


NOTE DE CALCUL

BASE NAVALE BREST

STRUCTURE PODIUM DOUBLE RAS DEBORBOIR

A	26/01/2024	Diffusion initiale	YSA	ALP	CQU
REV.	DATE	MODIFICATIONS	RED.	VER.	APP.
REDACTION :	SANDOZ YANN	<div>ARTELIA INDUSTRIE Antenne de Brest 2 Quai de la Douane · 29200 Brest · France</div> <div></div>			
VERIFICATION :	LEPOITTEVIN ANTOINE				
APPROBATION :	QUEMENER CHRISTOPHE				

1. SOMMAIRE

1. SOMMAIRE.....	2
2. IDENTIFICATION DE LA NOTE.....	4
3. OBJET DE LA NOTE	4
4. DOCUMENTS DE REFERENCES	4
4.1. Documents applicable	4
4.2. Documents de références.....	4
5. DESCRIPTION.....	5
6. MATÉRIAU ET CRITÈRE DE TENUE MÉCANIQUE	7
6.1. CARACTERISTIQUE MECANIQUE.....	7
6.2. CONTRAINTES ET FLECHE ADMISSIBLES	7
7. PRÉPARATION DU MODÈLE – STRUCTURE ET ASSEMBLAGE PODIUM.....	8
7.1. Géométrie et numérotation des FILES.....	9
7.1.1. FILE A ➔ C.....	9
7.1.2. FILE 1 ➔ 7	11
7.1.3. NIVEAU +0 ➔ + 4,13 m.....	15
7.2. SectionS.....	18
7.2.1. HEB 100.....	18
7.2.2. Croix 100x100x10.....	19
7.2.3. Corniere 50x50x5	20
7.2.4. Support de plancher UPE 140	20
7.2.5. Rail coupée : Poutre reconstituée	21
7.2.6. UPE 140.....	21
7.3. AssemblageS	22
7.3.1. Pieds de poteau HEB/Platine	22
7.3.2. HEB/HEB ou HEB/CROIX	23
7.3.3. TREILLIS/POTEAU	24
7.3.4. RAIL COUPEE	25
7.3.5. APPUIS U INFERIEUR	26
7.3.6. APPUIS U SUPERIEUR	26
7.4. Conditions aux limites.....	27
7.5. CHARGEMENT	28
7.5.1. Cas 1 POIDS PROPRE CHARPENTE- ACTION PERMANENTE	28
7.5.2. Cas 2 POIDS PROPRE DE LA COUPEE & ESCALIERS - ACTION PERMANENTE	28
7.5.3. Cas 3 POIDS PROPRE CAILLEBOTIS - ACTION PERMANENTE	29
7.5.4. Cas 4 SURCHARGES D'EXPLOITATION- ACTION D'EXPLOITATION	29

7.5.5.	Cas 5 NEIGE - ACTION CLIMATIQUE.....	30
7.5.6.	Cas 6 à 9 VENT - ACTION CLIMATIQUE	31
7.6.	COMBINAISONS EUROCODE.....	34
8.	RESULTATS ET POST TRAITEMENT - STRUCTURE ET ASSEMBLAGE PODIUM.....	35
8.1.	RESULTATS DES CONTRAINTES.....	35
8.1.1.	Synthese des résultats.....	35
8.1.2.	Vérification des barres.....	36
8.1.2.1.	Ratio sur la contrainte	36
8.1.2.2.	Fleche.....	40
8.1.3.	Vérification assemblage	41
8.1.3.1.	PIEDS DE POTEAU HEB/PLATINE – Ratio : 0,13	41
8.1.3.2.	HEB/HEB ou HEB/CROIX - RATIO : 0,51	47
8.1.3.3.	TREILLIS – RATIO : 0,17	53
8.1.3.4.	RAIL COUPEE – RATIO : 0,47	58
8.1.3.5.	APPUIS U INFERIEUR – RATIO : 0,81	66
8.1.3.6.	APPUIS U SUPERIEUR – RATIO : 0,89	68
9.	PREPARATION DU MODELE – GARDE-CORPS.....	70
9.1.	Epaisseur.....	70
9.2.	Conditions limites	71
9.3.	Liaisons	71
9.4.	Maillage	72
9.5.	Chargement	73
9.6.	Force de reaction.....	73
9.7.	Vérification des garde-corps.....	74
9.7.1.	Contrainte dans le garde-corps plat normal.....	74
9.7.2.	Contraintes dans le garde-corps rond normal.....	75
9.7.1.	Contraintes dans le garde-corps plat version escalier.....	76
9.8.	Vérification de la visserie.....	77
9.8.1.	Limites admissible	77
9.8.2.	Plat (normal).....	78
9.8.3.	Plat (ESCALIER).....	78
10.	CONCLUSION DE L'ETUDE.....	79
11.	ANNEXE 1 : REACTION – MODELE ROBOT	80
12.	ANNEXE 2 : TABLEAU DES NŒUDS	85
13.	ANNEXE 3 : TABLEAU DES BARRES	88

ARTELIA INDUSTRIE	N° : CCJ029-NT002 Rév. A
-------------------	-----------------------------

2. IDENTIFICATION DE LA NOTE

Client : BASE NAVALE BREST
Unité : STRUCTURE PODIUM DOUBLE RAS DEBORDOIR
Ouvrage : NOTE DE CALCUL
N° Affaire : CCJ029

3. OBJET DE LA NOTE

L'objet de la note est de dimensionner le podium double du RAS débordoir.

La structure et les assemblages sont vérifié suivant l'Eurocode avec les cas de charge suivant :

- Poids propre
- Exploitation
- Vent
- Neige

4. DOCUMENTS DE REFERENCES

4.1. DOCUMENTS APPLICABLE

[DA-01]	NF EN 1990	Eurocodes structuraux
[DA-02]	NF 1991-1-1:Partie 1-1 à 4	Définition des charges suivant l'Eurocode 1 : « Actions sur les structures » : actions générales – Poids volumiques, poids propres, charges d'exploitation, charges de neige, actions du vent
[DA-03]	NF EN 1993-1/NA:2007/AC:2009	Dimensionnement de la charpente suivant l'Eurocode 3 : « Calcul des structures en acier »
[DA-04]	NF EN 10025-2	Produits laminés à chaud en aciers de construction – Partie 2 : Conditions techniques de livraison pour les aciers de construction non alliés
[DA-05]	NF EN 1993-1-8	Eurocode 3 - Calcul des structures en acier - Partie 1-8 : calcul des assemblages
[DA-06]	NF EN 15048-1	Boulonnerie de construction métallique non précontrainte - Partie 1 : exigences générales
[DA-07]	NF E 85-015	Éléments d'installations industrielles - Moyens d'accès permanents - Escaliers, échelles à marches et garde-corps

4.2. DOCUMENTS DE REFERENCES

[DR1]	CCJ029-PE200	Plan du podium double
[DR2]	DOE-14035	DEVIS POIDS

5. DESCRIPTION

Le calcul de la structure du podium est réalisé en comportement élastique sur ROBOT 2022.

Le calcul des assemblages est réalisé en post traitement en fonction des efforts extraits dans les poutres et nœuds du calcul du podium. Les assemblages sont vérifiés avec ROBOT 2022.

Les garde corps ainsi que l'assemblage de fixation sont vérifiés sur ANSYS 2022 R2

Le podium est monté sur un ras. En l'absence de données d'entrées, et comme conclut par le client, les mouvements de plateforme du ras (houle, tamponnement, ...) ne sont pas pris en compte dans les calculs.

Les cas de chargement sont donc :

- Poids propre (G)
- Charges d'exploitation (I) de 350 kg/m²
- Vent (W) selon +x ; -x ; +y ; -y à 10 m de haut, avec une référence à 26 m/s
- Neige (S) de 45 kg/m²

La masse de la coupée est de 2,4 t soit 2,9 t avec une marge de 20% (cf. DOE 14035)

L'escalier interne a une masse de 1,6 tonnes (modèle CAO).

L'escalier externe (Entre la plateforme inférieure et le ras) a une masse de 1,76 tonnes (modèle CAO).

Les garde-corps sont calculé selon l'Eurocode 3 catégorie C3 avec une charge horizontale linéique de 0,8kN/m. La catégorie C3 a été choisi en concertation avec le maître d'œuvre.

Tableau 6.1 — Catégories d'usages

Catégorie	Usage spécifique	Exemples
A	Habitation, résidentiel	Pièces des bâtiments et maisons d'habitation ; chambres et salles des hôpitaux ; chambres d'hôtels et de foyers ; cuisines et sanitaires.
B	Bureaux	
C	Lieux de réunion (à l'exception des surfaces des catégories A, B et D ^{a)})	<p>C1 : Espaces équipés de tables etc., par exemple : écoles, cafés, restaurants, salles de banquet, salles de lecture, salles de réception</p> <p>C2 : Espaces équipés de sièges fixes, par exemple : églises, théâtres ou cinémas, salles de conférence, amphithéâtres, salles de réunion, salles d'attente</p> <p>C3 : Espaces ne présentant pas d'obstacles à la circulation des personnes, par exemple : salles de musée, salles d'exposition etc. et accès des bâtiments publics et administratifs, hôtels, hôpitaux, gares</p> <p>C4 : Espaces permettant des activités physiques, par exemple : dancings, salles de gymnastique, scènes</p> <p>C5 : Espaces susceptibles d'accueillir des foules importantes, par exemple : bâtiments destinés à des événements publics tels que salles de concert, salles de sport y compris tribunes, terrasses et aires d'accès, quais de gare</p>
D	Commerces	<p>D1 : Commerces de détail courants</p> <p>D2 : Grands magasins</p>

Tableau 6.12 — Charges horizontales sur les murs de séparation et les garde-corps

Aires chargées	q_k [kN/m]
Catégorie A	q_k
Catégories B et C1	q_k
Catégories C2 à C4 et D	q_k
Catégorie C5	q_k
Catégorie E	q_k
Catégorie F	Voir Annexe B
Catégorie G	Voir Annexe B
NOTE 1 Pour les catégories A, B et C1, q_k peut être choisi dans la fourchette 0,2 kN/m — 1,0 (0,5) kN/m.	
NOTE 2 Pour les catégories C2 à C4 et D, q_k peut être choisi dans la fourchette 0,8 kN/m — 1,0 kN/m.	
NOTE 3 Pour la catégorie C5, q_k peut être choisi dans la fourchette 3,0 kN/m — 5,0 kN/m.	
NOTE 4 Pour la catégorie E, q_k peut être choisi dans la fourchette 0,8 kN/m — 2,0 kN/m. Pour les surfaces de la catégorie E, les charges horizontales dépendent du type d'occupation. Aussi la valeur de q_k est-elle définie comme une valeur minimale qu'il convient de vérifier en fonction du type d'occupation.	
NOTE 5 Lorsque les notes 1, 2, 3 et 4 indiquent une fourchette de valeurs, la valeur à retenir peut être fixée par l'Annexe Nationale. Les valeurs recommandées sont soulignées.	
NOTE 6 L'Annexe Nationale peut prescrire des charges ponctuelles Q_k supplémentaires et/ou des spécifications relatives au choc de corps durs ou mous, pour une vérification analytique ou expérimentale.	

6. MATÉRIAU ET CRITÈRE DE TENUE MÉCANIQUE

6.1. CARACTERISTIQUE MECANIQUE

L'ensemble de la structure profilés S235 avec les caractéristiques selon [DA-06]

Nuance acier	Module d'Young (GPa)	Coefficient de Poisson	Rp0,2 (MPa)	Rm (MPa)
S235	204	0,3	235	360
Vis Classe 8.8	-	-	640	800

6.2. CONTRAINTES ET FLECHE ADMISSIBLES

Les contraintes admissibles sont :

La contrainte admissible de la structure en S235, est $f_y = R_{p0,2}$ soit 235 MPa et pour la boulonnerie $f_u = R_m$, soit 640 MPa.

La flèche admissible pour le plancher est de $L/300$.

La flèche admissible pour les garde-corps est de 30 mm en charge pour une charge de 300kg/L suivant la norme [DA-09]. Le critère sera vérifié pour une charge de 800 kg/m, voir§9.

7. PRÉPARATION DU MODÈLE – STRUCTURE ET ASSEMBLAGE PODIUM

Les caractéristiques géométriques de sections, Inerties, Modules d'Inerties, sont calculées par un module spécialisé de ROBOT.

Les escaliers et la coupée ne sont pas modélisés car ils ne sont pas structuraux. Leurs masses sont prises en compte en fonction du pourcentage d'appui sur la structure du podium. En effet, la coupée repose à moitié seulement sur la structure.

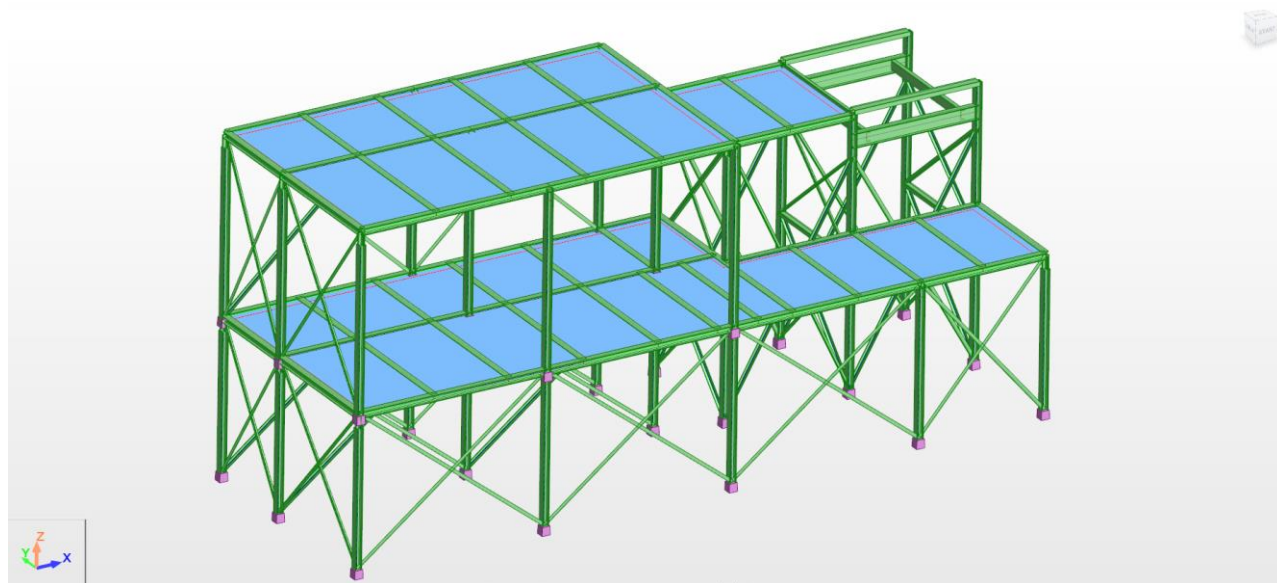


Figure 1 - Modélisation de la structure du podium

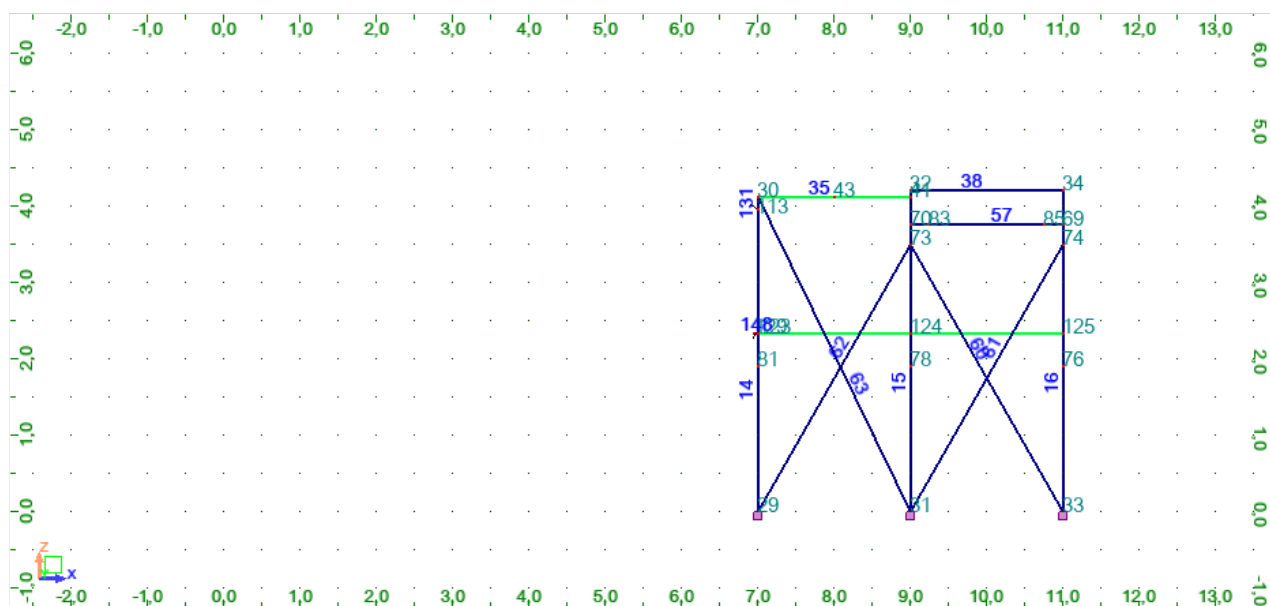
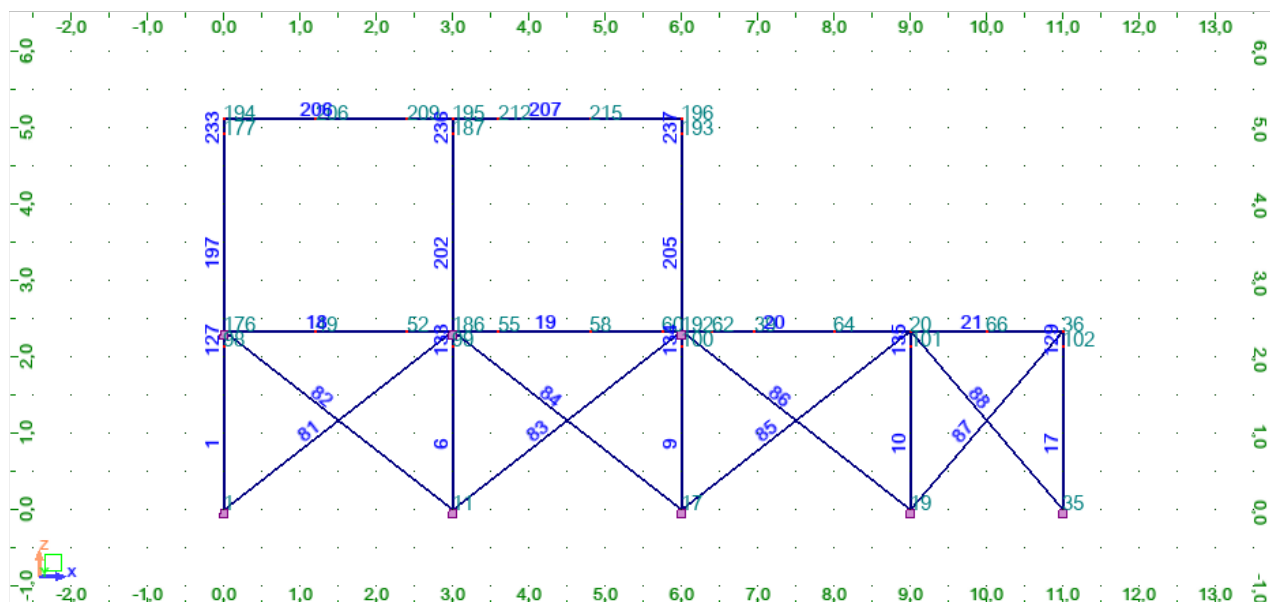
La masse du podium est de 10,367 tonnes d'après le modèle CAO.

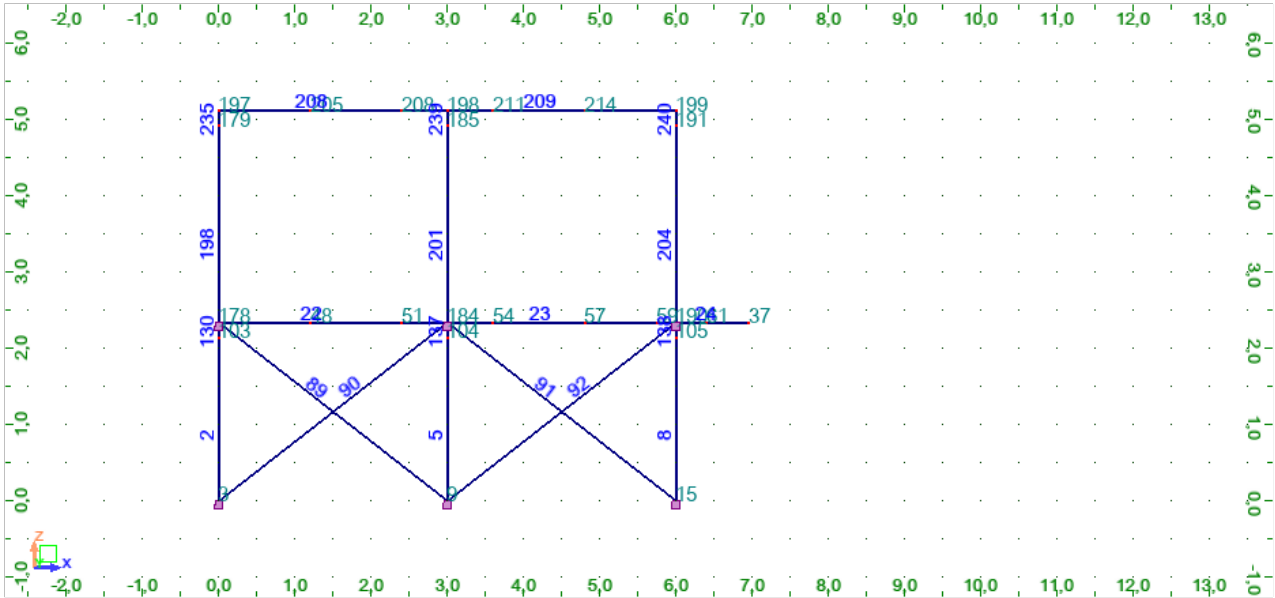
Le modèle ROBOT fait 13,310 tonnes (Voir les forces de réaction) avec un demi-escalier en moins et une demie coupée en plus. Soit une masse équivalente de 12,729 Tonnes. Cette valeur est supérieure à la valeur du modèle CAO car la masse des caillebotis a été surévaluée dans le calcul. Le calcul est donc conservatif.

7.1. GEOMETRIE ET NUMEROTATION DES FILES

Ci-dessous, les files correspondant au plan [DR01].

