistance du gousset à la pression diamétrale sur l'axe y-y (EN 1993-1-8 tableau 3.4)	0.192	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))	0.226	1.5 x Wb-
<b>Arrachement de bloc de la cornière (EN 1993-1-8 §3.10.2)</b>	<b>0.594</b>	<b>1.5 x Wb-</b>
Arrachement de bloc du gousset (EN 1993-1-8 §3.10.2)	0.476	1.5 x Wb-
Résistance des soudures du gousset (EN 1993-1-8 §4.5.3.3)	0.146	1.5 x Wb-