7.1.1. FILE A → C





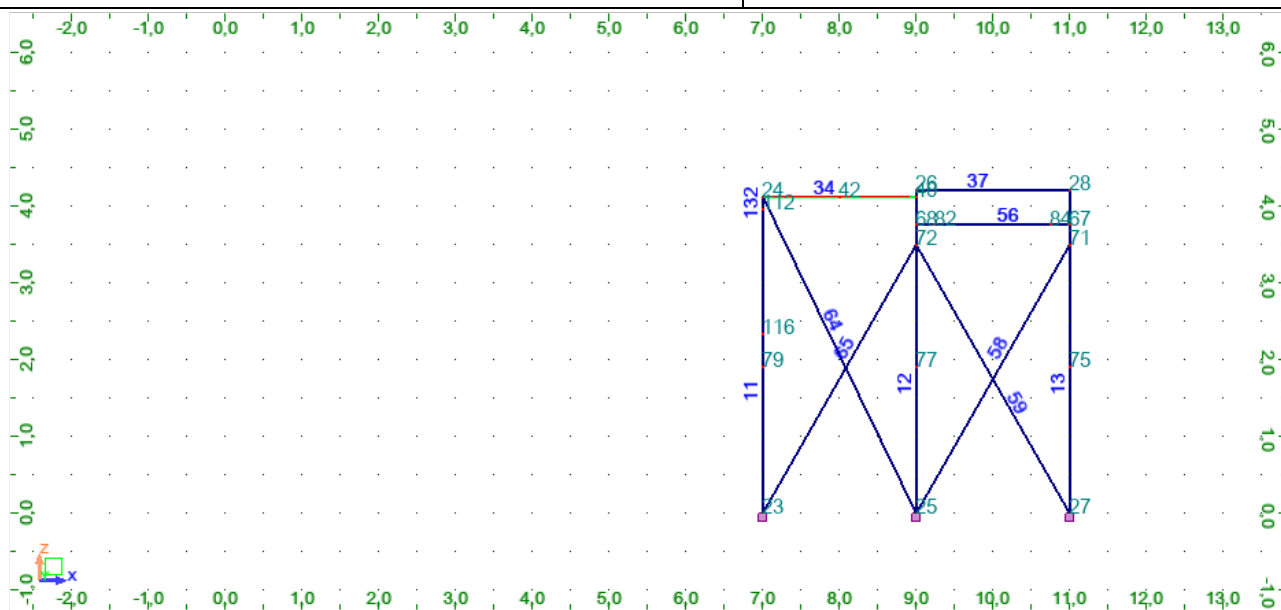


Figure 6 -FILE C

7.1.2. FILE 1 → 7

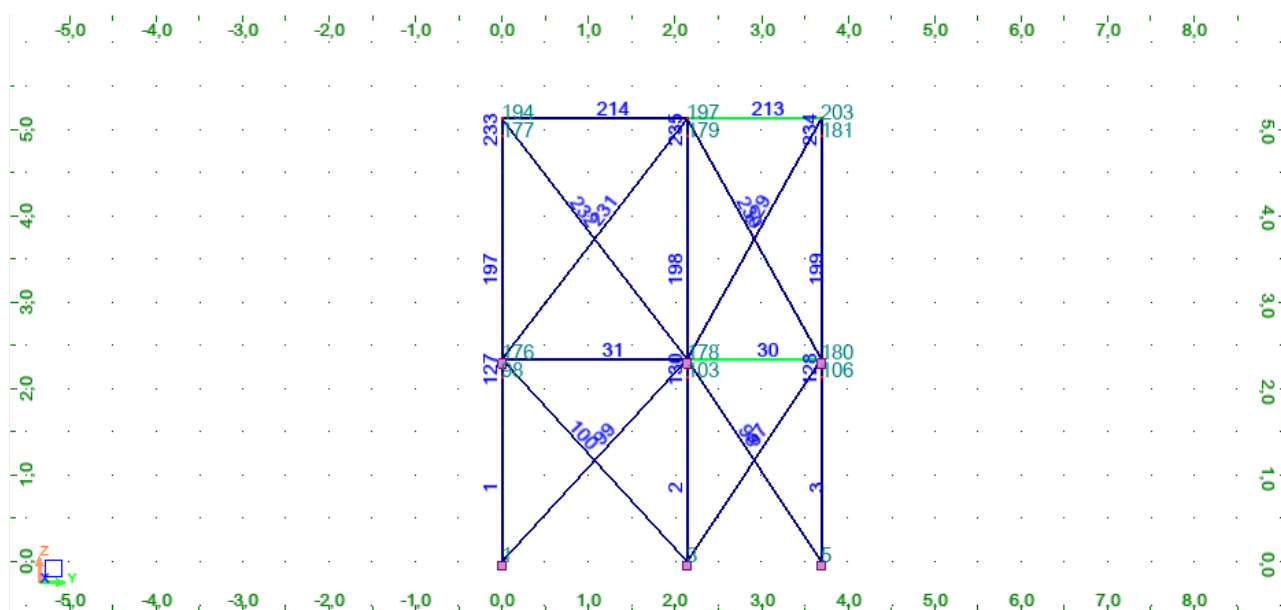


Figure 7 -FILE 1

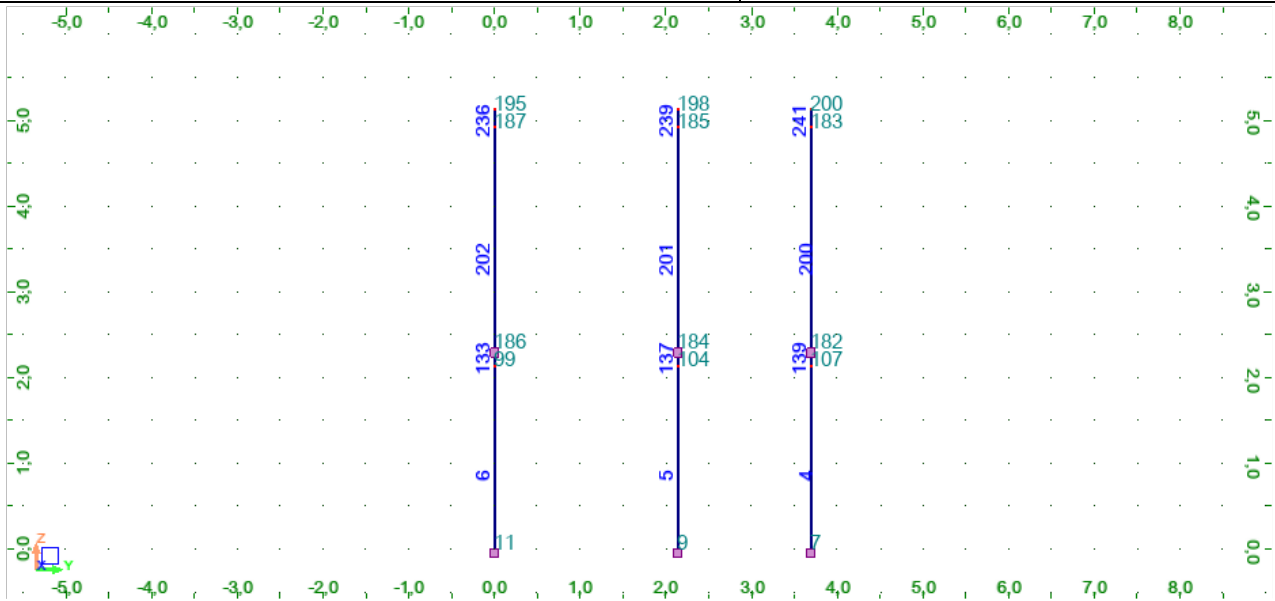


Figure 8 - FILE 2

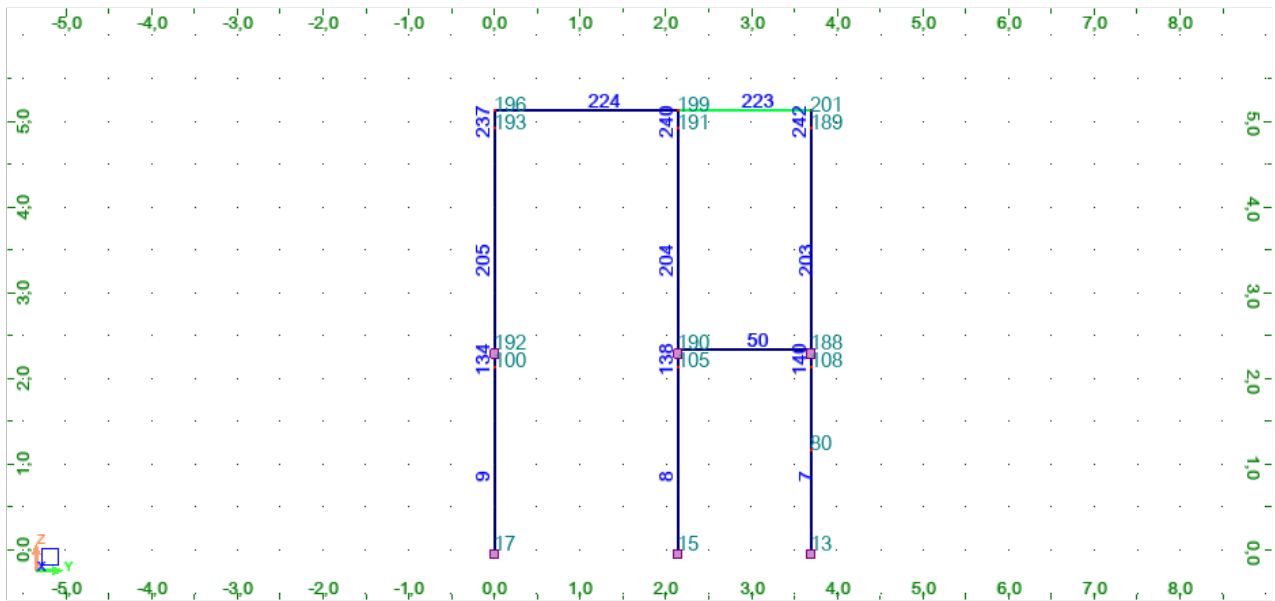


Figure 9 - FILE 3

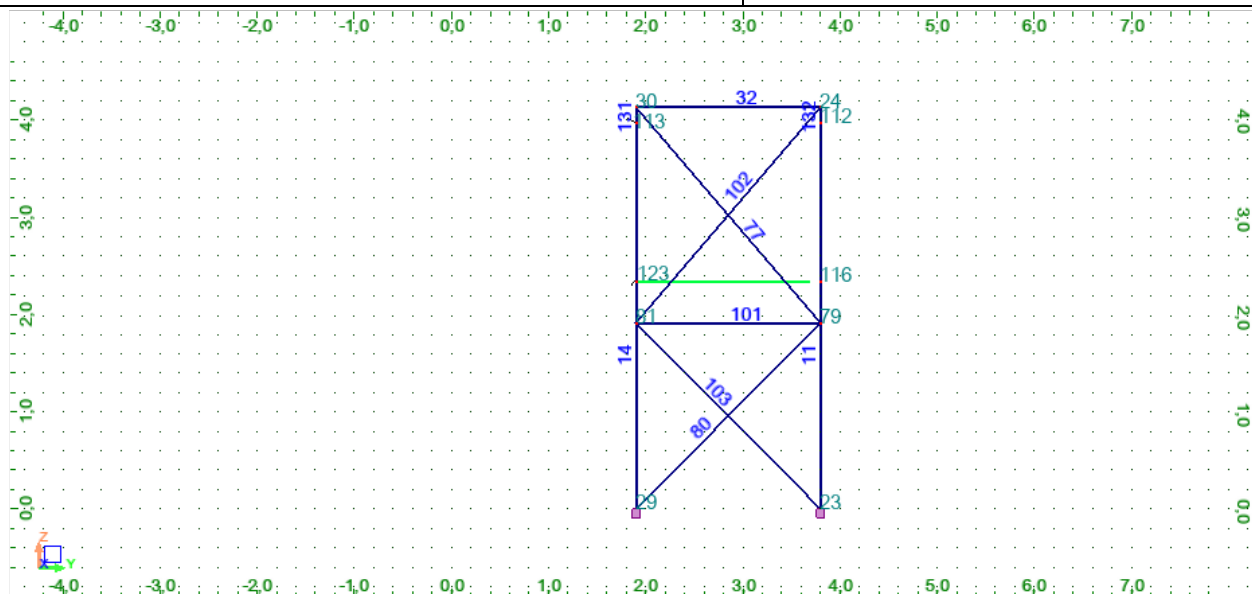


Figure 10 - FILE 4 + 1,03m

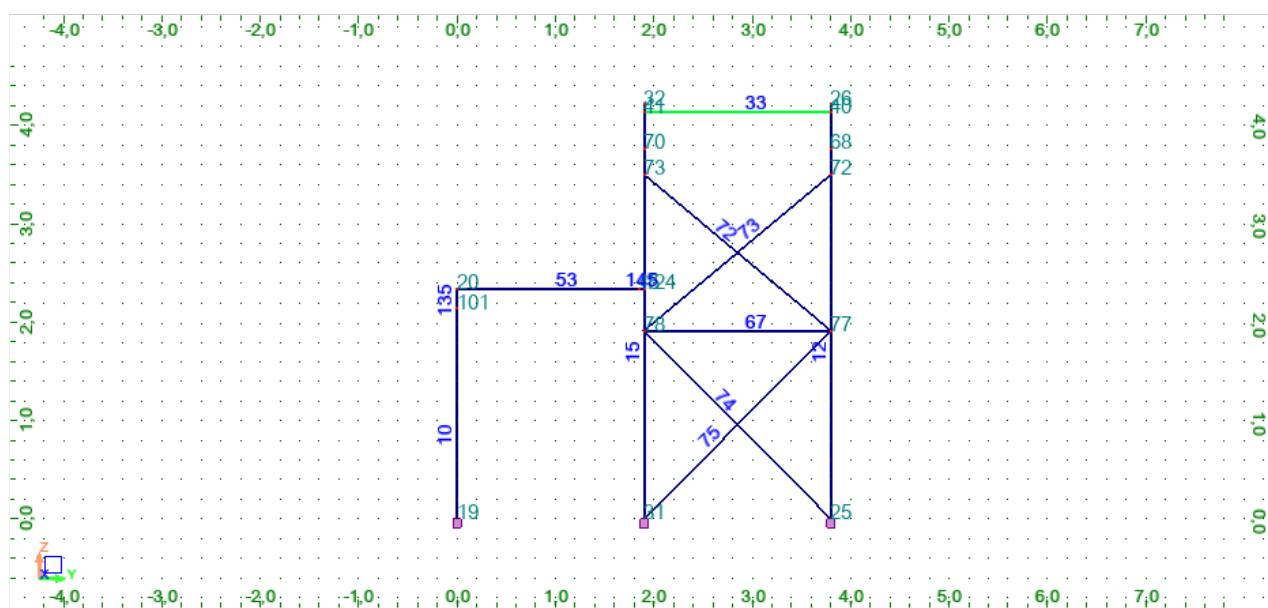


Figure 11 - FILE 5

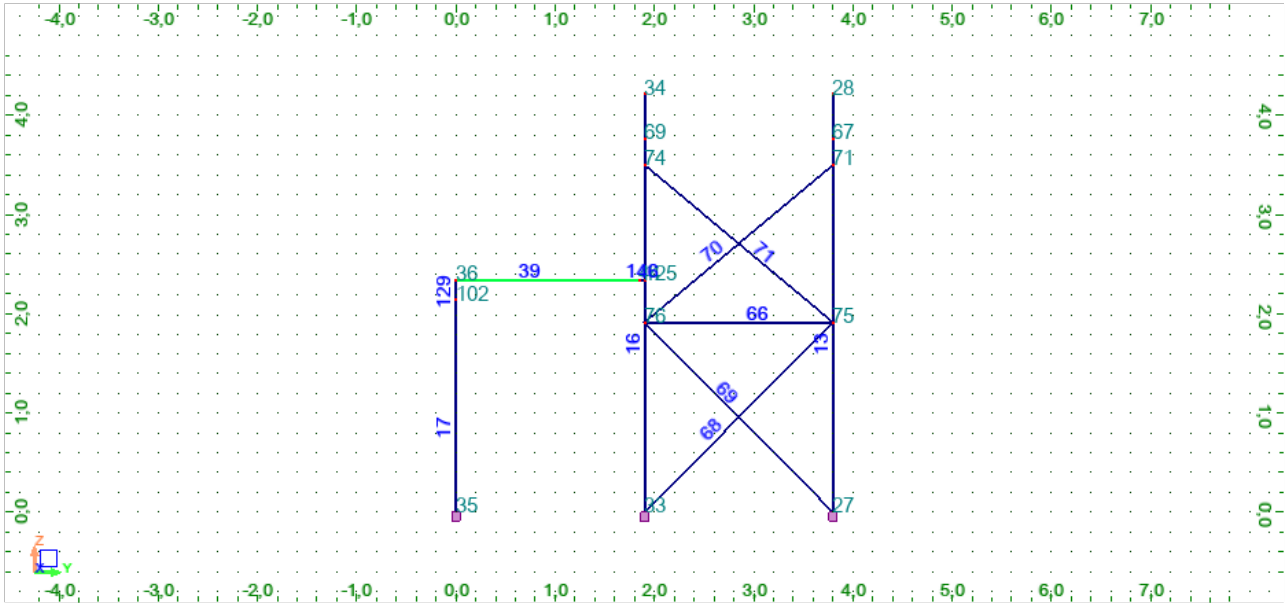


Figure 12 - FILE 6

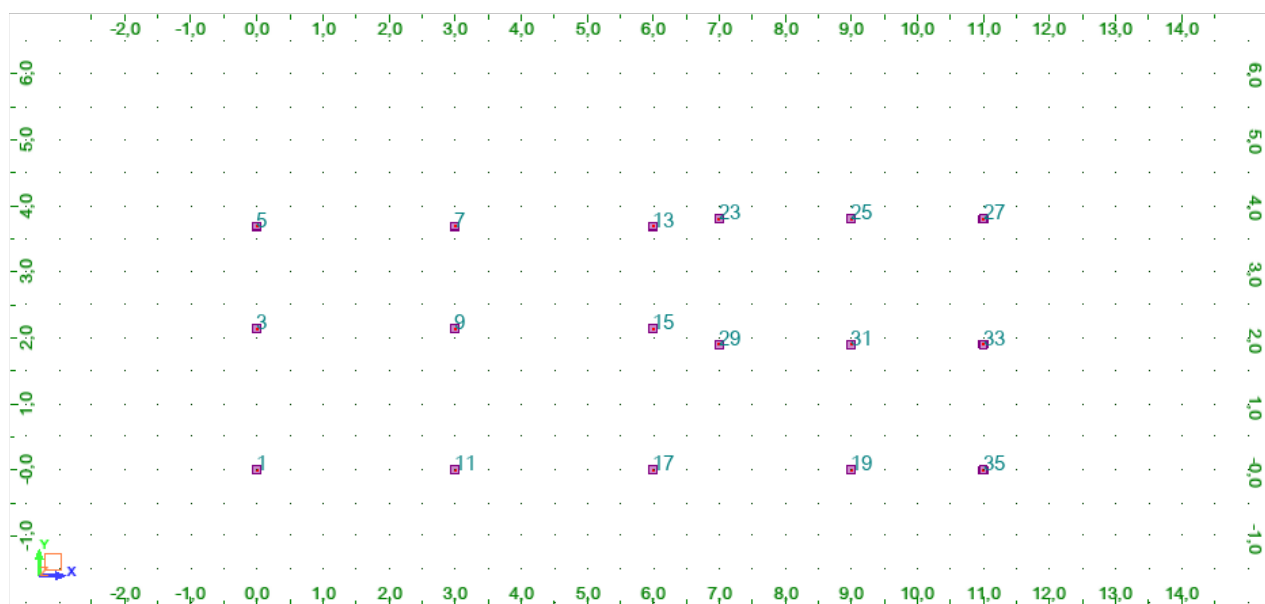
7.1.3. NIVEAU +0 ➔ + 4,13 M

Figure 13 - NIVEAU +0 m

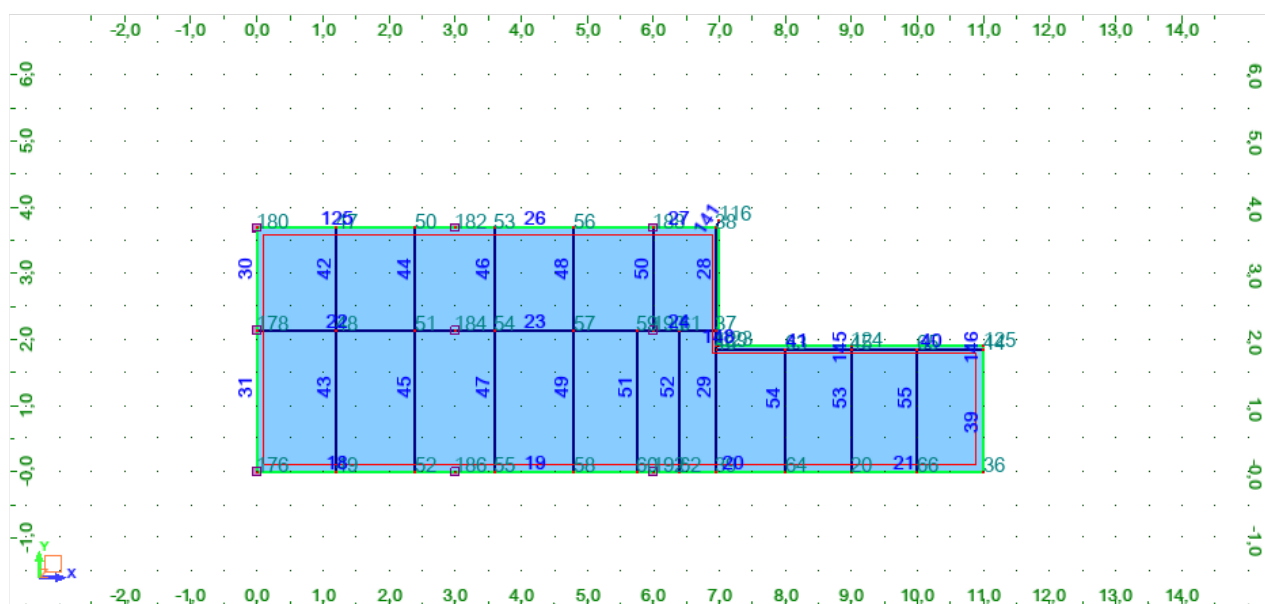


Figure 14 NIVEAU +2,34 m

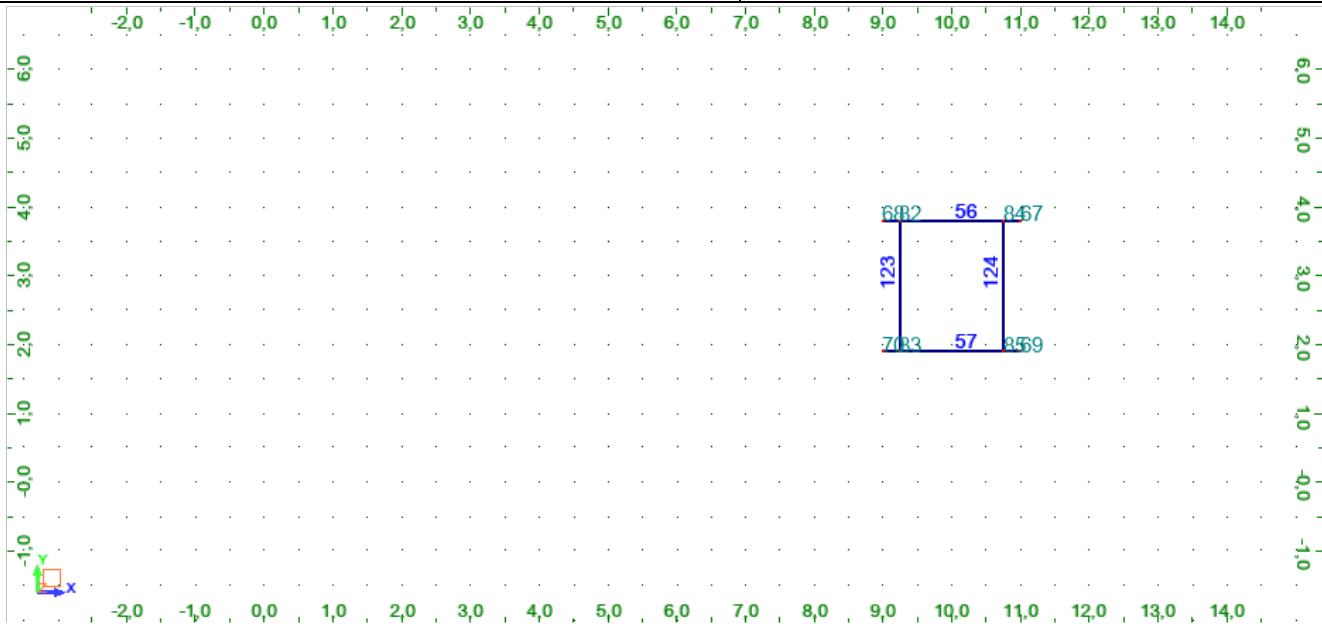


Figure 15 - NIVEAU +3,76 m

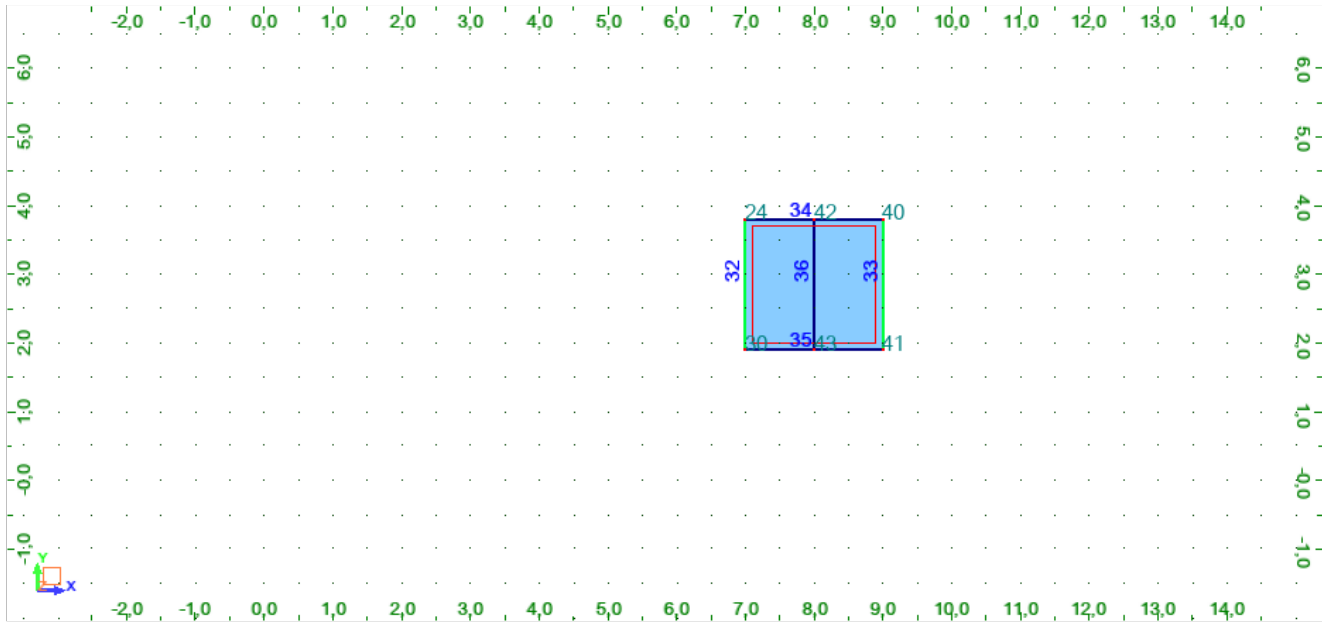


Figure 16 - NIVEAU +4,13 m



7.2. SECTIONS

7.2.1. HEB 100

Les montants sont fait de HEB 100.

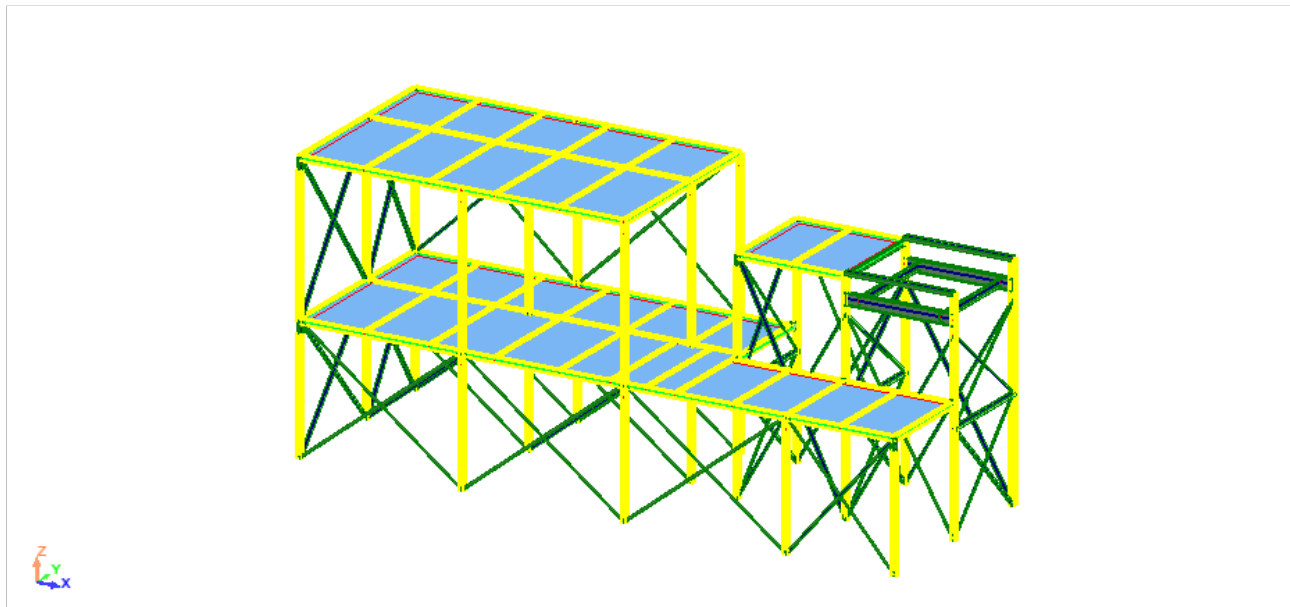


Figure 18 - Visulisation des barres

Liste des barres: 1 à 24 26 à 32 34 à 36 39 à 55 125 133 à 135 137 à 140 197 à 211 213 à 224 236 237 239 à 242

7.2.2. CROIX 100X100X10

Les croix sont définies pour représenter l'assemblage des hauts de poteau en extrémité de la structure.

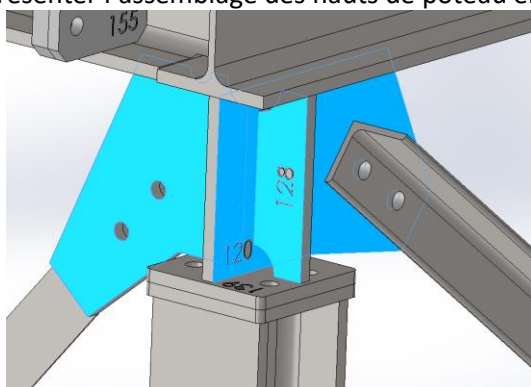


Figure 19 - Modélisation de la poutre entre les montants HEB et le cadre de la passerelle

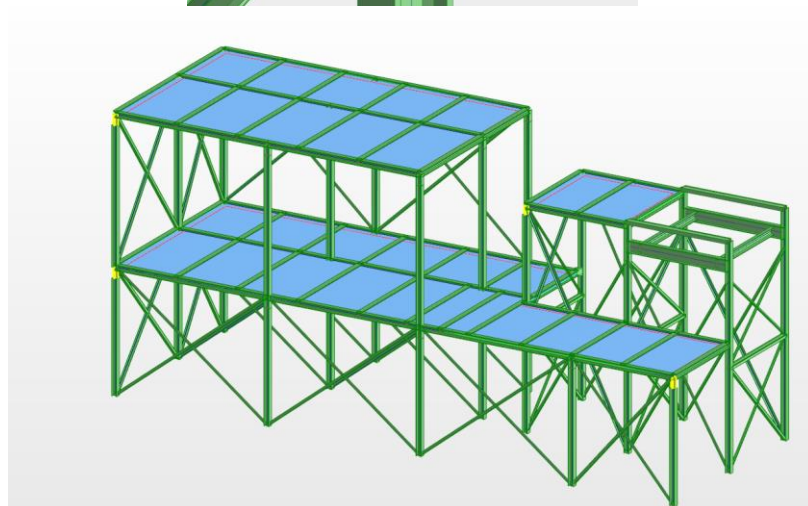
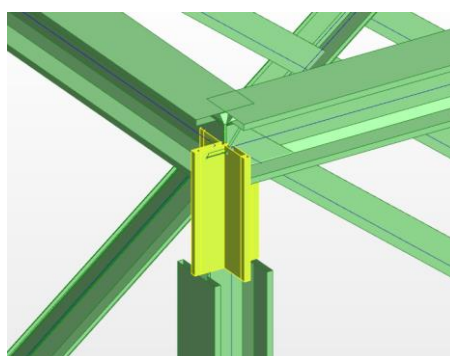


Figure 20 - Visulisation des barres

Nom:		CROIX_1																
Couleur:		Auto																
		Dimensions (cm) <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>l</th> <th>t</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>p1 =</td> <td>9,0</td> <td>1,0</td> </tr> <tr> <td>p2 =</td> <td>1,0</td> <td>1,0</td> </tr> <tr> <td>p3 =</td> <td>4,5</td> <td>1,0</td> </tr> <tr> <td>p4 =</td> <td>1,0</td> <td>1,0</td> </tr> </tbody> </table>			l	t	p1 =	9,0	1,0	p2 =	1,0	1,0	p3 =	4,5	1,0	p4 =	1,0	1,0
	l	t																
p1 =	9,0	1,0																
p2 =	1,0	1,0																
p3 =	4,5	1,0																
p4 =	1,0	1,0																
		<input type="checkbox"/> Analyse élasto-plastique																

Figure 21 - Description de la section

Liste des barres: 127 à 132 233 à 235

7.2.3. CORNIERE 50X50X5

Les cornières sont définies en tant que treillis, ne pouvant travailler qu'en axial.

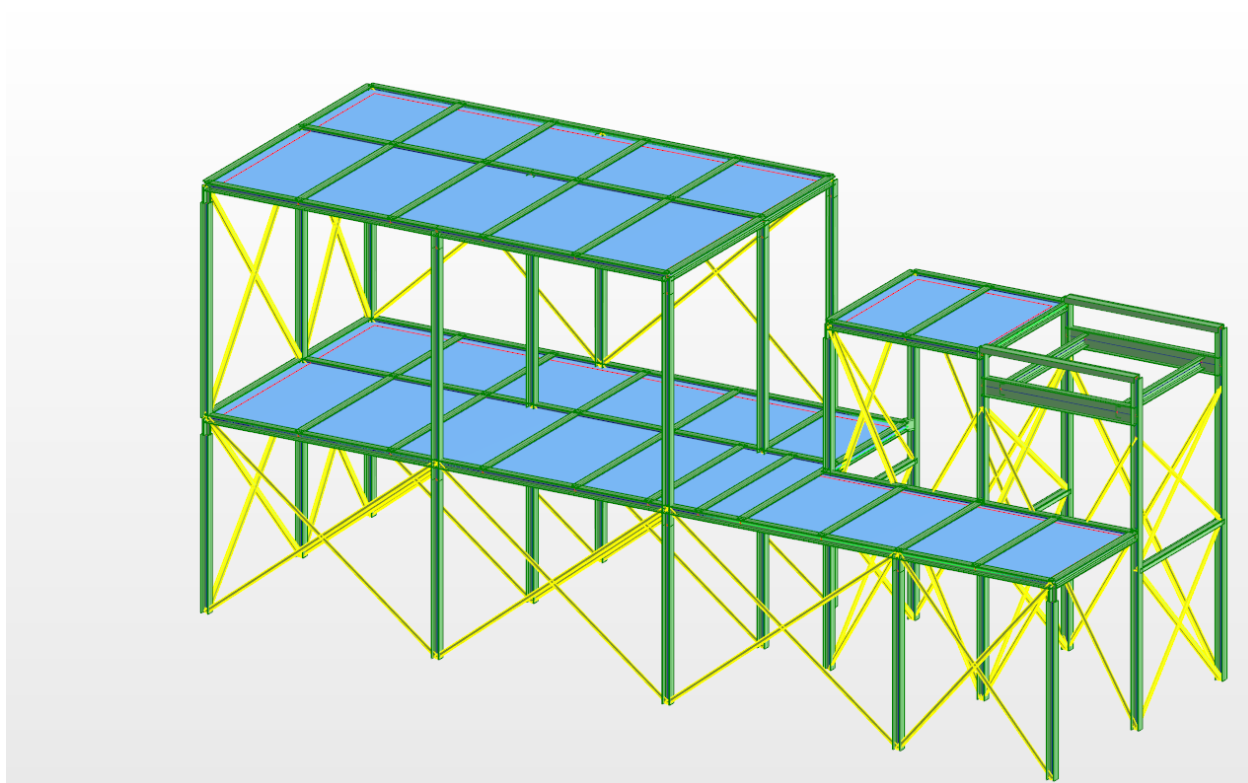


Figure 22 - Visualisation des barres

Liste des barres : 58 à 65 68 à 75 77 80 à 100 102 103 225 à 232

7.2.4. SUPPORT DE PLANCHER UPE 140

Les UPE 140 permettent une interaction de supportage de plancher. Cette section permet de vérifier le U en flexion et en cisaillement, ainsi que d'extraire les efforts dans les assemblages boulonnés.

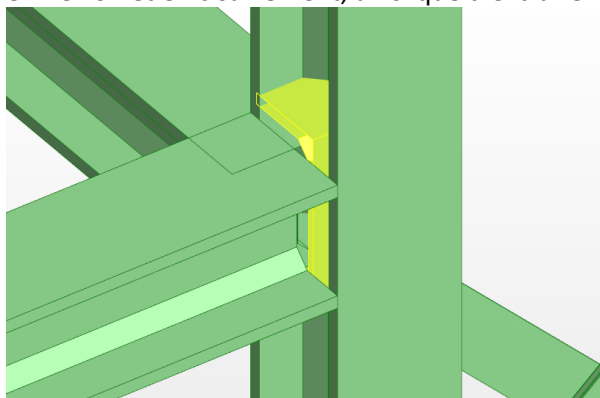


Figure 23 - Visualisation des barres

Liste des barres : 141 145 146 148

7.2.5. RAIL COUPEE : POUTRE RECONSTITUEE

Le rail de la coupée est représenté par une poutre équivalente. Le U dans lequel la coupée roule n'est, de manière conservatrice, pas totalement représenté.

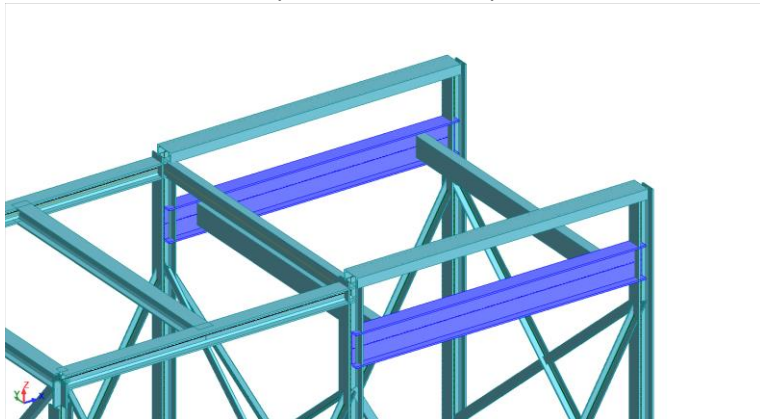


Figure 24 - Visualisation des barres

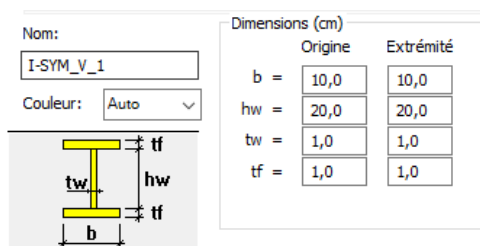


Figure 25 - Description de la section

Liste des barres : 56, 57

7.2.6. UPE 140

Les traverses de renfort de la plateforme intermédiaire sont en UPE140

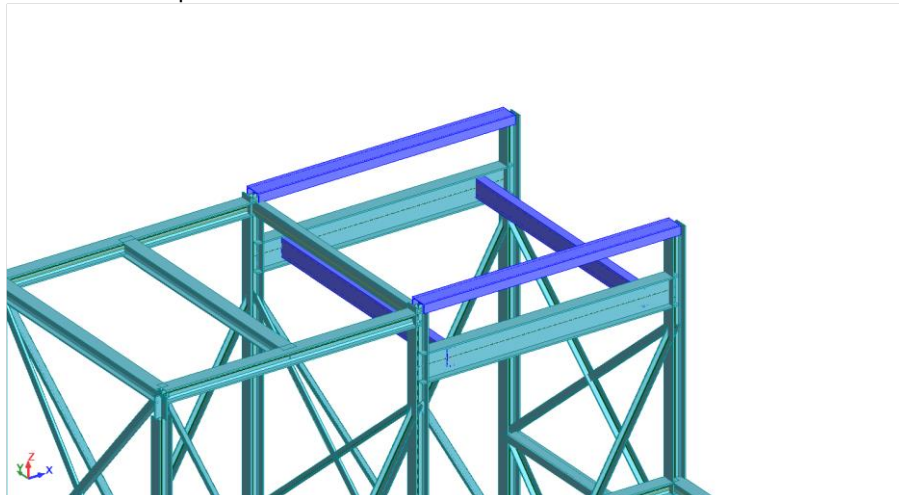


Figure 26 - Visualisation des barres

Liste des barres : 37 38 123 124

7.3. ASSEMBLAGES

7.3.1. PIEDS DE POTEAU HEB/PLATINE

L'assemblage des pieds de poteau est fait par 2 platines, voir ci-dessous :

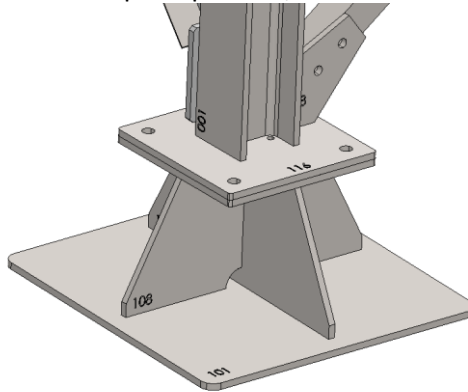


Figure 27 - Assemblage des pieds de poteau

Le montage platine/platine est vérifié avec un assemblage équivalent, sans tenir compte de la différence de poutre entre le HEB du poteau et la croix du socle.

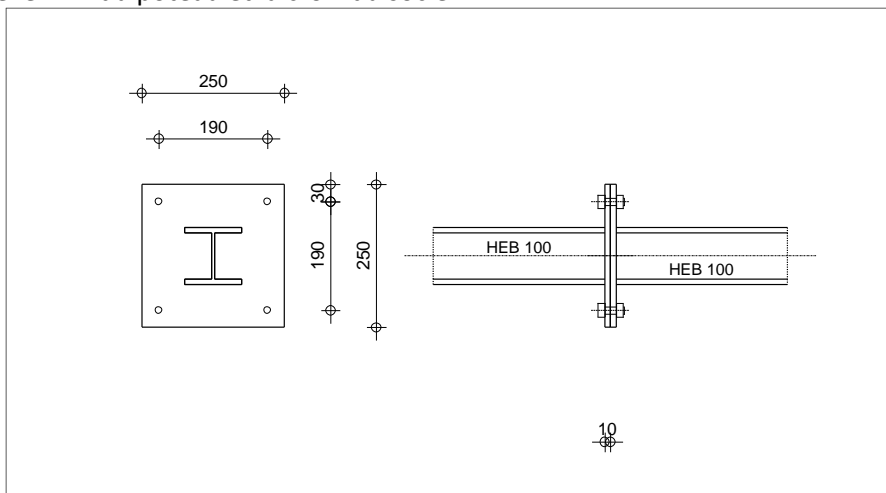


Figure 28 - Modélisation de l'assemblage équivalent

7.3.2. HEB/HEB OU HEB/CROIX

Selon le poteau, la tête est composée soit d'un HEB, soit d'une croix.

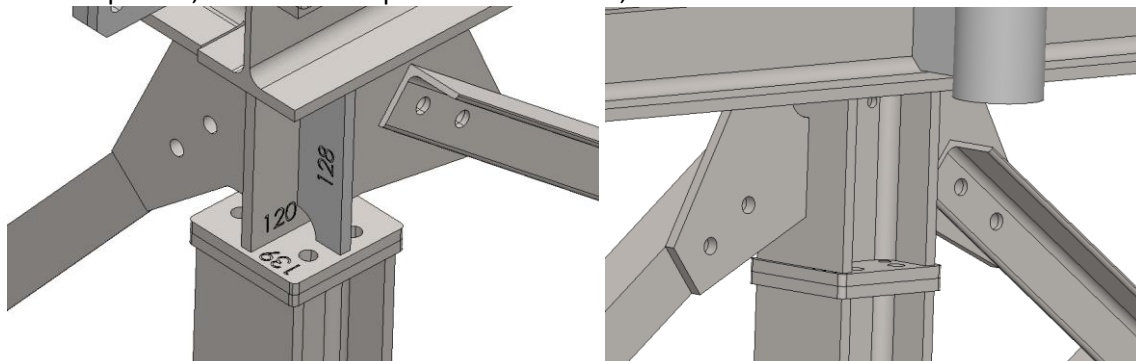


Figure 29 - Modélisation de l'assemblage en tête de poteau (Croix à gauche, HEB à droite)

Cet assemblage est modélisé par 2 HEB reliés par deux platines. La différence entre la croix supérieure et le HEB modélisé n'est pas pris en compte.

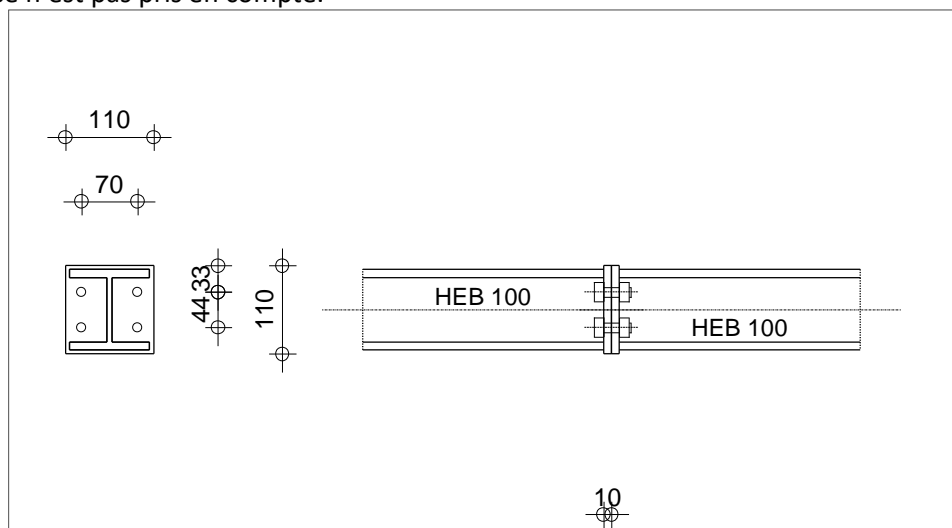


Figure 30 - Modélisation équivalente de l'assemblage HEB/CROIX

7.3.3. TREILLIS/POTEAU

Il existe plusieurs sorte d'assemblage de diagonales. Seul le plus faible est vérifié de manière conservatrice.

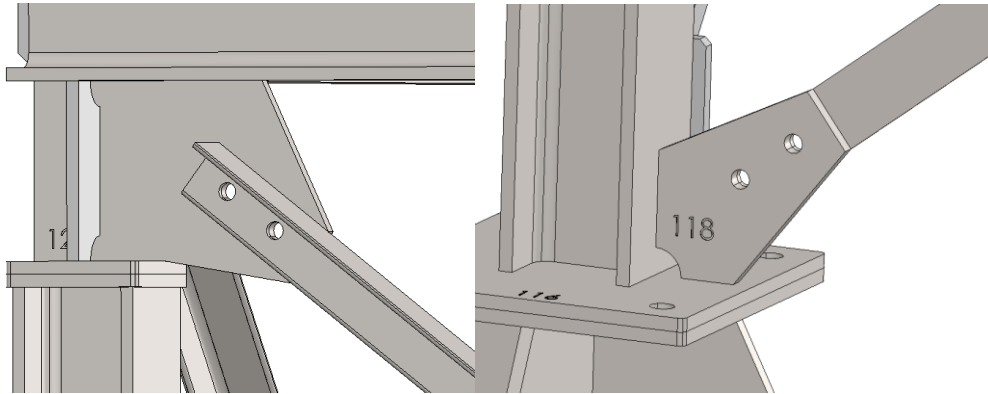


Figure 31 - Modélisation des assemblages des treillis

L'assemblage le plus faible est celui qui possède le cordon de soudure le plus petit. Celui-ci correspond à la figure de gauche (voir si dessus).

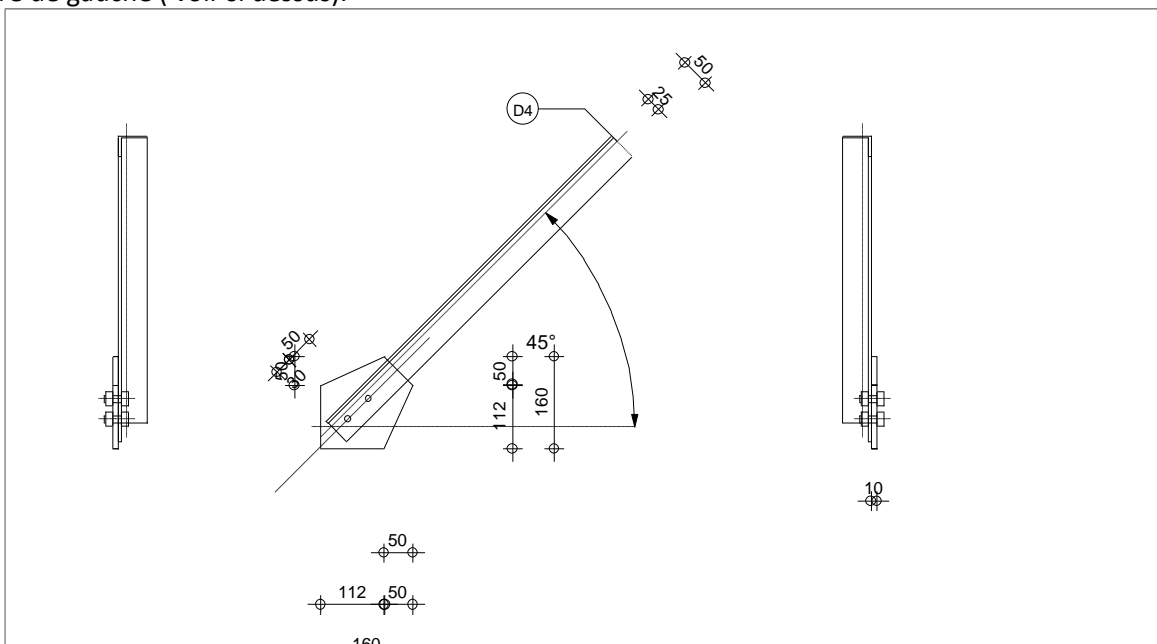


Figure 32 - Assemblage équivalent des treillis

7.3.4. RAIL COUPEE

Les 4 assemblages des rails de la coupée sont identiques. L'assemblage se fait par l'intermédiaire d'une platine disymetrique avec 2 boulons excentrés.

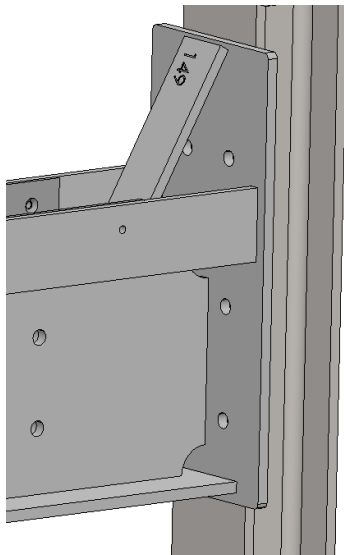


Figure 33 - Assemblage du rail de coupée

Pour représenter un assemblage équivalent, il a été ajouté un gousset droit. L'assemblage ci-dessous est modélisé à l'envers, mais cela n'influe pas sur la vérification de celui-ci.

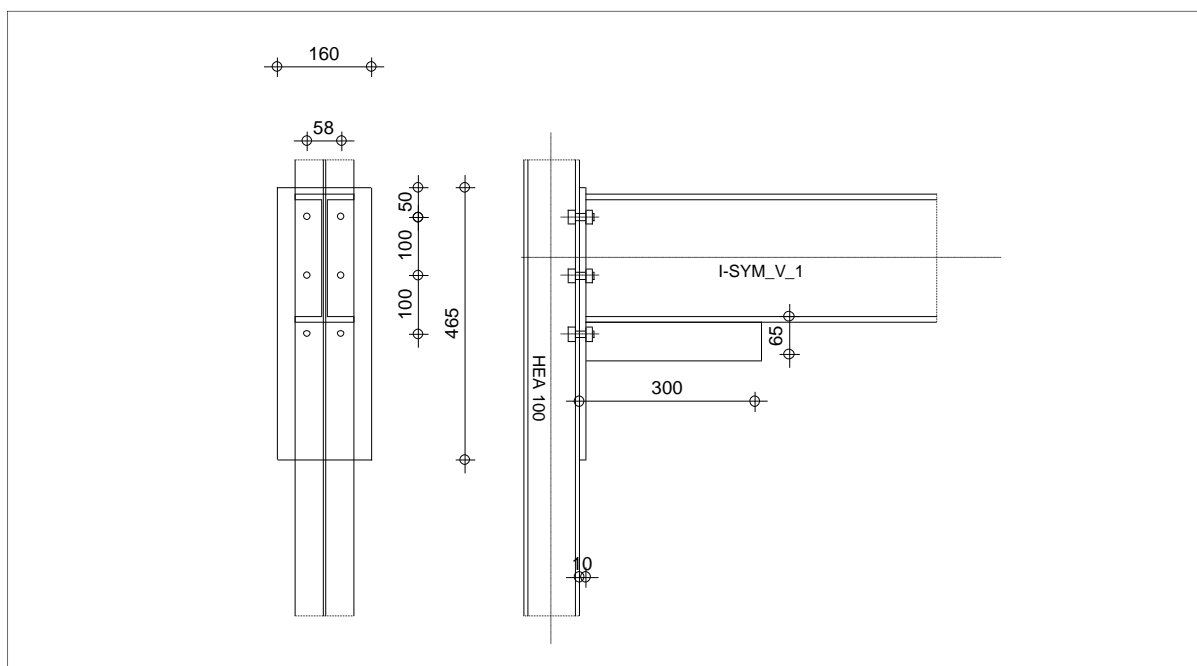


Figure 34 - Assemblage équivalent du rail de coupée

7.3.5. APPUIS U INFERIEUR

La passerelle est en appui sur les montant grâce à un assemblage de UPE. Le UPE est fixé par 4 boulons sur le montant.

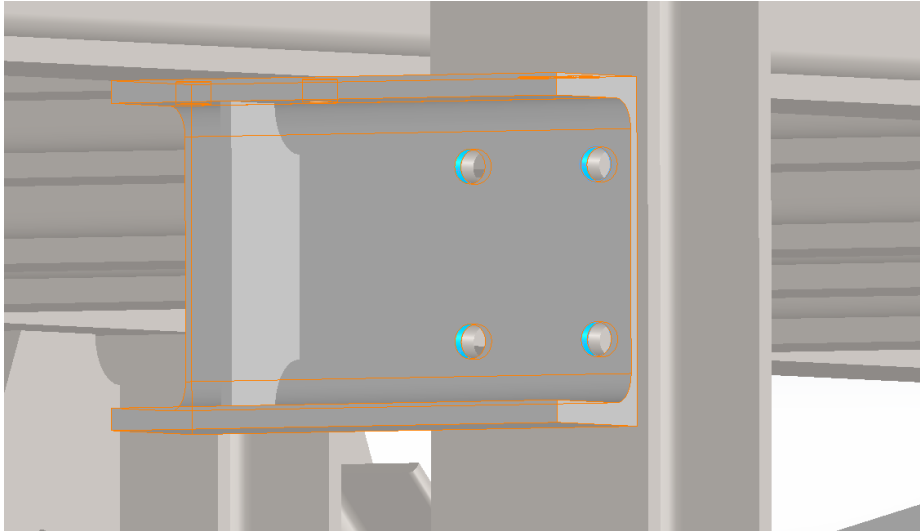


Figure 35 - Modélisation de l'assemblage des UPE de soutien de la passerelle

Seuls les boulons sont calculés en traction et cisaillement en prenant en compte les moments induits par le UPE.

7.3.6. APPUIS U SUPERIEUR

L'assemblage entre le UPE et le HEB de la plateforme inférieure est constituée d'un appui et de deux boulons aux files indiquées au §7.3.5 de la passerelle est constitué d'un appui et de deux boulons.

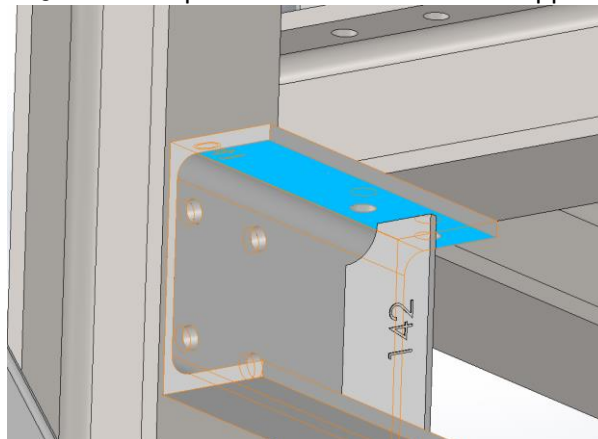


Figure 36 - Modélisation de l'assemblage entre le UPE et le HEB horizontal

Seuls les boulons sont calculés en traction et cisaillement en prenant en compte les moments induits par le UPE.

7.4. CONDITIONS AUX LIMITES

Les pieds sont bloqués en point fixe ($U_x=U_y=U_z=M_x=M_y=M_z=0$)

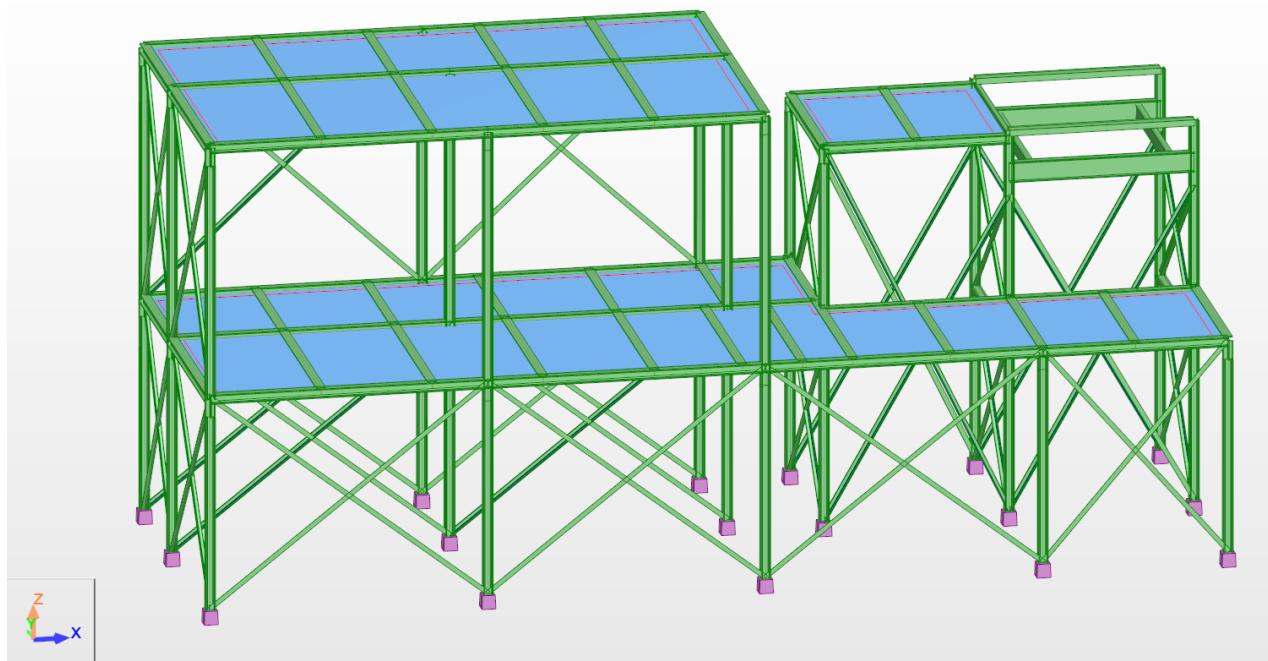


Figure 37 : Conditions limites

7.5. CHARGEMENT

7.5.1. CAS 1 POIDS PROPRE CHARPENTE- ACTION PERMANENTE

Le poids propre du podium est pris en compte par l'accélération gravitationnelle de $9806,6 \text{ mm/s}^2$, de sa masse suivant Z

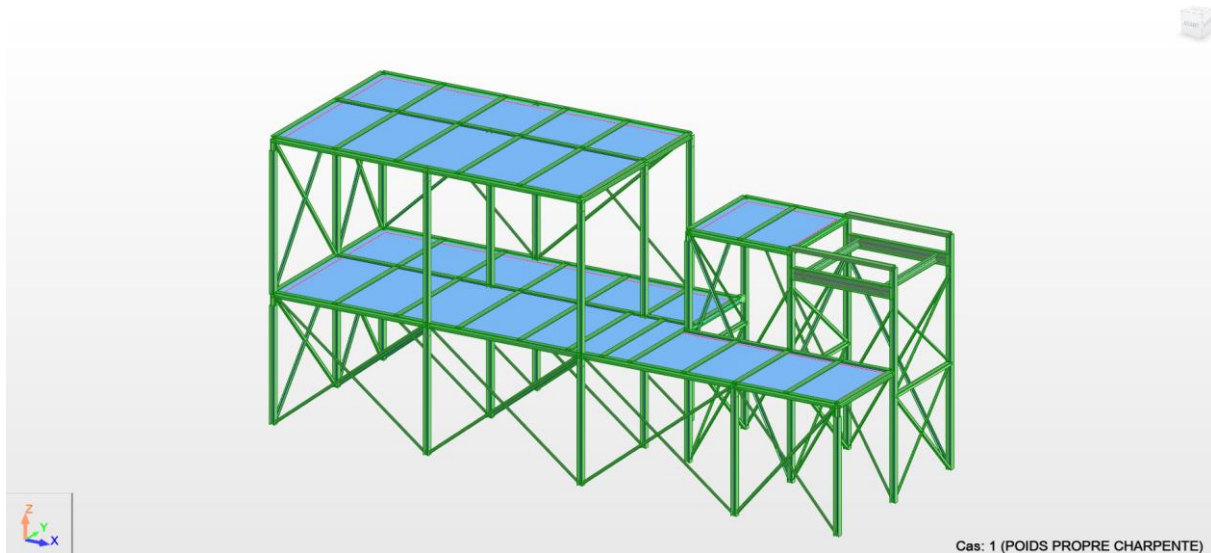


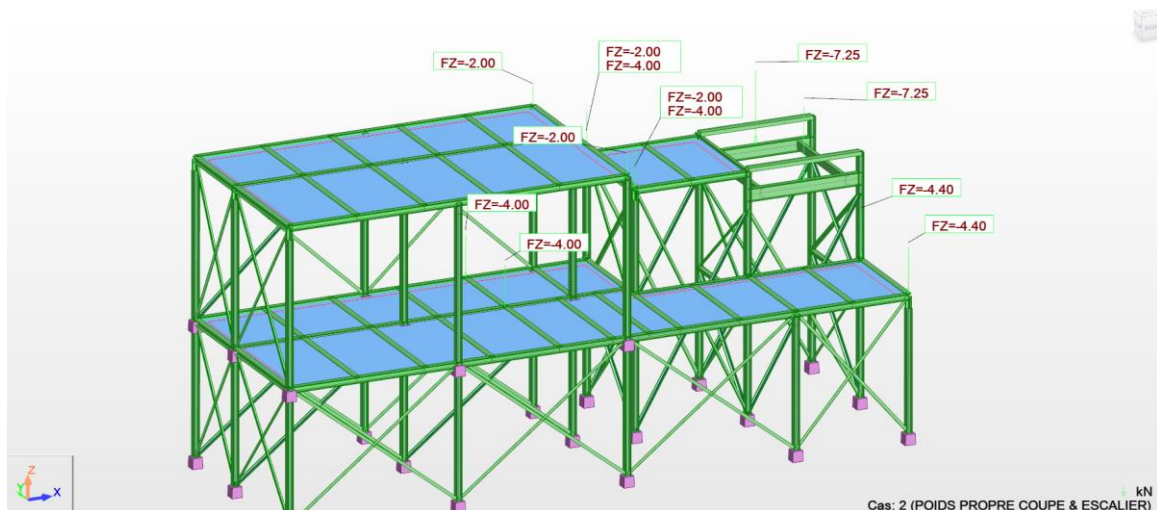
Figure 38 : Accélération gravitationnelle suivant Z

7.5.2. CAS 2 POIDS PROPRE DE LA COUPEE & ESCALIERS - ACTION PERMANENTE

La masse de la coupée est arrondie à 2,900 t. Celle-ci est considérée à moitié en appuis sur la structure. Elle est prise en compte par une force équivalente appliquée au centre des rails (cf§7.2.5). Deux forces équivalentes de 7,25 kN (29 kN/4) sont appliquées sur la structure.

L'escalier interne (passerelle inférieure → coupée) a une masse de 1,6 tonnes, soit 4 x 4kN de force équivalente appliqué en 4 points sur la structure. L'escalier interne (passerelle coupée → passerelle supérieure) fait 0,8 tonne répartie en 4 points.

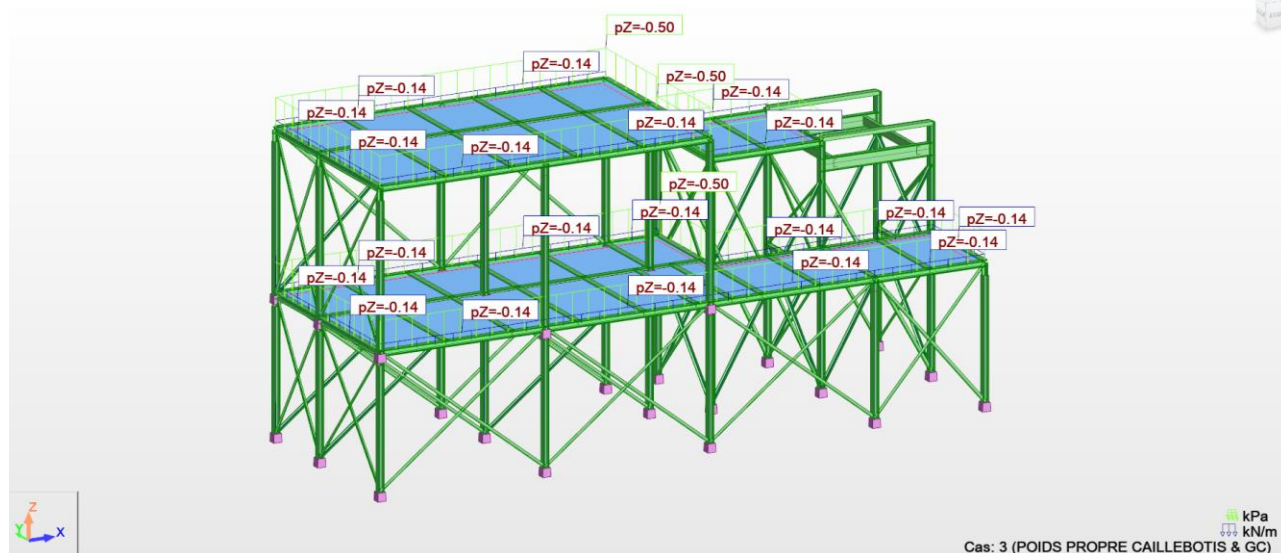
L'escalier externe (Entre la plateforme inférieure et le ras) a une masse de 1,76 tonnes, soit 4 x 4,4kN de force équivalente appliqué en 2 points sur la structure.



7.5.3. CAS 3 POIDS PROPRE CAILLEBOTIS - ACTION PERMANENTE

La masse du plancher en caillebotis est considérée à 50 kg/m^2 .

La masse des garde-corps est de $14,7 \text{ kg/m}$ d'après une extraction du modèle CAO.

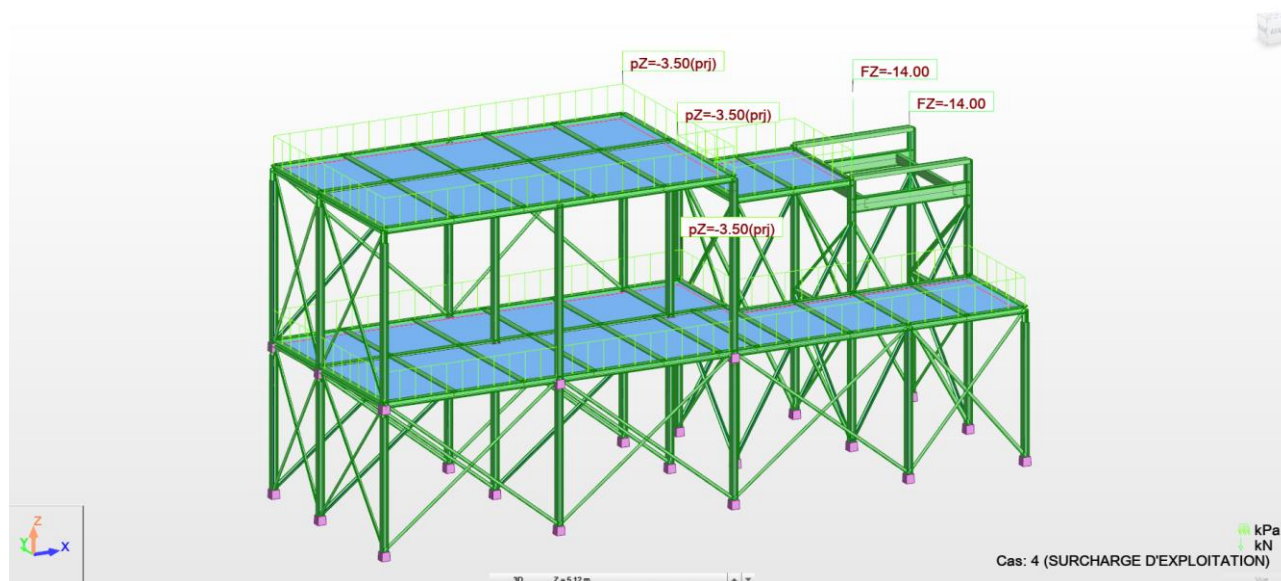


7.5.4. CAS 4 SURCHARGES D'EXPLOITATION- ACTION D'EXPLOITATION

La charge d'exploitation est de 350 kg/m^2 (Donnée d'entrée).

Celle-ci est appliquée en tant que pression sur les caillebotis et force équivalente pour la coupée.

La coupée fait $11 \text{ m} \times 1,4 \text{ m}$ de surface, donc la force équivalente est de 53.9 kN . La coupée étant posé sur 4 points, l'effort appliqué au centre du rail est de $13,5 \text{ kN}$, arrondi à 14 kN .

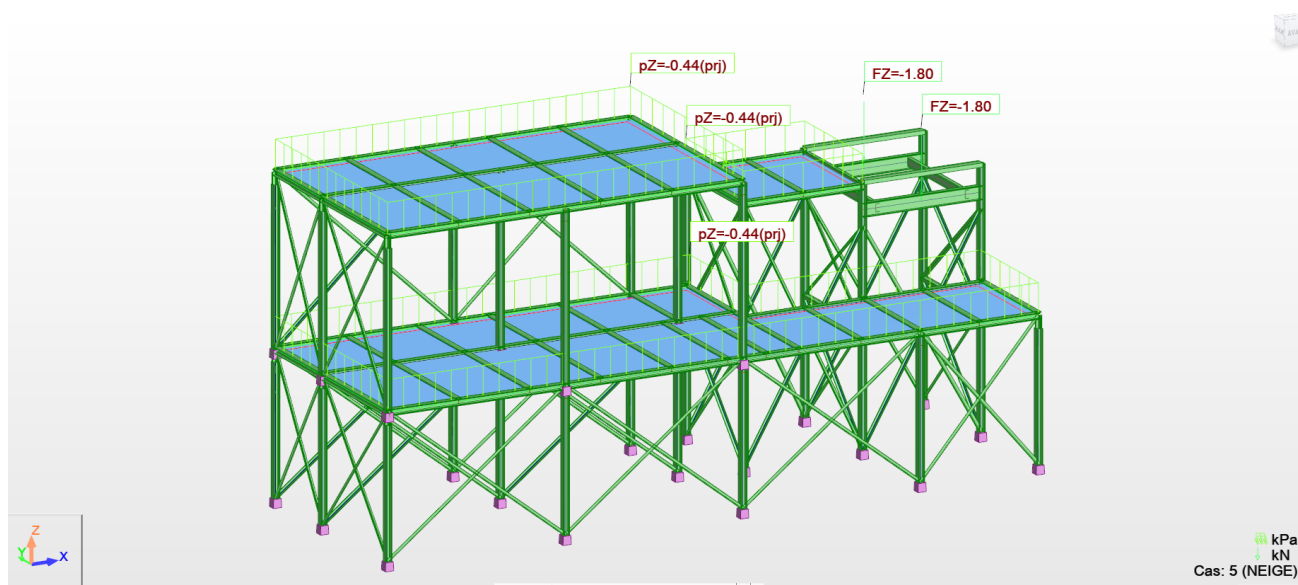


7.5.5. CAS 5 NEIGE - ACTION CLIMATIQUE

La valeur caractéristique (S_k) de la charge de neige sur le sol à une attitude inférieure à 200m est de 45 kg/m² en région A1 selon l'Eurocode 1 - NF EN 1991-1-3 2004-03 ; NA/A1:2011-07.

Celle-ci est appliquée en tant que pression sur les caillebotis considérés pleins et force équivalente pour la coupée.

La coupée fait 11 m x 1,4 m de surface, donc la force équivalente est de 7 kN. La coupée étant posé sur 4 points, l'effort appliqué au centre du rail est de 1,8 kN



7.5.6. CAS 6 A 9 VENT - ACTION CLIMATIQUE

Le vent est calculé ci-dessous suivant l'Eurocode 1 - NF EN 1991-1-4 2005-11 ; NA:2008-3 ; NA/A1:2011-07. Une pression est appliquée sur la structure. Celle-ci est déterminée pour une hauteur conservative de 10m.

ACTIONS DU VENT : Eurocode 1 - NF EN 1991-1-4 2005-11 ; NA:2008-3 ; NA/A1:2011-07

• Caractéristiques générales

Catégories et paramètres de terrain (Rugosité supérieure) Tableau 4.1 (NA)	Z_0 [m]	Z_{min} [m]	k_r
0	0,005	1	0,162
II	0,050	2	0,190
IIIa	0,200	5	0,209
IIIb	0,500	9	0,223
IV	1,000	15	0,234

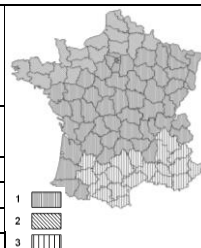
Valeur de base de la vitesse de référence
Tableau 4.2 (NA)

Région	Vitesse de référence $V_{b,0}$ [m/s]
1	22,0
2	24,0
3	26,0
4	28,0



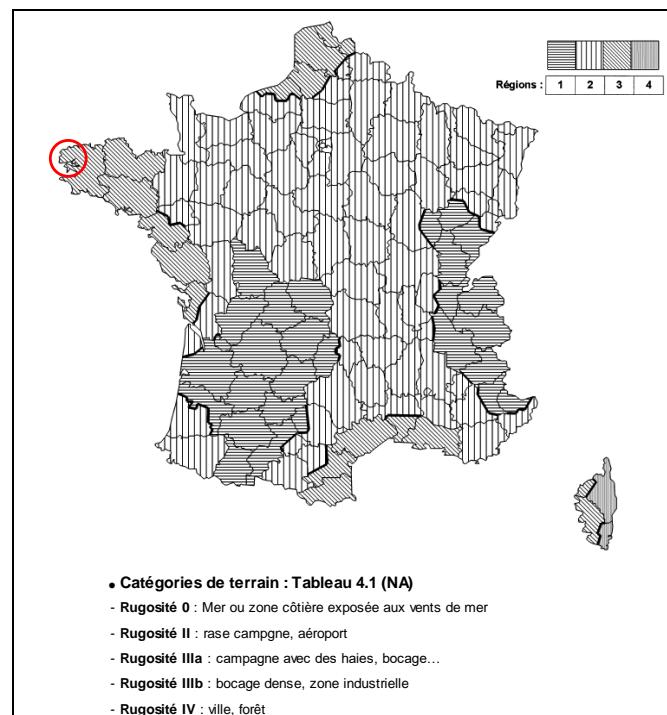
Coefficient de direction
Tableau 4.4 (NA)

ZONE	C_{dir}
1	0,70
2	0,70
3	0,85
Recom.	1,00



• Caractéristiques suivant le terrain, la région et la zone

Catégorie de terrain	0
Longueur de rugosité	$Z_0 = 0,005$
Hauteur minimale [m]	$Z_{min} = 1,000$
Facteur de terrain [Tableau 4.8(NA)]	$k_r = 0,162$
Région	3
Valeur de base de la vitesse de référence [m/s]	$V_{b,0} = 26,00$
Vitesse de référence du vent suivant le zone [m/s]	$V_b = 26,00$
Zone	Recom.
Coefficient de direction	$C_{dir} = 1,00$
Coefficient orographique du terrain (Pour $\phi < 0,05$)	$C_o = 1,00$
Coefficient de saison	$C_{season} = 1,00$
Coefficient de turbulence	$k_1 = 1,00$
Rugosité de surface équiv. (Aciers clairs) Tableau 7.13 [mm]	$k = 0,05$
Ecart type de la turbulence [m/s]	$\sigma_v = 4,204622$
Masse volumique de l'air [kg/m³]	$\rho = 1,225$
Pression dynamique de référence [N/m²]	$q_b = 414,05$
Coefficient structural (Valeur Maxi de l'Annexe D)	$C_s C_d = 1,10$
Viscosité cinématique de l'air [m²/s]	$\nu = 15E-06$
Facteur d'effet d'extrémités (Figure 7.36)	$\psi_s = 1,00$



• Résultats

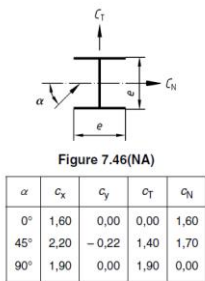
Pression dynamique de pointe : $q_p(z)$				
Hauteur au dessus du sol z [m]	$c_f(z)$	$I_v(z)$	$V_m(z)$ [m/s]	$q_p(z)$ [N/m²]
0	0,857	0,189	22,277	705,58
1	0,857	0,189	22,277	705,58
2	0,969	0,167	25,192	842,85
5	1,117	0,145	29,044	1040,29
9	1,212	0,133	31,516	1176,52
10	1,229	0,132	31,959	1201,72

0,71
0,71
0,84
1,04
1,18
1,2

La pression appliquée sur la charpente est de 1201 N/m².

Les efforts résultants des cas de charges du vent selon les 4 directions (+x,-x,y,-y) sont calculés grâce à une simulation de ROBOT. Ci dessous les cartographies des pressions équivalentes.

La prise en compte supplémentaire de la clause 7.7 (1) NOTE 1 de l eurocode 1, se fait par la mise en place d un coefficient suplémentaire sur l ensemble du cas de chargement pour prendre en compte les turbulences du vent autour des profilés. La structure étant faite principalement de HEB, les coefficients sont donnés par la figure ci-dessous :



Soit un coefficient de 1,6 pour les cas suivant x et 1,9 suivant y.

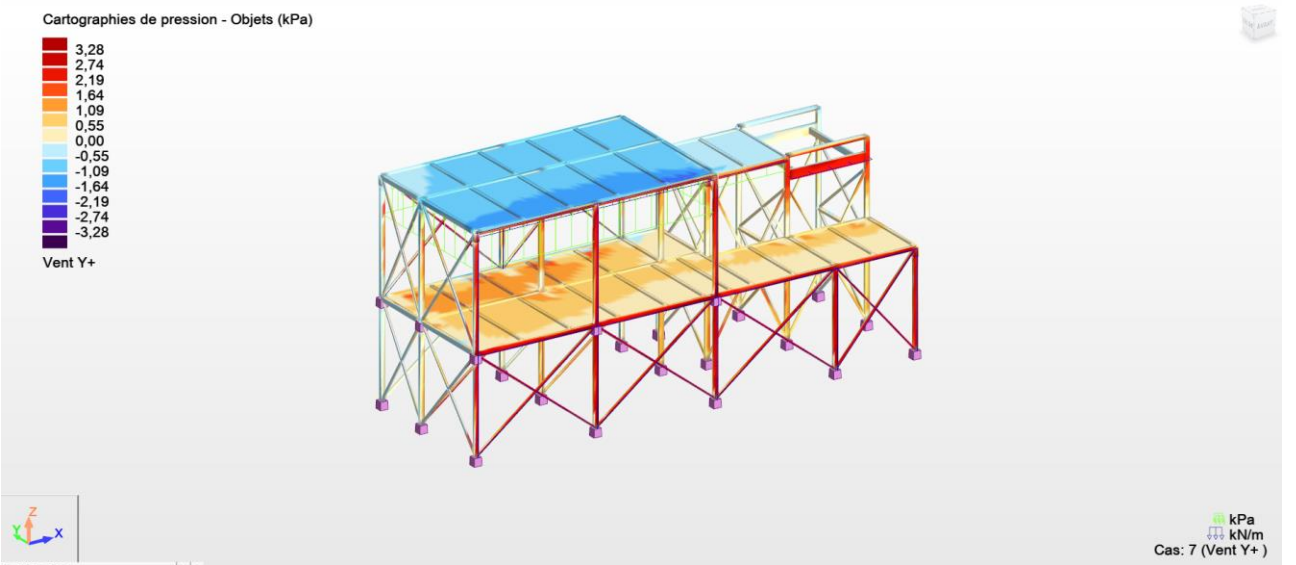
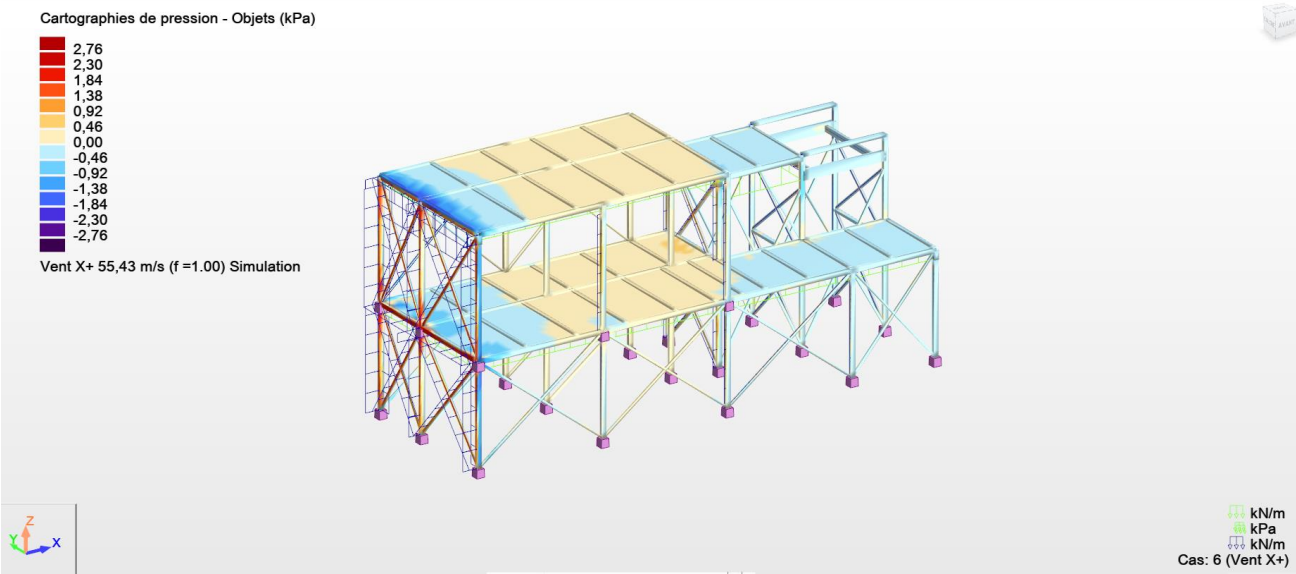


Figure 40 - Vent suivant +Y

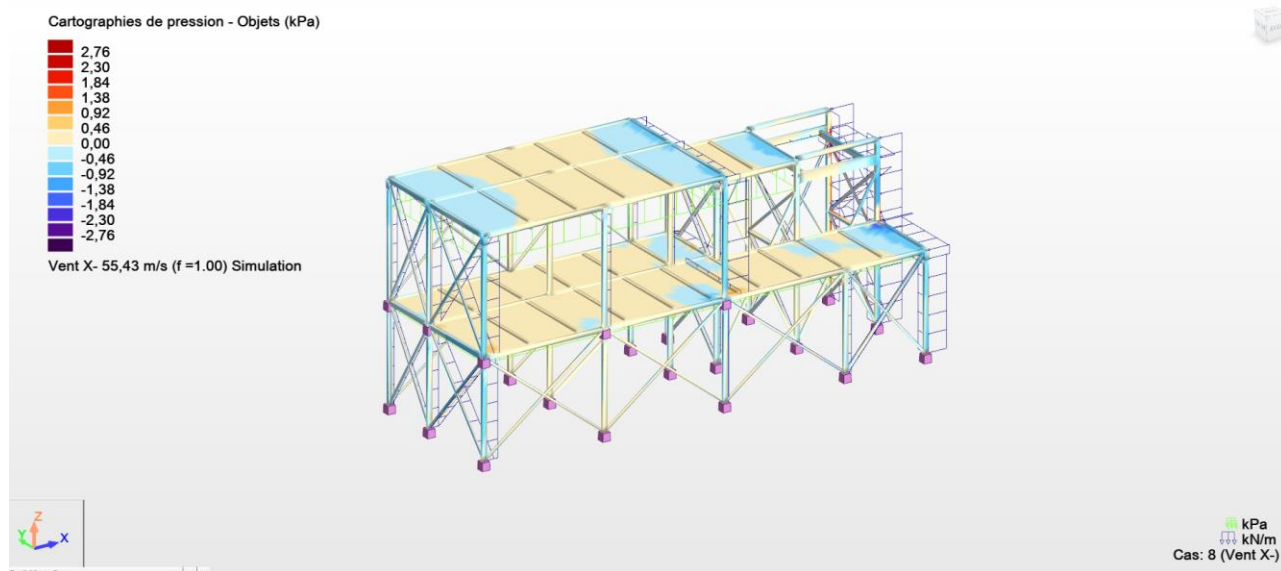


Figure 41 - Vent suivant -X

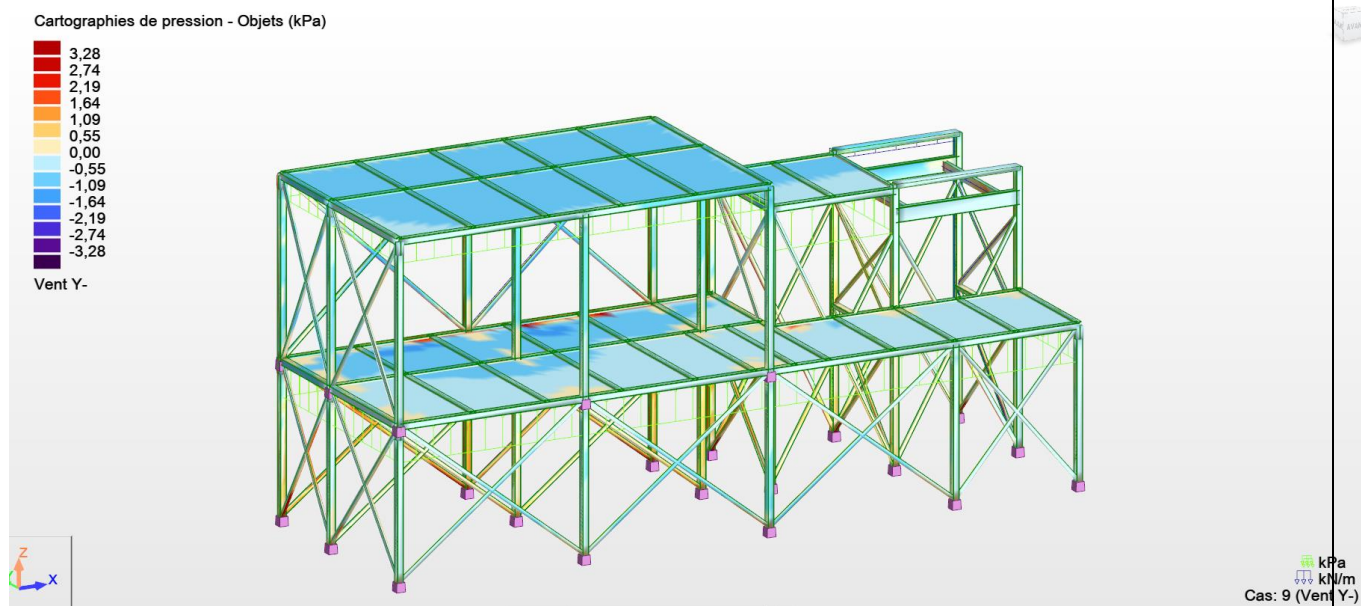


Figure 42 - Vent suivant -Y

7.6. COMBINAISONS EUROCODE

Les combinaisons vérifiées sont les suivantes :

Combinaison	Nom	Type de la combinaison	Nature du cas	Définition
10 (C)	$1 \times G$	Combinaison linéaire	ELS	Structurelle
11 (C)	$1.35 \times G + 1.5 \times I$	Combinaison linéaire	ELU	Structurelle
12 (C)	$1.35 \times G + 1.5 \times I + 1.5 \times S$	Combinaison linéaire	ELU	Structurelle
13 (C)	$1.35 \times G + 1.5 \times I + 1.5 \times W(X+)$	Combinaison linéaire	ELU	Structurelle
14 (C)	$1.35 \times G + 1.5 \times I + 1.5 \times W(Y+)$	Combinaison linéaire	ELU	Structurelle
15 (C)	$1.35 \times G + 1.5 \times I + 1.5 \times W(X-)$	Combinaison linéaire	ELU	Structurelle
16 (C)	$1.35 \times G + 1.5 \times I + 1.5 \times W(Y-)$	Combinaison linéaire	ELU	Structurelle
17 (C)	$1.35 \times G + 1.5 \times I + 1.5 \times W(X+) + 0.75 \times S$	Combinaison linéaire	ELU	Structurelle
18 (C)	$1.35 \times G + 1.5 \times I + 1.5 \times W(Y+) + 0.75 \times S$	Combinaison linéaire	ELU	Structurelle
19 (C)	$1.35 \times G + 1.5 \times I + 1.5 \times W(X-) + 0.75 \times S$	Combinaison linéaire	ELU	Structurelle
20 (C)	$1.35 \times G + 1.5 \times I + 1.5 \times W(Y-) + 0.75 \times S$	Combinaison linéaire	ELU	Structurelle

8. RESULTATS ET POST TRAITEMENT - STRUCTURE ET ASSEMBLAGE PODIUM

8.1. RESULTATS DES CONTRAINTES

8.1.1. SYNTHESE DES RESULTATS

Ci-dessous le tableau des contraintes max dans la structure du podium.

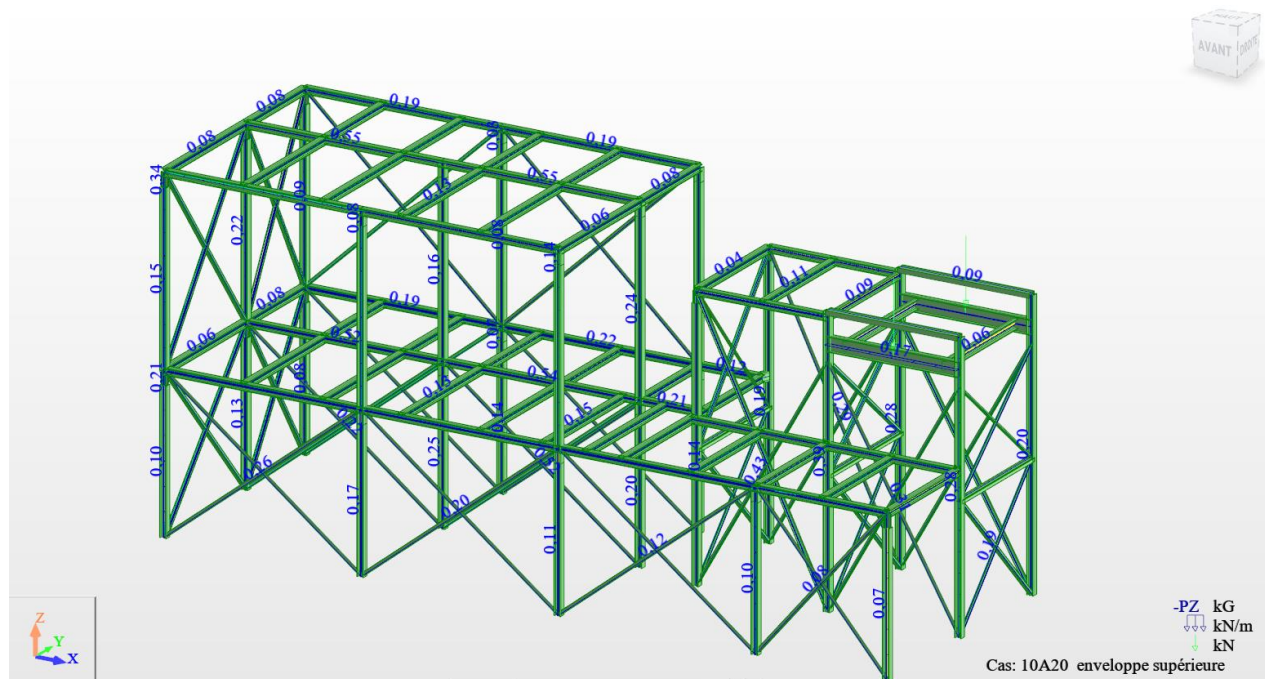
	σ max [MPa]	σ min [MPa]	σ max(My) [MPa]	σ max(Mz) [MPa]	σ min(My) [MPa]	S min(Mz) [MPa]	Fx/Ax [MPa]
MAX	213,88	32,75	206,59	73,19	0,0	0,0	34,13
Barre	235	5	235	234	58	58	5
Noeud	197	9	197	203	71	71	9
Cas	12 (C)	12 (C)	12 (C)	12 (C)	10 (C)	10 (C)	12 (C)
MIN	-16,48	-200,54	0,0	0,0	-206,59	-73,19	-16,48
Barre	103	235	58	58	235	234	103
Noeud	81	197	71	71	197	203	81
Cas	ELU/28	12 (C)	10 (C)	10 (C)	12 (C)	12 (C)	ELU/28

La poutre 235 est la plus sollicitée. Elle correspond à l'assemblage en croix en tête de poteau de la file B1. Celle-ci travaille en flexion suivant l'axe Y. La modélisation de la section équivalente ne prend en compte qu'une partie de la croix. En réalité, celle-ci a une interface plus longue suivant X et par conséquent doit mieux reprendre les contraintes de flexion.

8.1.2. VERIFICATION DES BARRES

Les barres sont vérifiées suivant l'Eurocode 3 en analyse plastique.

8.1.2.1. RATIO SUR LA CONTRAINTE



Pièce	Profil	Matériau	Ratio	Cas
1	HEB 100	Steel	0.10	17 1.35 x G +1.5 x I + 1.5 x W(X+) + 0.75 x S
2	HEB 100	Steel	0.13	18 1.35 x G +1.5 x I + 1.5 x W(Y+) + 0.75 x S
3	HEB 100	Steel	0.08	18 1.35 x G +1.5 x I + 1.5 x W(Y+) + 0.75 x S
4	HEB 100	Steel	0.14	20 1.35 x G +1.5 x I + 1.5 x W(Y-) + 0.75 x S
5	HEB 100	Steel	0.25	20 1.35 x G +1.5 x I + 1.5 x W(Y-) + 0.75 x S
6	HEB 100	Steel	0.17	20 1.35 x G +1.5 x I + 1.5 x W(Y-) + 0.75 x S
7	HEB 100	Steel	0.14	18 1.35 x G +1.5 x I + 1.5 x W(Y+) + 0.75 x S
8	HEB 100	Steel	0.20	20 1.35 x G +1.5 x I + 1.5 x W(Y-) + 0.75 x S
9	HEB 100	Steel	0.11	18 1.35 x G +1.5 x I + 1.5 x W(Y+) + 0.75 x S
10	HEB 100	Steel	0.10	19 1.35 x G +1.5 x I + 1.5 x W(X-) + 0.75 x S
11	HEB 100	Steel	0.19	18 1.35 x G +1.5 x I + 1.5 x W(Y+) + 0.75 x S
12	HEB 100	Steel	0.28	12 1.35 x G +1.5 x I + 1.5 x S
13	HEB 100	Steel	0.20	18 1.35 x G +1.5 x I + 1.5 x W(Y+) + 0.75 x S
14	HEB 100	Steel	0.21	20 1.35 x G +1.5 x I + 1.5 x W(Y-) + 0.75 x S
15	HEB 100	Steel	0.39	12 1.35 x G +1.5 x I + 1.5 x S
16	HEB 100	Steel	0.28	20 1.35 x G +1.5 x I + 1.5 x W(Y-) + 0.75 x S
17	HEB 100	Steel	0.07	17 1.35 x G +1.5 x I + 1.5 x W(X+) + 0.75 x S
18	HEB 100	Steel	0.27	18 1.35 x G +1.5 x I + 1.5 x W(Y+) + 0.75 x S

19	HEB 100	Steel	0.24	18 1.35 x G +1.5 x I + 1.5 x W(Y+) + 0.75 x S
20	HEB 100	Steel	0.23	18 1.35 x G +1.5 x I + 1.5 x W(Y+) + 0.75 x S
21	HEB 100	Steel	0.13	12 1.35 x G +1.5 x I + 1.5 x S
22	HEB 100	Steel	0.52	12 1.35 x G +1.5 x I + 1.5 x S
23	HEB 100	Steel	0.54	12 1.35 x G +1.5 x I + 1.5 x S
24	HEB 100	Steel	0.21	20 1.35 x G +1.5 x I + 1.5 x W(Y-) + 0.75 x S
26	HEB 100	Steel	0.22	12 1.35 x G +1.5 x I + 1.5 x S
27	HEB 100	Steel	0.12	20 1.35 x G +1.5 x I + 1.5 x W(Y-) + 0.75 x S
28	HEB 100	Steel	0.11	18 1.35 x G +1.5 x I + 1.5 x W(Y+) + 0.75 x S
29	HEB 100	Steel	0.16	12 1.35 x G +1.5 x I + 1.5 x S
30	HEB 100	Steel	0.08	20 1.35 x G +1.5 x I + 1.5 x W(Y-) + 0.75 x S
31	HEB 100	Steel	0.06	12 1.35 x G +1.5 x I + 1.5 x S
32	HEB 100	Steel	0.04	12 1.35 x G +1.5 x I + 1.5 x S
33	UPE 100	Steel	0.09	12 1.35 x G +1.5 x I + 1.5 x S
34	HEB 100	Steel	0.09	12 1.35 x G +1.5 x I + 1.5 x S
35	HEB 100	Steel	0.09	12 1.35 x G +1.5 x I + 1.5 x S
36	HEB 100	Steel	0.11	12 1.35 x G +1.5 x I + 1.5 x S
37	UPE 140	Steel	0.09	12 1.35 x G +1.5 x I + 1.5 x S
38	UPE 140	Steel	0.08	12 1.35 x G +1.5 x I + 1.5 x S
39	HEB 100	Steel	0.05	18 1.35 x G +1.5 x I + 1.5 x W(Y+) + 0.75 x S
40	HEB 100	Steel	0.12	12 1.35 x G +1.5 x I + 1.5 x S
41	HEB 100	Steel	0.12	12 1.35 x G +1.5 x I + 1.5 x S
42	HEB 100	Steel	0.11	18 1.35 x G +1.5 x I + 1.5 x W(Y+) + 0.75 x S
43	HEB 100	Steel	0.18	18 1.35 x G +1.5 x I + 1.5 x W(Y+) + 0.75 x S
44	HEB 100	Steel	0.10	20 1.35 x G +1.5 x I + 1.5 x W(Y-) + 0.75 x S
45	HEB 100	Steel	0.14	18 1.35 x G +1.5 x I + 1.5 x W(Y+) + 0.75 x S
46	HEB 100	Steel	0.09	12 1.35 x G +1.5 x I + 1.5 x S
47	HEB 100	Steel	0.13	12 1.35 x G +1.5 x I + 1.5 x S
48	HEB 100	Steel	0.08	20 1.35 x G +1.5 x I + 1.5 x W(Y-) + 0.75 x S
49	HEB 100	Steel	0.15	18 1.35 x G +1.5 x I + 1.5 x W(Y+) + 0.75 x S
50	HEB 100	Steel	0.14	20 1.35 x G +1.5 x I + 1.5 x W(Y-) + 0.75 x S
51	HEB 100	Steel	0.15	18 1.35 x G +1.5 x I + 1.5 x W(Y+) + 0.75 x S
52	HEB 100	Steel	0.12	20 1.35 x G +1.5 x I + 1.5 x W(Y-) + 0.75 x S
53	HEB 100	Steel	0.08	12 1.35 x G +1.5 x I + 1.5 x S
54	HEB 100	Steel	0.11	12 1.35 x G +1.5 x I + 1.5 x S
55	HEB 100	Steel	0.11	12 1.35 x G +1.5 x I + 1.5 x S
56	I-SYM_V_1	Steel	0.17	12 1.35 x G +1.5 x I + 1.5 x S
57	I-SYM_V_1	Steel	0.17	12 1.35 x G +1.5 x I + 1.5 x S
58	CAE 50x5	Steel	0.05	15 1.35 x G +1.5 x I + 1.5 x W(X-)
59	CAE 50x5	Steel	0.19	18 1.35 x G +1.5 x I + 1.5 x W(Y+) + 0.75 x S
60	CAE 50x5	Steel	0.31	17 1.35 x G +1.5 x I + 1.5 x W(X+) + 0.75 x S
61	CAE 50x5	Steel	0.14	19 1.35 x G +1.5 x I + 1.5 x W(X-) + 0.75 x S

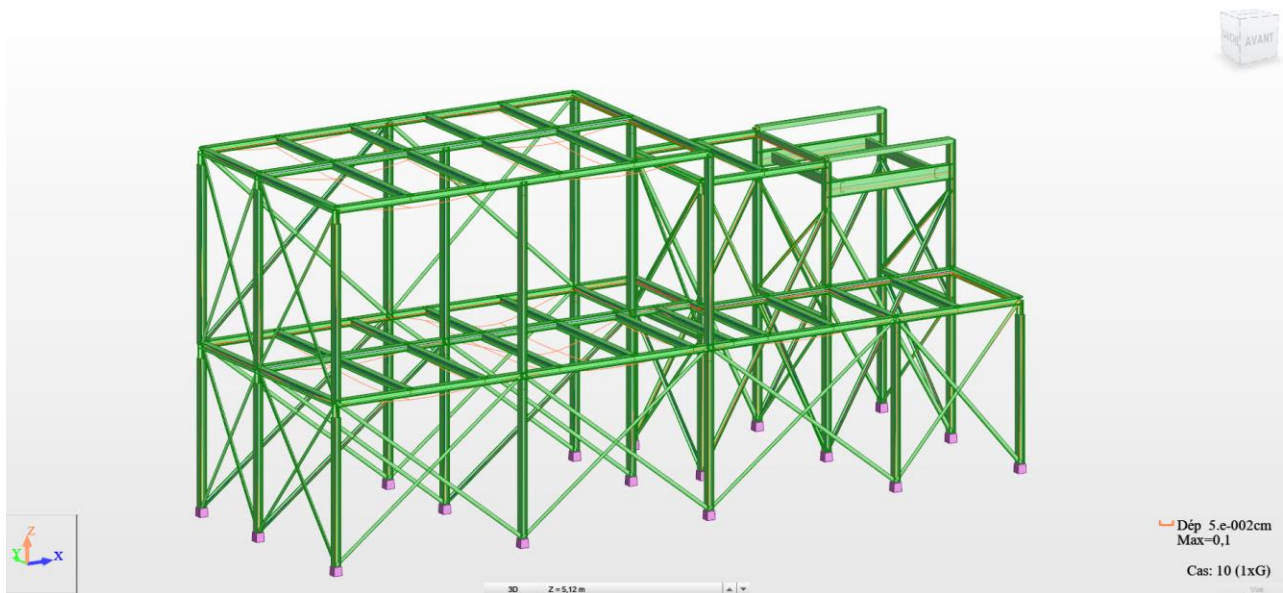
ARTELIA INDUSTRIE					N° : CCJ029-NT002 Rév. A
62	CAE 50x5	Steel	0.43	19 1.35 x G +1.5 x l + 1.5 x W(X-) + 0.75 x S	
63	CAE 50x5	Steel	0.35	20 1.35 x G +1.5 x l + 1.5 x W(Y-) + 0.75 x S	
64	CAE 50x5	Steel	0.29	18 1.35 x G +1.5 x l + 1.5 x W(Y+) + 0.75 x S	
65	CAE 50x5	Steel	0.36	19 1.35 x G +1.5 x l + 1.5 x W(X-) + 0.75 x S	
66	UPE 100	Steel	0.01	12 1.35 x G +1.5 x l + 1.5 x S	
67	UPE 100	Steel	0.03	14 1.35 x G +1.5 x l + 1.5 x W(Y+)	
68	CAE 50x5	Steel	0.19	20 1.35 x G +1.5 x l + 1.5 x W(Y-) + 0.75 x S	
69	CAE 50x5	Steel	0.17	18 1.35 x G +1.5 x l + 1.5 x W(Y+) + 0.75 x S	
70	CAE 50x5	Steel	0.09	16 1.35 x G +1.5 x l + 1.5 x W(Y-)	
71	CAE 50x5	Steel	0.03	14 1.35 x G +1.5 x l + 1.5 x W(Y+)	
72	CAE 50x5	Steel	0.04	20 1.35 x G +1.5 x l + 1.5 x W(Y-) + 0.75 x S	
73	CAE 50x5	Steel	0.10	16 1.35 x G +1.5 x l + 1.5 x W(Y-)	
74	CAE 50x5	Steel	0.24	18 1.35 x G +1.5 x l + 1.5 x W(Y+) + 0.75 x S	
75	CAE 50x5	Steel	0.24	20 1.35 x G +1.5 x l + 1.5 x W(Y-) + 0.75 x S	
77	CAE 50x5	Steel	0.11	18 1.35 x G +1.5 x l + 1.5 x W(Y+) + 0.75 x S	
80	CAE 50x5	Steel	0.37	20 1.35 x G +1.5 x l + 1.5 x W(Y-) + 0.75 x S	
81	CAE 50x5	Steel	0.26	19 1.35 x G +1.5 x l + 1.5 x W(X-) + 0.75 x S	
82	CAE 50x5	Steel	0.13	17 1.35 x G +1.5 x l + 1.5 x W(X+) + 0.75 x S	
83	CAE 50x5	Steel	0.20	19 1.35 x G +1.5 x l + 1.5 x W(X-) + 0.75 x S	
84	CAE 50x5	Steel	0.24	17 1.35 x G +1.5 x l + 1.5 x W(X+) + 0.75 x S	
85	CAE 50x5	Steel	0.12	19 1.35 x G +1.5 x l + 1.5 x W(X-) + 0.75 x S	
86	CAE 50x5	Steel	0.19	17 1.35 x G +1.5 x l + 1.5 x W(X+) + 0.75 x S	
87	CAE 50x5	Steel	0.08	19 1.35 x G +1.5 x l + 1.5 x W(X-) + 0.75 x S	
88	CAE 50x5	Steel	0.10	17 1.35 x G +1.5 x l + 1.5 x W(X+) + 0.75 x S	
89	CAE 50x5	Steel	0.22	17 1.35 x G +1.5 x l + 1.5 x W(X+) + 0.75 x S	
90	CAE 50x5	Steel	0.45	19 1.35 x G +1.5 x l + 1.5 x W(X-) + 0.75 x S	
91	CAE 50x5	Steel	0.52	17 1.35 x G +1.5 x l + 1.5 x W(X+) + 0.75 x S	
92	CAE 50x5	Steel	0.26	19 1.35 x G +1.5 x l + 1.5 x W(X-) + 0.75 x S	
93	CAE 50x5	Steel	0.15	17 1.35 x G +1.5 x l + 1.5 x W(X+) + 0.75 x S	
94	CAE 50x5	Steel	0.20	19 1.35 x G +1.5 x l + 1.5 x W(X-) + 0.75 x S	
95	CAE 50x5	Steel	0.23	17 1.35 x G +1.5 x l + 1.5 x W(X+) + 0.75 x S	
96	CAE 50x5	Steel	0.16	19 1.35 x G +1.5 x l + 1.5 x W(X-) + 0.75 x S	
97	CAE 50x5	Steel	0.24	20 1.35 x G +1.5 x l + 1.5 x W(Y-) + 0.75 x S	
98	CAE 50x5	Steel	0.29	18 1.35 x G +1.5 x l + 1.5 x W(Y+) + 0.75 x S	
99	CAE 50x5	Steel	0.41	20 1.35 x G +1.5 x l + 1.5 x W(Y-) + 0.75 x S	
100	CAE 50x5	Steel	0.28	18 1.35 x G +1.5 x l + 1.5 x W(Y+) + 0.75 x S	
101	UPE 100	Steel	0.05	14 1.35 x G +1.5 x l + 1.5 x W(Y+)	
102	CAE 50x5	Steel	0.14	20 1.35 x G +1.5 x l + 1.5 x W(Y-) + 0.75 x S	
103	CAE 50x5	Steel	0.31	18 1.35 x G +1.5 x l + 1.5 x W(Y+) + 0.75 x S	
123	UPE 140	Steel	0.03	20 1.35 x G +1.5 x l + 1.5 x W(Y-) + 0.75 x S	
124	UPE 140	Steel	0.06	20 1.35 x G +1.5 x l + 1.5 x W(Y-) + 0.75 x S	
125	HEB 100	Steel	0.19	12 1.35 x G +1.5 x l + 1.5 x S	

127	CROIX_1	Steel	0.21	18 1.35 x G +1.5 x I + 1.5 x W(Y+) + 0.75 x S
128	CROIX_1	Steel	0.13	18 1.35 x G +1.5 x I + 1.5 x W(Y+) + 0.75 x S
129	CROIX_1	Steel	0.10	12 1.35 x G +1.5 x I + 1.5 x S
130	CROIX_1	Steel	0.31	18 1.35 x G +1.5 x I + 1.5 x W(Y+) + 0.75 x S
131	CROIX_1	Steel	0.16	12 1.35 x G +1.5 x I + 1.5 x S
132	CROIX_1	Steel	0.15	12 1.35 x G +1.5 x I + 1.5 x S
133	HEB 100	Steel	0.09	20 1.35 x G +1.5 x I + 1.5 x W(Y-) + 0.75 x S
134	HEB 100	Steel	0.09	18 1.35 x G +1.5 x I + 1.5 x W(Y+) + 0.75 x S
135	HEB 100	Steel	0.10	12 1.35 x G +1.5 x I + 1.5 x S
137	HEB 100	Steel	0.15	12 1.35 x G +1.5 x I + 1.5 x S
138	HEB 100	Steel	0.19	12 1.35 x G +1.5 x I + 1.5 x S
139	HEB 100	Steel	0.07	12 1.35 x G +1.5 x I + 1.5 x S
140	HEB 100	Steel	0.12	18 1.35 x G +1.5 x I + 1.5 x W(Y+) + 0.75 x S
141	UPE 140	Steel	0.05	20 1.35 x G +1.5 x I + 1.5 x W(Y-) + 0.75 x S
145	UPE 140	Steel	0.18	12 1.35 x G +1.5 x I + 1.5 x S
146	UPE 140	Steel	0.18	12 1.35 x G +1.5 x I + 1.5 x S
148	UPE 140	Steel	0.18	18 1.35 x G +1.5 x I + 1.5 x W(Y+) + 0.75 x S
197	HEB 100	Steel	0.15	19 1.35 x G +1.5 x I + 1.5 x W(X-) + 0.75 x S
198	HEB 100	Steel	0.22	19 1.35 x G +1.5 x I + 1.5 x W(X-) + 0.75 x S
199	HEB 100	Steel	0.09	19 1.35 x G +1.5 x I + 1.5 x W(X-) + 0.75 x S
200	HEB 100	Steel	0.08	20 1.35 x G +1.5 x I + 1.5 x W(Y-) + 0.75 x S
201	HEB 100	Steel	0.16	12 1.35 x G +1.5 x I + 1.5 x S
202	HEB 100	Steel	0.11	20 1.35 x G +1.5 x I + 1.5 x W(Y-) + 0.75 x S
203	HEB 100	Steel	0.16	18 1.35 x G +1.5 x I + 1.5 x W(Y+) + 0.75 x S
204	HEB 100	Steel	0.24	20 1.35 x G +1.5 x I + 1.5 x W(Y-) + 0.75 x S
205	HEB 100	Steel	0.15	20 1.35 x G +1.5 x I + 1.5 x W(Y-) + 0.75 x S
206	HEB 100	Steel	0.29	12 1.35 x G +1.5 x I + 1.5 x S
207	HEB 100	Steel	0.28	12 1.35 x G +1.5 x I + 1.5 x S
208	HEB 100	Steel	0.55	12 1.35 x G +1.5 x I + 1.5 x S
209	HEB 100	Steel	0.55	12 1.35 x G +1.5 x I + 1.5 x S
210	HEB 100	Steel	0.19	12 1.35 x G +1.5 x I + 1.5 x S
211	HEB 100	Steel	0.19	12 1.35 x G +1.5 x I + 1.5 x S
213	HEB 100	Steel	0.08	20 1.35 x G +1.5 x I + 1.5 x W(Y-) + 0.75 x S
214	HEB 100	Steel	0.08	20 1.35 x G +1.5 x I + 1.5 x W(Y-) + 0.75 x S
215	HEB 100	Steel	0.10	20 1.35 x G +1.5 x I + 1.5 x W(Y-) + 0.75 x S
216	HEB 100	Steel	0.17	20 1.35 x G +1.5 x I + 1.5 x W(Y-) + 0.75 x S
217	HEB 100	Steel	0.11	20 1.35 x G +1.5 x I + 1.5 x W(Y-) + 0.75 x S
218	HEB 100	Steel	0.14	20 1.35 x G +1.5 x I + 1.5 x W(Y-) + 0.75 x S
219	HEB 100	Steel	0.08	12 1.35 x G +1.5 x I + 1.5 x S
220	HEB 100	Steel	0.13	12 1.35 x G +1.5 x I + 1.5 x S
221	HEB 100	Steel	0.07	17 1.35 x G +1.5 x I + 1.5 x W(X+) + 0.75 x S
222	HEB 100	Steel	0.15	12 1.35 x G +1.5 x I + 1.5 x S

ARTELIA INDUSTRIE					N° : CCJ029-NT002 Rév. A
-------------------	--	--	--	--	-----------------------------

223	HEB 100	Steel	0.08	20	$1.35 \times G + 1.5 \times I + 1.5 \times W(Y-) + 0.75 \times S$
224	HEB 100	Steel	0.06	17	$1.35 \times G + 1.5 \times I + 1.5 \times W(X+) + 0.75 \times S$
225	CAE 50x5	Steel	0.07	13	$1.35 \times G + 1.5 \times I + 1.5 \times W(X+)$
226	CAE 50x5	Steel	0.16	19	$1.35 \times G + 1.5 \times I + 1.5 \times W(X-) + 0.75 \times S$
227	CAE 50x5	Steel	0.20	20	$1.35 \times G + 1.5 \times I + 1.5 \times W(Y-) + 0.75 \times S$
228	CAE 50x5	Steel	0.10	18	$1.35 \times G + 1.5 \times I + 1.5 \times W(Y+) + 0.75 \times S$
229	CAE 50x5	Steel	0.10	16	$1.35 \times G + 1.5 \times I + 1.5 \times W(Y-)$
230	CAE 50x5	Steel	0.18	18	$1.35 \times G + 1.5 \times I + 1.5 \times W(Y+) + 0.75 \times S$
231	CAE 50x5	Steel	0.30	20	$1.35 \times G + 1.5 \times I + 1.5 \times W(Y-) + 0.75 \times S$
232	CAE 50x5	Steel	0.12	14	$1.35 \times G + 1.5 \times I + 1.5 \times W(Y+)$
233	CROIX_1	Steel	0.34	12	$1.35 \times G + 1.5 \times I + 1.5 \times S$
234	CROIX_1	Steel	0.21	12	$1.35 \times G + 1.5 \times I + 1.5 \times S$
235	CROIX_1	Steel	0.56	12	$1.35 \times G + 1.5 \times I + 1.5 \times S$
236	HEB 100	Steel	0.08	20	$1.35 \times G + 1.5 \times I + 1.5 \times W(Y-) + 0.75 \times S$
237	HEB 100	Steel	0.14	12	$1.35 \times G + 1.5 \times I + 1.5 \times S$
239	HEB 100	Steel	0.09	17	$1.35 \times G + 1.5 \times I + 1.5 \times W(X+) + 0.75 \times S$
240	HEB 100	Steel	0.25	17	$1.35 \times G + 1.5 \times I + 1.5 \times W(X+) + 0.75 \times S$
241	HEB 100	Steel	0.03	12	$1.35 \times G + 1.5 \times I + 1.5 \times S$
242	HEB 100	Steel	0.12	17	$1.35 \times G + 1.5 \times I + 1.5 \times W(X+) + 0.75 \times S$

8.1.2.2.FLECHE

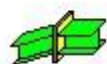


La déformation maximum ELS est de 1 mm, inférieure à $L/300$ pour $L = 2120$, soit 7,06 mm pour la barre horizontale la plus grande.

8.1.3. VERIFICATION ASSEMBLAGE**8.1.3.1. PIEDS DE POTEAU HEB/PLATINE – RATIO : 0,13**

Les Efforts sont extraits des nœuds suivant le repère global:

Suivant repere global						
	FX [kN]	FY [kN]	FZ [kN]	MX [kNm]	MY [kNm]	MZ [kNm]
Effort min	-6,98	-5,51	-2,46	-0,87	-1,21	0
Effort max	6,42	6,63	92,08	0,81	1,19	0
Effort retenu	13,05		2,46		1,19	
Description :	Effort transversal (Vb)		Effort axial (Nb)		Moment flechissant (Mb)	
Nota :	Fx+Fy		hors compression			



Robot
Calcul

Structural
de

Analysis
l'Encastrement

Professional

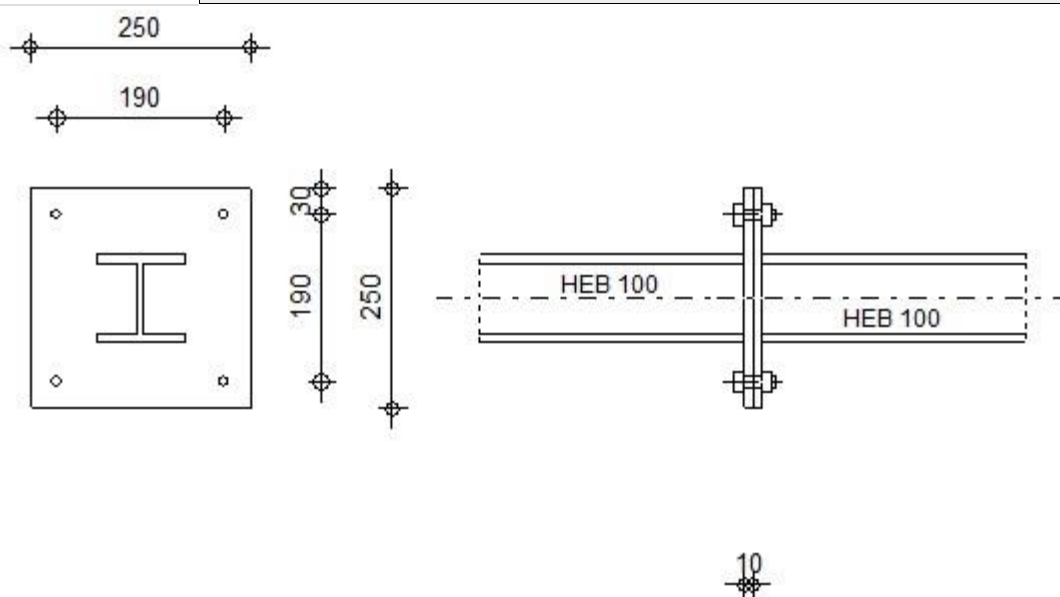
2024

Poutre-Poutre



Ratio
0,13

NF EN 1993-1-8:2005/NA:2007/AC:2009

**Général**

Assemblage N°: 3

Nom de l'assemblage: PIED DE POTEAU

Géométrie**Gauche****Poutre**

Profilé:

HEB 100

ARTELIA INDUSTRIE			N° : CCJ029-NT002 Rév. A
a =	-1,00	[deg]	Angle d'inclinaison
h _{bl} =	100	[mm]	Hauteur de la section de la poutre
b _{fbI} =	100	[mm]	Largeur de la section de la poutre
t _{wbl} =	6	[mm]	Epaisseur de l'âme de la section de la poutre
t _{fbI} =	10	[mm]	Epaisseur de l'aile de la section de la poutre
r _{bl} =	12	[mm]	Rayon de congé de la section de la poutre
A _{bl} =	26,04	[cm ²]	Aire de la section de la poutre
I _{xbl} =	449,55	[cm ⁴]	Moment d'inertie de la poutre
Matériau: S 235			
f _{yb} =	235,00	[MPa]	Résistance
<u>Droite</u>			
<u>Poutre</u>			
Profilé:		HEB 100	
a =	-1,00	[deg]	Angle d'inclinaison
h _{br} =	100	[mm]	Hauteur de la section de la poutre
b _{fbr} =	100	[mm]	Largeur de la section de la poutre
t _{wbr} =	6	[mm]	Epaisseur de l'âme de la section de la poutre
t _{fbr} =	10	[mm]	Epaisseur de l'aile de la section de la poutre
r _{br} =	12	[mm]	Rayon de congé de la section de la poutre
A _{br} =	26,04	[cm ²]	Aire de la section de la poutre
I _{xbr} =	449,55	[cm ⁴]	Moment d'inertie de la poutre
Matériau: S 235			
f _{yb} =	235,00	[MPa]	Résistance
<u>Boulons</u>			
Le plan de cisaillement passe par la partie FILETÉE du boulon			
d =	12	[mm]	Diamètre du boulon
Classe = 8.8		Classe du boulon	
F _{tRd} =	48,56	[kN]	Résistance du boulon à la traction
n _h =	2	Nombre de colonnes des boulons	
n _v =	2	Nombre de rangées des boulons	
h ₁ =	30	[mm]	Pince premier boulon-extrémité supérieure de la platine d'about
Ecartement e _i =	190	[mm]	
Entraxe p _i =	190	[mm]	
<u>Platine</u>			
h _{pr} =	250	[mm]	Hauteur de la platine
b _{pr} =	250	[mm]	Largeur de la platine
t _{pr} =	10	[mm]	Epaisseur de la platine
Matériau: S 235			
f _{ypr} =	235,00	[MPa]	Résistance
<u>Soudures d'angle</u>			
a _w =	5	[mm]	Soudure âme
a _f =	8	[mm]	Soudure semelle
<u>Coefficients de matériau</u>			

ARTELIA INDUSTRIE				N° : CCJ029-NT002 Rév. A									
$g_{M0} = 1,00$		Coefficient de sécurité partiel		[2.2]									
$g_{M1} = 1,00$		Coefficient de sécurité partiel		[2.2]									
$g_{M2} = 1,25$		Coefficient de sécurité partiel		[2.2]									
$g_{M3} = 1,10$		Coefficient de sécurité partiel		[2.2]									
Efforts													
Etat limite: ultime													
Cas: Calculs manuels													
$M_{b1,Ed} = 1,19$		[kN*m]		Moment fléchissant dans la poutre droite									
$V_{b1,Ed} = 13,05$		[kN]		Effort tranchant dans la poutre droite									
$N_{b1,Ed} = 2,46$		[kN]		Effort axial dans la poutre droite									
Résultats													
Résistances de la poutre													
TRACTION													
$A_b = 26,04$		[cm²]		Aire de la section		EN1993-1-1:[6.2.3]							
$N_{tb,Rd} = A_b f_{yb} / g_{M0}$													
$N_{tb,Rd} = 611,85$		[kN]		Résistance de calcul de la section à la traction		EN1993-1-1:[6.2.3]							
CISAILLEMENT													
$A_{vb} = 9,04$		[cm²]		Aire de la section au cisaillement		EN1993-1-1:[6.2.6.(3)]							
$V_{cb,Rd} = A_{vb} (f_{yb} / \sqrt{3}) / g_{M0}$													
$V_{cb,Rd} = 122,60$		[kN]		Résistance de calcul de la section au cisaillement		EN1993-1-1:[6.2.6.(2)]							
$V_{b1,Ed} / V_{cb,Rd} \leq 1,0$				0,11 < 1,00		vérifié (0,11)							
FLEXION - MOMENT PLASTIQUE (SANS RENFORTS)													
$W_{plb} = 104,22$		[cm³]		Facteur plastique de la section		EN1993-1-1:[6.2.5.(2)]							
$M_{b,pl,Rd} = W_{plb} f_{yb} / g_{M0}$													
$M_{b,pl,Rd} = 24,49$		[kN*m]		Résistance plastique de la section à la flexion (sans renforts)		EN1993-1-1:[6.2.5.(2)]							
FLEXION AU CONTACT DE LA PLAQUE AVEC L'ELEMENT ASSEMBLE													
$W_{pl} = 104,22$		[cm³]		Facteur plastique de la section		EN1993-1-1:[6.2.5]							
$M_{cb,Rd} = W_{pl} f_{yb} / g_{M0}$													
$M_{cb,Rd} = 24,49$		[kN*m]		Résistance de calcul de la section à la flexion		EN1993-1-1:[6.2.5]							
AILE ET AME EN COMPRESSION													
$M_{cb,Rd} = 24,49$		[kN*m]		Résistance de calcul de la section à la flexion		EN1993-1-1:[6.2.5]							
$h_f = 90$		[mm]		Distance entre les centres de gravité des ailes		[6.2.6.7.(1)]							
$F_{c,fb,Rd} = M_{cb,Rd} / h_f$													
$F_{c,fb,Rd} = 272,13$		[kN]		Résistance de l'aile et de l'âme comprimées		[6.2.6.7.(1)]							
Paramètres géométriques de l'assemblage													
LONGUEURS EFFICACES ET PARAMETRES - PLATINE D'ABOUT													
Nr	m	m _x	e	e _x	p	l _{eff,cp}	l _{eff,nc}	l _{eff,1}	l _{eff,2}	l _{eff,cp,g}	l _{eff,nc,g}	l _{eff,1,g}	l _{eff,2,g}
1	86	36	30	30	100	173	121	121	121	-	-	-	-
2	86	36	30	30	100	173	121	121	121	-	-	-	-
m		– Distance du boulon de l'âme											
m _x		– Distance du boulon de l'aile de la poutre											
e		– Pince entre le boulon et le bord extérieur											

ARTELIA INDUSTRIE				N° : CCJ029-NT002 Rév. A				
m	– Distance du boulon de l'âme							
e _x	– Pince entre le boulon et le bord extérieur horizontal							
p	– Entraxe des boulons							
l _{eff,cp}	– Longueur effective pour une seule ligne de boulons dans les mécanismes circulaires							
l _{eff,nc}	– Longueur effective pour une seule ligne de boulons dans les mécanismes non circulaires							
l _{eff,1}	– Longueur effective pour une seule ligne de boulons pour le mode 1							
l _{eff,2}	– Longueur effective pour une seule ligne de boulons pour le mode 2							
l _{eff,cp,g}	– Longueur effective pour un groupe de boulons dans les mécanismes circulaires							
l _{eff,nc,g}	– Longueur effective pour un groupe de boulons dans les mécanismes non circulaires							
l _{eff,1,g}	– Longueur effective pour un groupe de boulons pour le mode 1							
l _{eff,2,g}	– Longueur effective pour un groupe de boulons pour le mode 2							
Résistance de l'assemblage à la traction								
F _{t,Rd} = 48,56 [kN]	Résistance du boulon à la traction					[Tableau 3.4]		
B _{p,Rd} = 97,72 [kN]	Résistance du boulon au cisaillement au poinçonnement					[Tableau 3.4]		
N _{j,Rd} = Min (N _{tb,Rd} , n _v n _h F _{t,Rd} , n _v n _h B _{p,Rd})								
N _{j,Rd} = 194,23 [kN]	Résistance de l'assemblage à la traction					[6.2]		
N _{b1,Ed} / N _{j,Rd} ≤ 1,0		0,01 < 1,00			vérifié		(0,01)	
Résistance de l'assemblage à la flexion								
F _{t,Rd} = 48,56 [kN]	Résistance du boulon à la traction					[Tableau 3.4]		
B _{p,Rd} = 97,72 [kN]	Résistance du boulon au cisaillement au poinçonnement					[Tableau 3.4]		
F _{t,fc,Rd}	– résistance de la semelle du poteau à la flexion							
F _{t,wc,Rd}	– résistance de l'âme du poteau à la traction							
F _{t,ep,Rd}	– résistance de la platine fléchie à la flexion							
F _{t,wb,Rd}	– résistance de l'âme à la traction							
F _{t,fc,Rd} = Min (F _{T,1,fc,Rd} , F _{T,2,fc,Rd} , F _{T,3,fc,Rd})					[6.2.6.4] , [Tab.6.2]			
F _{t,wc,Rd} = w b _{eff,t,wc} t _{wc} f _{yc} / g _{M0}					[6.2.6.3.(1)]			
F _{t,ep,Rd} = Min (F _{T,1,ep,Rd} , F _{T,2,ep,Rd} , F _{T,3,ep,Rd})					[6.2.6.5] , [Tab.6.2]			
F _{t,wb,Rd} = b _{eff,t,wb} t _{wb} f _{yb} / g _{M0}					[6.2.6.8.(1)]			
RESISTANCE DE LA RANGEE DE BOULONS N° 1								
F_{t1,Rd,comp} - Formule				F_{t1,Rd,comp}	Composant			
F _{t1,Rd} = Min (F _{t1,Rd,comp})				65,67	Résistance d'une rangée de boulon			
F _{t,ep,Rd(1)} = 65,67				65,67	Platine d'about - traction			
B _{p,Rd} = 195,43				195,43	Boulons au cisaillement/poinçonnement			
F _{c,fb,Rd} = 272,13				272,13	Aile de la poutre - compression			
Les autres boulons sont inactifs (ils ne transfèrent pas de charges) car la résistance d'un des composants de l'assemblage s'est épuisée ou ces boulons sont situés au-dessous du centre de rotation.								
TABLEAU RECAPITULATIF DES EFFORTS								
Nr	h _j	F _{tj,Rd}	F _{t,fc,Rd}	F _{t,wc,Rd}	F _{t,ep,Rd}	F _{t,wb,Rd}	F _{t,Rd}	B _{p,Rd}
1	140	65,67	-	-	65,67	-	97,11	195,43
2	-50	-	-	-	65,67	-	97,11	195,43

RESISTANCE DE L'ASSEMBLAGE A LA FLEXION $M_{j,Rd}$

$$M_{j,Rd} = \sum h_j F_{tj,Rd}$$

$$M_{j,Rd} = 9,19 \quad [\text{kN}\cdot\text{m}] \quad \text{Résistance de l'assemblage à la flexion} \quad [6.2]$$

$$M_{b1,Ed} / M_{j,Rd} \leq 1,0 \quad 0,13 < 1,00 \quad \text{vérifié} \quad (0,13)$$

Résistance de l'assemblage au cisaillement

$$a_v = 0,60 \quad \text{Coefficient pour le calcul de } F_{v,Rd} \quad [\text{Tableau 3.4}]$$

$$b_{Lf} = 1,00 \quad \text{Coefficient réducteur pour les assemblages longs} \quad [3.8]$$

$$F_{v,Rd} = 32,24 \quad [\text{kN}] \quad \text{Résistance d'un boulon au cisaillement} \quad [\text{Tableau 3.4}]$$

$$F_{t,Rd,max} = 48,56 \quad [\text{kN}] \quad \text{Résistance d'un boulon à la traction} \quad [\text{Tableau 3.4}]$$

$$F_{b,Rd,int} = 86,40 \quad [\text{kN}] \quad \text{Résistance du boulon intérieur en pression diamétrale} \quad [\text{Tableau 3.4}]$$

$$F_{b,Rd,ext} = 66,46 \quad [\text{kN}] \quad \text{Résistance du boulon de rive en pression diamétrale} \quad [\text{Tableau 3.4}]$$

Nr	$F_{tj,Rd,N}$	$F_{tj,Ed,N}$	$F_{tj,Rd,M}$	$F_{tj,Ed,M}$	$F_{tj,Ed}$	$F_{vj,Rd}$
1	97,11	1,23	65,67	8,50	9,73	59,86
2	97,11	1,23	0,00	0,00	1,23	63,89

$F_{tj,Rd,N}$ – Résistance d'une rangée de boulons à la traction pure

$F_{tj,Ed,N}$ – Effort dans une rangée de boulons dû à l'effort axial

$F_{tj,Rd,M}$ – Résistance d'une rangée de boulons à la flexion pure

$F_{tj,Ed,M}$ – Effort dans une rangée de boulons dû au moment

$F_{tj,Ed}$ – Effort de traction maximal dans la rangée de boulons

$F_{vj,Rd}$ – Résistance réduite d'une rangée de boulon

$$F_{tj,Ed,N} = N_{j,Ed} F_{tj,Rd,N} / N_{j,Rd}$$

$$F_{tj,Ed,M} = M_{j,Ed} F_{tj,Rd,M} / M_{j,Rd}$$

$$F_{tj,Ed} = F_{tj,Ed,N} + F_{tj,Ed,M}$$

$$F_{vj,Rd} = \text{Min} (n_h F_{v,Ed} / (1 - F_{tj,Ed} / (1.4 n_h F_{t,Rd,max})), n_h F_{v,Rd}, n_h F_{b,Rd})$$

$$V_{j,Rd} = n_h \sum 1^n F_{vj,Rd} \quad [\text{Tableau 3.4}]$$

$$V_{j,Rd} = 123,75 \quad [\text{kN}] \quad \text{Résistance de l'assemblage au cisaillement} \quad [\text{Tableau 3.4}]$$

$$V_{b1,Ed} / V_{j,Rd} \leq 1,0 \quad 0,11 < 1,00 \quad \text{vérifié} \quad (0,11)$$

Résistance des soudures

$$A_w = 32,80 \quad [\text{cm}^2] \quad \text{Aire de toutes les soudures} \quad [4.5.3.2(2)]$$

$$A_{wy} = 27,20 \quad [\text{cm}^2] \quad \text{Aire des soudures horizontales} \quad [4.5.3.2(2)]$$

$$A_{wz} = 5,60 \quad [\text{cm}^2] \quad \text{Aire des soudures verticales} \quad [4.5.3.2(2)]$$

$$I_{wy} = 627,80 \quad [\text{cm}^4] \quad \text{Moment d'inertie du système de soudures par rapport à l'axe horiz.} \quad [4.5.3.2(5)]$$

$$s^{\wedge}_{max} = t^{\wedge}_{max} = 7,77 \quad [\text{MPa}] \quad \text{Contrainte normale dans la soudure} \quad [4.5.3.2(6)]$$

$$s^{\wedge} = t^{\wedge} = 4,28 \quad [\text{MPa}] \quad \text{Contraintes dans la soudure verticale} \quad [4.5.3.2(5)]$$

$$t_{II} = 23,30 \quad [\text{MPa}] \quad \text{Contrainte tangentielle} \quad [4.5.3.2(5)]$$

$$b_w = 0,80 \quad \text{Coefficient de corrélation} \quad [4.5.3.2(7)]$$

$$\ddot{O}[s^{\wedge}_{max}{}^2 + 3*(t^{\wedge}_{max}{}^2)] \leq f_u/(b_w * g_{M2}) \quad 15,54 < 360,00 \quad \text{vérifié} \quad (0,04)$$

$$\ddot{O}[s^{\wedge}{}^2 + 3*(t^{\wedge}{}^2 + t_{II}{}^2)] \leq f_u/(b_w * g_{M2}) \quad 41,26 < 360,00 \quad \text{vérifié} \quad (0,11)$$

$$s^{\wedge} \leq 0.9*f_u/g_{M2} \quad 7,77 < 259,20 \quad \text{vérifié} \quad (0,03)$$

Rigidité de l'assemblage

$$t_{wash} = 3 \quad [\text{mm}] \quad \text{Epaisseur de la plaquette} \quad [6.2.6.3.(2)]$$

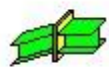
$$h_{head} = 9 \quad [\text{mm}] \quad \text{Hauteur de la tête du boulon} \quad [6.2.6.3.(2)]$$

ARTELIA INDUSTRIE				N° : CCJ029-NT002 Rév. A			
t _{wash} =	3	[mm]	Epaisseur de la plaquette		[6.2.6.3.(2)]		
h _{nut} =	12	[mm]	Hauteur de l'écrou du boulon		[6.2.6.3.(2)]		
L _b =	36	[mm]	Longueur du boulon		[6.2.6.3.(2)]		
k ₁₀ =	4	[mm]	Coefficient de rigidité des boulons		[6.3.2.(1)]		
RIGIDITES DES RANGEES DE BOULONS							
Nr	h _j	k ₃	k ₄	k ₅	k _{eff,j}	k _{eff,j} h _j	k _{eff,j} h _j ²
					Somme	1,24	17,40
1	140	¥	¥	2	1	1,24	17,40
k _{eff,j} = 1 / (Σ ₃ ⁵ (1 / k _{i,j}))					[6.3.3.1.(2)]		
z _{eq} = Σ _j k _{eff,j} h _j ² / Σ _j k _{eff,j} h _j							
z _{eq} =		140	[mm]	Bras de levier équivalent		[6.3.3.1.(3)]	
k _{eq} = Σ _j k _{eff,j} h _j / z _{eq}							
k _{eq} =		1	[mm]	Coefficient de rigidité équivalent du système de boulons [6.3.3.1.(1)]			
S _{j,ini} = E z ² / Σ _i (1 / k ₁ + 1 / k ₂ + 1 / k ₃ + 1 / k ₄ + 1 / k ₅ + 1 / k ₁₀)					[6.3.1.(4)]		
S _{j,ini} =		15191,44	[kN*m]	Rigidité en rotation initiale		[6.3.1.(4)]	
m =		1,00	Coefficient de rigidité de l'assemblage			[6.3.1.(6)]	
S _j = S _{j,ini} / m					[6.3.1.(4)]		
S _j =		15191,44	[kN*m]	Rigidité en rotation finale		[6.3.1.(4)]	
Classification de l'assemblage par rigidité.							
S _{j,rig} =		11800,56	[kN*m]	Rigidité de l'assemblage rigide		[5.2.2.5]	
S _{j,pin} =		236,01	[kN*m]	Rigidité de l'assemblage articulé		[5.2.2.5]	
S _{j,ini} ³ S _{j,rig} RIGIDE							
Composant le plus faible:							
PLATINE D'ABOUT EN TRACTION							
Remarques							
Entraxe des boulons trop grand.				190 [mm] > 140 [mm]			
Pince du boulon à l'âme du profil trop grande.				92 [mm] > 80 [mm]			
Assemblage satisfaisant vis à vis de la Norme						Ratio	0,13

8.1.3.2.HEB/HEB OU HEB/CROIX - RATIO : 0,51

Les efforts sont extraits des nœuds suivant le repère des poutres : 98 99 100 101 102
 103 104 105 106 107 108 180 179 194 183 187 189 193
 112 113

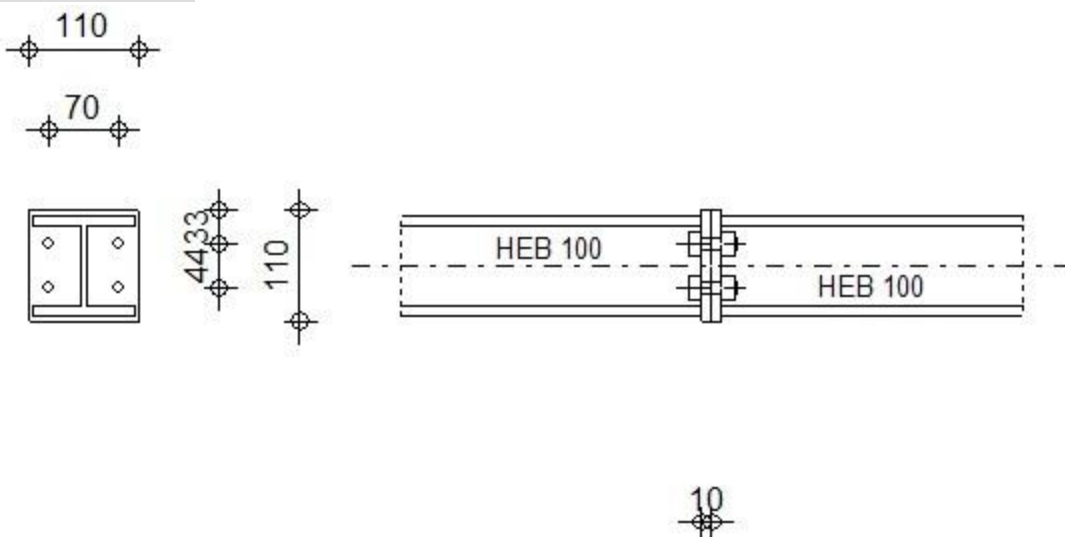
	FX [kN]	FY [kN]	FZ [kN]	MX [kNm]	MY [kNm]	MZ [kNm]
Effort min	-3,03	-1,03	-3,15	-0,01	-3,57	-1
Effort max	88,29	1,41	6,76	0,02	2,44	0,87
Effort retenu	3,03		8,17		3,57	
Description :	Effort axial (Nb)		Effort transversal (Vb)		Moment flechissant (Mb)	
Nota :	hors compression		Fy+Fz			



Robot Structural Analysis Professional 2024
Calcul de l'Encastrement Poutre-Poutre
 NF EN 1993-1-8:2005/NA:2007/AC:2009



Ratio
0,51

**Général**

Assemblage N°: 1

Nom de l'assemblage: HEB100/HEB100 & HEB100/CROIX1

Géométrie**Gauche**

ARTELIA INDUSTRIE		N° : CCJ029-NT002 Rév. A	
<u>Poutre</u>			
Profilé:		HEB 100	
a =	-1,00 [deg]	Angle d'inclinaison	
h _{bl} =	100 [mm]	Hauteur de la section de la poutre	
b _{fbl} =	100 [mm]	Largeur de la section de la poutre	
t _{wbl} =	6 [mm]	Epaisseur de l'âme de la section de la poutre	
t _{fbl} =	10 [mm]	Epaisseur de l'aile de la section de la poutre	
r _{bl} =	12 [mm]	Rayon de congé de la section de la poutre	
A _{bl} =	26,04 [cm ²]	Aire de la section de la poutre	
I _{xbl} =	449,55 [cm ⁴]	Moment d'inertie de la poutre	
Matériau: S 235			
f _{yb} =	235,00 [MPa]	Résistance	
<u>Droite</u>			
<u>Poutre</u>			
Profilé:		HEB 100	
a =	-1,00 [deg]	Angle d'inclinaison	
h _{br} =	100 [mm]	Hauteur de la section de la poutre	
b _{fbr} =	100 [mm]	Largeur de la section de la poutre	
t _{wbr} =	6 [mm]	Epaisseur de l'âme de la section de la poutre	
t _{fbr} =	10 [mm]	Epaisseur de l'aile de la section de la poutre	
r _{br} =	12 [mm]	Rayon de congé de la section de la poutre	
A _{br} =	26,04 [cm ²]	Aire de la section de la poutre	
I _{xbr} =	449,55 [cm ⁴]	Moment d'inertie de la poutre	
Matériau: S 235			
f _{yb} =	235,00 [MPa]	Résistance	
<u>Boulons</u>			
Le plan de cisaillement passe par la partie FILETÉE du boulon			
d =	12 [mm]	Diamètre du boulon	
Classe = 8.8		Classe du boulon	
F _{tRd} =	48,56 [kN]	Résistance du boulon à la traction	
n _h =	2	Nombre de colonnes des boulons	
n _v =	2	Nombre de rangéss des boulons	
h ₁ =	33 [mm]	Pince premier boulon-extrémité supérieure de la platine d'about	
Ecartement e _i =		70 [mm]	
Entraxe p _i =		44 [mm]	
<u>Platine</u>			
h _{pr} =	110 [mm]	Hauteur de la platine	
b _{pr} =	110 [mm]	Largeur de la platine	
t _{pr} =	10 [mm]	Epaisseur de la platine	
Matériau: S 235			
f _{ypr} =	235,00 [MPa]	Résistance	

ARTELIA INDUSTRIE	N° : CCJ029-NT002 Rév. A
-------------------	-----------------------------

Soudures d'angle

$a_w = 5$ [mm] Soudure âme
 $a_f = 8$ [mm] Soudure semelle

Coefficients de matériau

$g_{M0} = 1,00$ Coefficient de sécurité partiel [2.2]
 $g_{M1} = 1,00$ Coefficient de sécurité partiel [2.2]
 $g_{M2} = 1,25$ Coefficient de sécurité partiel [2.2]
 $g_{M3} = 1,10$ Coefficient de sécurité partiel [2.2]

Efforts

Etat limite: ultime

Cas: Calculs manuels

$M_{b1,Ed} = 3,57$ [kN*m] Moment fléchissant dans la poutre droite
 $V_{b1,Ed} = 8,17$ [kN] Effort tranchant dans la poutre droite
 $N_{b1,Ed} = 3,03$ [kN] Effort axial dans la poutre droite

Résultats

Résistances de la poutre

TRACTION

$A_b = 26,04$ [cm²] Aire de la section EN1993-1-1:[6.2.3]
 $N_{tb,Rd} = A_b f_{yb} / g_{M0}$
 $N_{tb,Rd} = 611,85$ [kN] Résistance de calcul de la section à la traction EN1993-1-1:[6.2.3]

CISAILLEMENT

$A_{vb} = 9,04$ [cm²] Aire de la section au cisaillement EN1993-1-1:[6.2.6.(3)]
 $V_{cb,Rd} = A_{vb} (f_{yb} / \sqrt{3}) / g_{M0}$
 $V_{cb,Rd} = 122,60$ [kN] Résistance de calcul de la section au cisaillement EN1993-1-1:[6.2.6.(2)]
 $V_{b1,Ed} / V_{cb,Rd} \leq 1,0$ 0,07 < 1,00 vérifié (0,07)

FLEXION - MOMENT PLASTIQUE (SANS RENFORTS)

$W_{plb} = 104,22$ [cm³] Facteur plastique de la section EN1993-1-1:[6.2.5.(2)]
 $M_{b,pl,Rd} = W_{plb} f_{yb} / g_{M0}$
 $M_{b,pl,Rd} = 24,49$ [kN*m] Résistance plastique de la section à la flexion (sans renforts) EN1993-1-1:[6.2.5.(2)]

FLEXION AU CONTACT DE LA PLAQUE AVEC L'ELEMENT ASSEMBLE

$W_{pl} = 104,22$ [cm³] Facteur plastique de la section EN1993-1-1:[6.2.5]
 $M_{cb,Rd} = W_{pl} f_{yb} / g_{M0}$
 $M_{cb,Rd} = 24,49$ [kN*m] Résistance de calcul de la section à la flexion EN1993-1-1:[6.2.5]

AILE ET AME EN COMPRESSION

$M_{cb,Rd} = 24,49$ [kN*m] Résistance de calcul de la section à la flexion EN1993-1-1:[6.2.5]
 $h_f = 90$ [mm] Distance entre les centres de gravité des ailes [6.2.6.7.(1)]
 $F_{c,fb,Rd} = M_{cb,Rd} / h_f$
 $F_{c,fb,Rd} = 272,13$ [kN] Résistance de l'aile et de l'âme comprimées [6.2.6.7.(1)]

Paramètres géométriques de l'assemblage

LONGUEURS EFFICACES ET PARAMETRES - PLATINE D'ABOUT

Nr	m	m _x	e	e _x	p	l _{eff,cp}	l _{eff,nc}	l _{eff,1}	l _{eff,2}	l _{eff,cp,g}	l _{eff,nc,g}	l _{eff,1,g}	l _{eff,2,g}
1	26	-	20	-	44	166	176	166	176	127	133	127	133

ARTELIA INDUSTRIE								N° : CCJ029-NT002 Rév. A					
Nr	m	m _x	e	e _x	p	l _{eff,cp}	l _{eff,nc}	l _{eff,1}	l _{eff,2}	l _{eff,cp,g}	l _{eff,nc,g}	l _{eff,1,g}	l _{eff,2,g}
2	26	-	20	-	44	166	130	130	130	127	87	87	87
m – Distance du boulon de l'âme													
m _x – Distance du boulon de l'aile de la poutre													
e – Pince entre le boulon et le bord extérieur													
e _x – Pince entre le boulon et le bord extérieur horizontal													
p – Entraxe des boulons													
l _{eff,cp} – Longueur effective pour une seule ligne de boulons dans les mécanismes circulaires													
l _{eff,nc} – Longueur effective pour une seule ligne de boulons dans les mécanismes non circulaires													
l _{eff,1} – Longueur effective pour une seule ligne de boulons pour le mode 1													
l _{eff,2} – Longueur effective pour une seule ligne de boulons pour le mode 2													
l _{eff,cp,g} – Longueur effective pour un groupe de boulons dans les mécanismes circulaires													
l _{eff,nc,g} – Longueur effective pour un groupe de boulons dans les mécanismes non circulaires													
l _{eff,1,g} – Longueur effective pour un groupe de boulons pour le mode 1													
l _{eff,2,g} – Longueur effective pour un groupe de boulons pour le mode 2													
Résistance de l'assemblage à la traction													
F _{t,Rd} = 48,56 [kN] Résistance du boulon à la traction [Tableau 3.4]													
B _{p,Rd} = 97,72 [kN] Résistance du boulon au cisaillement au poinçonnement [Tableau 3.4]													
N _{j,Rd} = Min (N _{tb,Rd} , n _v n _h F _{t,Rd} , n _v n _h B _{p,Rd})													
N _{j,Rd} = 194,23 [kN] Résistance de l'assemblage à la traction [6.2]													
N _{b1,Ed} / N _{j,Rd} ≤ 1,0 0,02 < 1,00 vérifié (0,02)													
Résistance de l'assemblage à la flexion													
F _{t,Rd} = 48,56 [kN] Résistance du boulon à la traction [Tableau 3.4]													
B _{p,Rd} = 97,72 [kN] Résistance du boulon au cisaillement au poinçonnement [Tableau 3.4]													
F _{t,fc,Rd} – résistance de la semelle du poteau à la flexion													
F _{t,wc,Rd} – résistance de l'âme du poteau à la traction													
F _{t,ep,Rd} – résistance de la platine fléchie à la flexion													
F _{t,wb,Rd} – résistance de l'âme à la traction													
F _{t,fc,Rd} = Min (F _{T,1,fc,Rd} , F _{T,2,fc,Rd} , F _{T,3,fc,Rd}) [6.2.6.4] , [Tab.6.2]													
F _{t,wc,Rd} = w b _{eff,t,wc} t _{wc} f _{yc} / g _{M0} [6.2.6.3.(1)]													
F _{t,ep,Rd} = Min (F _{T,1,ep,Rd} , F _{T,2,ep,Rd} , F _{T,3,ep,Rd}) [6.2.6.5] , [Tab.6.2]													
F _{t,wb,Rd} = b _{eff,t,wb} t _{wb} f _{yb} / g _{M0} [6.2.6.8.(1)]													
RESISTANCE DE LA RANGEE DE BOULONS N° 1													
F _{t1,Rd,comp} - Formule							F _{t1,Rd,comp}		Composant				
F _{t1,Rd} = Min (F _{t1,Rd,comp})							86,59		Résistance d'une rangée de boulon				
F _{t,ep,Rd(1)} = 86,59							86,59		Platine d'about - traction				
F _{t,wb,Rd(1)} = 233,38							233,38		Ame de la poutre - traction				
B _{p,Rd} = 195,43							195,43		Boulons au cisaillement/poinçonnement				
F _{c,fb,Rd} = 272,13							272,13		Aile de la poutre - compression				
RESISTANCE DE LA RANGEE DE BOULONS N° 2													

ARTELIA INDUSTRIE				N° : CCJ029-NT002 Rév. A				
F_{t2,Rd,comp} - Formule				F_{t2,Rd,comp}	Composant			
F _{t2,Rd} = Min (F _{t2,Rd,comp})				53,07	Résistance d'une rangée de boulon			
F _{t,ep,Rd(2)} = 74,97				74,97	Platine d'about - traction			
F _{t,wb,Rd(2)} = 183,83				183,83	Ame de la poutre - traction			
B _{p,Rd} = 195,43				195,43	Boulons au cisaillement/poinçonnement			
F _{c,fb,Rd} - ∑ ¹ F _{tj,Rd} = 272,13 - 86,59				185,54	Aile de la poutre - compression			
F _{t,ep,Rd(2 + 1)} - ∑ ¹ F _{tj,Rd} = 139,66 - 86,59				53,07	Platine d'about - traction - groupe			
F _{t,wb,Rd(2 + 1)} - ∑ ¹ F _{tj,Rd} = 310,52 - 86,59				223,93	Ame de la poutre - traction - groupe			
TABLEAU RECAPITULATIF DES EFFORTS								
Nr	h_j	F_{tj,Rd}	F_{t,fc,Rd}	F_{t,wc,Rd}	F_{t,ep,Rd}	F_{t,wb,Rd}	F_{t,Rd}	B_{p,Rd}
1	67	86,59	-	-	86,59	233,38	97,11	195,43
2	23	53,07	-	-	74,97	183,83	97,11	195,43
RÉSISTANCE DE L'ASSEMBLAGE A LA FLEXION M_{j,Rd}								
M _{j,Rd} = ∑ h _j F _{tj,Rd}								
M _{j,Rd} = 7,02		[kN*m]	Résistance de l'assemblage à la flexion			[6.2]		
M _{b1,Ed} / M _{j,Rd} ≤ 1,0		0,51 < 1,00			vérifié		(0,51)	
Résistance de l'assemblage au cisaillement								
a _v = 0,60		Coefficient pour le calcul de F _{v,Rd}				[Tableau 3.4]		
F _{v,Rd} = 32,37 [kN]		Résistance d'un boulon au cisaillement				[Tableau 3.4]		
F _{t,Rd,max} = 48,56 [kN]		Résistance d'un boulon à la traction				[Tableau 3.4]		
F _{b,Rd,int} = 75,88 [kN]		Résistance du boulon intérieur en pression diamétrale				[Tableau 3.4]		
F _{b,Rd,ext} = 73,11 [kN]		Résistance du boulon de rive en pression diamétrale				[Tableau 3.4]		
Nr	F_{tj,Rd,N}	F_{tj,Ed,N}	F_{tj,Rd,M}	F_{tj,Ed,M}	F_{tj,Ed}	F_{vj,Rd}		
1	97,11	1,52	86,59	44,02	45,54	43,06		
2	97,11	1,52	53,07	26,98	28,49	51,17		
F _{tj,Rd,N} – Résistance d'une rangée de boulons à la traction pure								
F _{tj,Ed,N} – Effort dans une rangée de boulons dû à l'effort axial								
F _{tj,Rd,M} – Résistance d'une rangée de boulons à la flexion pure								
F _{tj,Ed,M} – Effort dans une rangée de boulons dû au moment								
F _{tj,Ed} – Effort de traction maximal dans la rangée de boulons								
F _{vj,Rd} – Résistance réduite d'une rangée de boulon								
F _{tj,Ed,N} = N _{j,Ed} F _{tj,Rd,N} / N _{j,Rd}								
F _{tj,Ed,M} = M _{j,Ed} F _{tj,Rd,M} / M _{j,Rd}								
F _{tj,Ed} = F _{tj,Ed,N} + F _{tj,Ed,M}								
F _{vj,Rd} = Min (n _h F _{v,Ed} / (1 - F _{tj,Ed} / (1.4 n _h F _{t,Rd,max})), n _h F _{v,Rd} , n _h F _{b,Rd})								
V _{j,Rd} = n _h ∑ ⁿ F _{vj,Rd}						[Tableau 3.4]		
V _{j,Rd} = 94,23		[kN]	Résistance de l'assemblage au cisaillement			[Tableau 3.4]		
V _{b1,Ed} / V _{j,Rd} ≤ 1,0		0,09 < 1,00			vérifié		(0,09)	
Résistance des soudures								
A _w = 16,80		[cm ²]	Aire de toutes les soudures				[4.5.3.2(2)]	
A _{wy} = 11,20		[cm ²]	Aire des soudures horizontales				[4.5.3.2(2)]	

ARTELIA INDUSTRIE				N° : CCJ029-NT002 Rév. A			
$A_w =$	16,80	[cm ²]	Aire de toutes les soudures	[4.5.3.2(2)]			
$A_{wz} =$	5,60	[cm ²]	Aire des soudures verticales	[4.5.3.2(2)]			
$I_{wy} =$	160,38	[cm ⁴]	Moment d'inertie du système de soudures par rapport à l'axe horiz.	[4.5.3.2(5)]			
$S^{\wedge}_{max}=t^{\wedge}_{max} =$	57,94	[MPa]	Contrainte normale dans la soudure	[4.5.3.2(6)]			
$S^{\wedge}=t^{\wedge} =$	45,35	[MPa]	Contraintes dans la soudure verticale	[4.5.3.2(5)]			
$t_{II} =$	14,59	[MPa]	Contrainte tangentielle	[4.5.3.2(5)]			
$b_w =$	0,80		Coefficient de corrélation	[4.5.3.2(7)]			
$\ddot{O}[S^{\wedge}_{max}{}^2 + 3*(t^{\wedge}_{max}{}^2)] \leq f_u/(b_w * g_{M2})$			115,88 < 360,00	vérifié	(0,32)		
$\ddot{O}[S^{\wedge}{}^2 + 3*(t^{\wedge}{}^2+t_{II}{}^2)] \leq f_u/(b_w * g_{M2})$			94,15 < 360,00	vérifié	(0,26)		
$S^{\wedge} \leq 0.9*f_u/g_{M2}$			57,94 < 259,20	vérifié	(0,22)		
Rigidité de l'assemblage							
$t_{wash} =$	3	[mm]	Epaisseur de la plaquette	[6.2.6.3.(2)]			
$h_{head} =$	9	[mm]	Hauteur de la tête du boulon	[6.2.6.3.(2)]			
$h_{nut} =$	12	[mm]	Hauteur de l'écrou du boulon	[6.2.6.3.(2)]			
$L_b =$	36	[mm]	Longueur du boulon	[6.2.6.3.(2)]			
$k_{10} =$	4	[mm]	Coefficient de rigidité des boulons	[6.3.2.(1)]			
RIGIDITES DES RANGEES DE BOULONS							
Nr	h _j	k ₃	k ₄	k ₅	k _{eff,j}	k _{eff,j} h _j	k _{eff,j} h _j ²
					Somme	1,45	8,31
1	67	¥	¥	6	2	1,13	7,59
2	23	¥	¥	4	1	0,31	0,72
$k_{eff,j} = 1 / (\sum_3^5 (1 / k_{i,j}))$					[6.3.3.1.(2)]		
$z_{eq} = \sum_j k_{eff,j} h_j^2 / \sum_j k_{eff,j} h_j$							
$z_{eq} =$		57	[mm]	Bras de levier équivalent	[6.3.3.1.(3)]		
$k_{eq} = \sum_j k_{eff,j} h_j / z_{eq}$							
$k_{eq} =$		3	[mm]	Coefficient de rigidité équivalent du système de boulons [6.3.3.1.(1)]			
$S_{j,ini} = E z_{eq}^2 k_{eq}$					[6.3.1.(4)]		
$S_{j,ini} =$		1745,63	[kN*m]	Rigidité en rotation initiale	[6.3.1.(4)]		
$m =$		1,00	Coefficient de rigidité de l'assemblage		[6.3.1.(6)]		
$S_j = S_{j,ini} / m$					[6.3.1.(4)]		
$S_j =$		1745,63	[kN*m]	Rigidité en rotation finale	[6.3.1.(4)]		
Classification de l'assemblage par rigidité.							
$S_{j,rig} =$		53945,40	[kN*m]	Rigidité de l'assemblage rigide	[5.2.2.5]		
$S_{j,pin} =$		3371,59	[kN*m]	Rigidité de l'assemblage articulé	[5.2.2.5]		
$S_{j,ini} \leq S_{j,pinn}$ ARTICULE							
Composant le plus faible:							
PLATINE D'ABOUT EN TRACTION							
Assemblage satisfaisant vis à vis de la Norme						Ratio	0,51

8.1.3.3.TREILLIS – RATIO : 0,17

Les efforts sont extraits des nœuds suivant le repère des poutres : 58

63	64	65	68	69	70	71	72	73	59	60	61	62
81	82	83	84	85	86	87	88	89	74	75	77	80
94	95	96	97	98	99	100	102	103	90	91	92	93
229	230	231	232						225	226	227	228

	FX [kN]	FY [kN]	FZ [kN]	MX [kNm]	MY [kNm]	MZ [kNm]
Effort min	-7,11	0	0	0	0	0
Effort max	9,46	0	0	0	0	0
Effort retenu	9,46		0		0	
Description :	Effort axial (Nb)					
Nota :						



Robot
Calcul

Structural
de

Analysis
l'assemblage

Professional
au

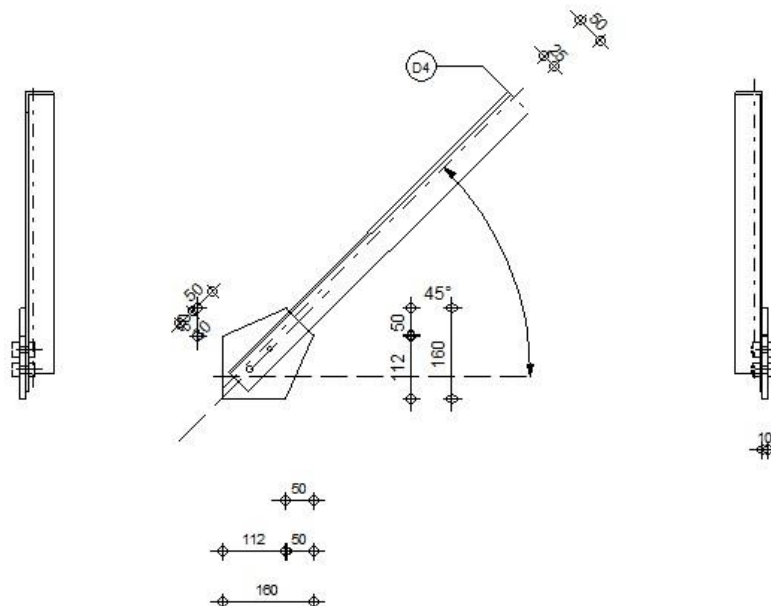
2024
gousset

NF EN 1993-1-8:2005/NA:2007/AC:2009



Ratio
0,17

D4 - CAE 50x5

**Général**

Assemblage N°: 2

Nom de l'assemblage: GOUSSET-TREILIS

Géométrie

ARTELIA INDUSTRIE	N° : CCJ029-NT002 Rév. A
-------------------	-----------------------------

Barres

		Barre 4				
Profilé:		CAE 50x5				
	h	50				mm
	b _f	50				mm
	t _w	5				mm
	t _f	5				mm
	r	7				mm
	A	4,80				cm2
Matériau:		S 235				
	f _y	235,00				MPa
	f _u	360,00				MPa
Angle	a	-1,00				deg

Boulons

Barre 4

Le plan de cisaillement passe par la partie FILETÉE du boulon

Classe = 8.8

Classe du boulon

d = 12 [mm] Diamètre du boulon

d₀ = 13 [mm] Diamètre du trou de boulon

A_s = 0,84 [cm²] Aire de la section efficace du boulon

A_v = 1,13 [cm²] Aire de la section du boulon

f_{yb} = 640,00 [MPa] Limite de plasticité

f_{ub} = 800,00 [MPa] Résistance du boulon à la traction

n = 2 Nombre de colonnes des boulons

Espacement des boulons

50 [mm]

e₁ = 30 [mm] Distance du centre de gravité du premier boulon de l'extrémité de la barre

e₂ = 25 [mm] Distance de l'axe des boulons du bord de la barre

e_c = 0 [mm] Distance de l'extrémité de la barre du point d'intersection des axes des barres

Soudures

Soudures d'angle du gousset

b = 5 [mm] Bord b

Gousset

l_p = 160 [mm] Longueur de la platine

h_p = 160 [mm] Hauteur de la platine

t_p = 10 [mm] Epaisseur de la platine

Paramètres

h₁ = 112 [mm] Grugeage

v₁ = 50 [mm] Grugeage

h₂ = 50 [mm] Grugeage

v₂ = 50 [mm] Grugeage

h₃ = 50 [mm] Grugeage

v₃ = 112 [mm] Grugeage

ARTELIA INDUSTRIE			N° : CCJ029-NT002 Rév. A
$h_1 =$	112	[mm]	Grugeage
$h_4 =$	0	[mm]	Grugeage
$v_4 =$	0	[mm]	Grugeage
Centre de gravité de la tôle par rapport au centre de gravité des barres			(73;73)
$e_v =$	38	[mm]	Distance verticale de l'extrémité du gousset du point d'intersection des axes des barres
$e_H =$	20	[mm]	Distance horizontale de l'extrémité du gousset du point d'intersection des axes des barres
Matériau: S 235			
$f_y =$	235,00	[MPa]	Résistance
Coefficients de matériau			
$g_{M0} =$	1,00		Coefficient de sécurité partiel [2.2]
$g_{M2} =$	1,25		Coefficient de sécurité partiel [2.2]
Efforts			
Cas:		Calculs manuels	
$N_{b4,Ed} =$	9,46	[kN]	Effort axial
Résultats			
Barre 4			
Résistance des boulons			
$F_{v,Rd} =$	32,37	[kN]	Résistance de la tige d'un boulon au cisaillement $F_{v,Rd} = 0.6 * f_{ub} * A_s * m / g_{M2}$
Pression du boulon sur la barre			
Direction x			
$k_{1x} =$	2,50		Coefficient pour le calcul de $F_{b,Rd}$ $k_{1x} = \min[2.8 * (e_2/d_0) - 1.7, 2.5]$
$k_{1x} > 0.0$	2,50	> 0,00	vérifié
$a_{bx} = 0,77$	Coefficient dépendant de l'espacement des boulons $a_{bx} = \min[e_1/(3*d_0), p_1/(3*d_0) - 0.25, f_{ub}/f_u, 1]$		
$a_{bx} > 0.0$	0,77	> 0,00	vérifié
$F_{b,Rd1x} = 33,23$ [kN] Résistance de calcul à l'état limite de plastification de la paroi du trou $F_{b,Rd1x} = k_{1x} * a_{bx} * f_u * d * t_i / g_{M2}$			
Direction z			
$k_{1z} =$	2,50		Coefficient pour le calcul de $F_{b,Rd}$ $k_{1z} = \min[2.8 * (e_1/d_0) - 1.7, 1.4 * (p_1/d_0) - 1.7, 2.5]$
$k_{1z} > 0.0$	2,50	> 0,00	vérifié
$a_{bz} = 0,64$	Coefficient pour le calcul de $F_{b,Rd}$ $a_{bz} = \min[e_2/(3*d_0), f_{ub}/f_u, 1]$		
$a_{bz} > 0.0$	0,64	> 0,00	vérifié
$F_{b,Rd1z} = 27,69$ [kN] Résistance d'un boulon en pression diamétrale $F_{b,Rd1z} = k_{1z} * a_{bz} * f_u * d * t_i / g_{M2}$			
Pression du boulon sur la platine			
Direction x			
$k_{1x} =$	2,50		Coefficient pour le calcul de $F_{b,Rd}$ $k_{1x} = \min[2.8 * (e_2/d_0) - 1.7, 2.5]$
$k_{1x} > 0.0$	2,50	> 0,00	vérifié
$a_{bx} = 1,00$	Coefficient dépendant de l'espacement des boulons $a_{bx} = \min[e_1/(3*d_0), p_1/(3*d_0) - 0.25, f_{ub}/f_u, 1]$		
$a_{bx} > 0.0$	1,00	> 0,00	vérifié
$F_{b,Rd2x} = 86,40$ [kN] Résistance de calcul à l'état limite de plastification de la paroi du trou $F_{b,Rd2x} = k_{1x} * a_{bx} * f_u * d * t_i / g_{M2}$			
Direction z			
$k_{1z} =$	2,50		Coefficient pour le calcul de $F_{b,Rd}$ $k_{1z} = \min[2.8 * (e_1/d_0) - 1.7, 1.4 * (p_1/d_0) - 1.7, 2.5]$
$k_{1z} > 0.0$	2,50	> 0,00	vérifié
$a_{bz} = 1,00$	Coefficient pour le calcul de $F_{b,Rd}$ $a_{bz} = \min[e_2/(3*d_0), f_{ub}/f_u, 1]$		

ARTELIA INDUSTRIE		N° : CCJ029-NT002 Rév. A	
$a_{bz} > 0.0$		$1,00 > 0,00$	vérifié
$F_{b,Rd2z} = 86,40$ [kN] Résistance d'un boulon en pression diamétrale $F_{b,Rd2z} = k_{1z} * a_{bz} * f_u * d * t_i / g_{M2}$			
Vérification de l'assemblage pour les efforts agissant sur les boulons			
cisaillement des boulons			
$e = 11$ [mm] Excentricité de l'effort axial par rapport à l'axe des boulons			
$M_0 = 0,10$ [kN*m] Moment fléchissant réel		$M_0 = N_{b4,Ed} * e$	
$F_{NSd} = 4,73$ [kN] Force résultante dans le boulon due à l'influence de l'effort axial		$F_{NSd} = N_{b4,Ed} / n$	
$F_{MSd} = 2,07$ [kN] Effort composant dans le boulon dû à l'influence du moment		$F_{MSd} = M_0 * x_{max} / S x_i^2$	
$F_{x,Ed} = 4,73$ [kN] Effort de calcul total dans le boulon sur la direction x		$F_{x,Ed} = F_{NSd}$	
$F_{z,Ed} = 2,07$ [kN] Effort de calcul total dans le boulon sur la direction z		$F_{z,Ed} = F_{MSd}$	
$F_{Ed} = 5,16$ [kN] Effort tranchant résultant dans le boulon		$F_{Ed} = \sqrt{F_{x,Ed}^2 + F_{z,Ed}^2}$	
$F_{Rdx} = 33,23$ [kN] Résistance résultante de calcul du boulon sur la direction x		$F_{Rdx} = \min(F_{bRd1x}, F_{bRd2x})$	
$F_{Rdz} = 27,69$ [kN] Résistance résultante de calcul du boulon sur la direction z		$F_{Rdz} = \min(F_{bRd1z}, F_{bRd2z})$	
$ F_{x,Ed} \leq F_{Rdx}$		$ 4,73 < 33,23$	vérifié (0,14)
$ F_{z,Ed} \leq F_{Rdz}$		$ 2,07 < 27,69$	vérifié (0,07)
$F_{Ed} \leq F_{vRd}$		$5,16 < 32,37$	vérifié (0,16)
Vérification de la section de la poutre affaiblie par les trous			
$b_2 = 0,56$ Coefficient de réduction		[Tableau 3.8]	
$A_{net} = 4,15$ [cm²] Aire de la section nette		$A_{net} = A - d_0 * t_{f4}$	
$N_{u,Rd} = 67,16$ [kN] Résistance de calcul de la section nette		$N_{u,Rd} = (b_2 * A_{net} * f_{u4}) / g_{M2}$	
$N_{pl,Rd} = 101,57$ [kN] Résistance de calcul plastique de la section brute		$N_{pl,Rd} = (0.9 * A * f_{y4}) / g_{M2}$	
$ N_{b4,Ed} \leq N_{u,Rd}$		$ 9,46 < 67,16$	vérifié (0,14)
$ N_{b4,Ed} \leq N_{pl,Rd}$		$ 9,46 < 101,57$	vérifié (0,09)
Vérification de la barre pour le cisaillement de bloc			
$A_{nt} = 0,92$ [cm²] Aire nette de la zone de la section en traction			
$A_{nv} = 3,02$ [cm²] Aire de la zone de la section en traction			
$V_{effRd} = 54,36$ [kN] Résistance de calcul de la section affaiblie par les trous $V_{effRd} = 0.5 * f_u * A_{nt} / g_{M2} + (1/\sqrt{3}) * f_y * A_{nv} / g_{M0}$			
$ N_{b4,Ed} \leq V_{effRd}$		$ 9,46 < 54,36$	vérifié (0,17)
Attache gousset			
Vérification des soudures d'angle			
$e = 98$ [mm] Excentricité de l'effort axial par rapport au centre de gravité du groupes de boulons			
$M_0 = 0,33$ [kN*m] Moment fléchissant réel		$M_0 = 0.5 * N_{b1,Ed} * \sin(a) * e$	
$A_w = 8,00$ [cm²] Aire de la section de la soudure		$A_w = a * l$	
$s = 19,5$ [MPa] Contrainte normale dans la soudure		$s = 0.5 * N_{b1,Ed} * \sin(a) / A_w + M_0 / W_{yw}$	
$s^\wedge = 13,8$ [MPa] Contrainte normale perpendiculaire dans la soudure		$s^\wedge = s / \sqrt{2}$	
$ s^\wedge \leq 0.9 * f_u / g_{M2}$		$ 13,82 < 259,20$	vérifié (0,05)
$t_\perp = 13,82$ [MPa] Contrainte tangentielle perpendiculaire		$t_\perp = s^\wedge$	
$t_{ } = 4,18$ [MPa] Contrainte tangentielle parallèle		$t_{ } = (0.5 * N_{b1,Ed} * \cos(a)) / A_s$	


ARTELIA INDUSTRIE		N° : CCJ029-NT002 Rév. A	
$ s_{\perp} \leq 0.9 \cdot f_u / g_{M2}$	$ 13,82 < 259,20$	vérifié	(0,05)
$t_{\perp} = 13,82$ [MPa]	Contrainte tangentielle perpendiculaire	$t_{\perp} = s_{\perp}$	
$b_w = 0,80$	Coefficient de corrélation	[Tableau 4.1]	
$\ddot{O}[s_{\perp}^2 + 3 \cdot (t_{II}^2 + t_{\perp}^2)] \leq f_u / (b_w \cdot g_{M2})$	$28,57 < 360,00$	vérifié	(0,08)
Assemblage satisfaisant vis à vis de la Norme		Ratio	0,17

ARTELIA INDUSTRIE	N° : CCJ029-NT002 Rév. A
-------------------	-----------------------------

8.1.3.4.RAIL COUPEE – RATIO : 0,47

Les efforts sont extraits des nœuds suivant le repère des poutres : 56 57

	FX [kN]	FY [kN]	FZ [kN]	MX [kNm]	MY [kNm]	MZ [kNm]
Effort min	-6,4	-1,2	-16,7	-0,02	0,86	-0,01
Effort max	7,04	1,17	18,07	0,02	5,46	0,02
Effort retenu	7,04		19,27		5,46	
Description :	Effort axial (Nb)		Effort transversal (Vb)		Moment flechissant (Mb)	
Nota :	compression incluse de manière conservative car l'assemblage est dans les deux direction vis-à-vis du repere poutre		Fy+Fz			



Robot

Calcul

NF EN 1993-1-8:2005/NA:2007/AC:2009

Structural

de

Analysis

de l'Encastrement

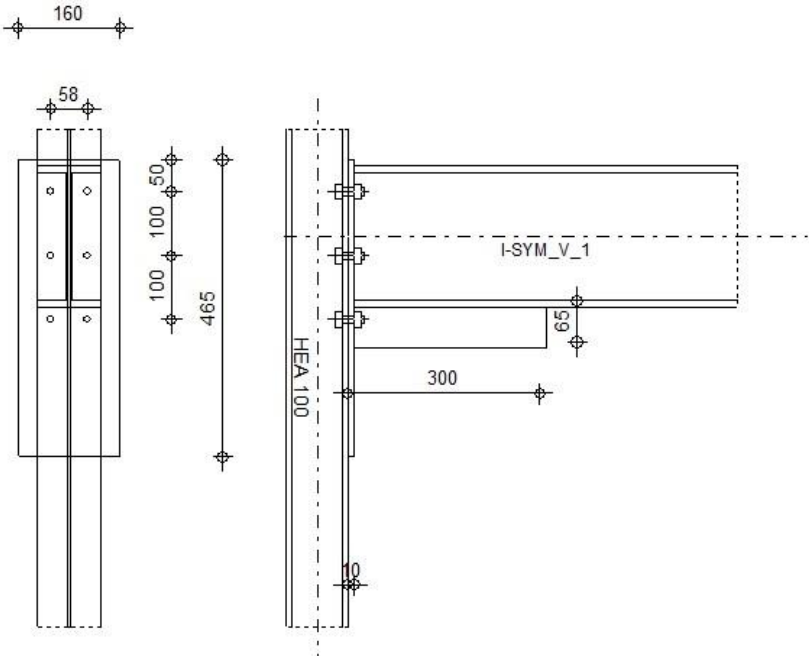
Professional

Traverse-Poteau

2024

OK

Ratio 0,47



Général

Assemblage N°: 5
 Nom de l'assemblage: RAIL COUPE

Géométrie

Poteau

Profilé: HEA 100

a =	-1,00	[deg]	Angle d'inclinaison
h _c =	96	[mm]	Hauteur de la section du poteau
b _{fc} =	100	[mm]	Largeur de la section du poteau
t _{wc} =	5	[mm]	Epaisseur de l'âme de la section du poteau
t _{fc} =	8	[mm]	Epaisseur de l'aile de la section du poteau
r _c =	12	[mm]	Rayon de congé de la section du poteau
A _c =	21,24	[cm ²]	Aire de la section du poteau
I _{xc} =	349,23	[cm ⁴]	Moment d'inertie de la section du poteau

Matériau: S 235

f_{yc} = 235,00 [MPa] Résistance**Poutre**

Profilé: I-SYM_V_1

a =	-1,00	[deg]	Angle d'inclinaison
h _b =	220	[mm]	Hauteur de la section de la poutre
b _f =	100	[mm]	Largeur de la section de la poutre
t _{wb} =	10	[mm]	Epaisseur de l'âme de la section de la poutre
t _{fb} =	10	[mm]	Epaisseur de l'aile de la section de la poutre
r _b =	0	[mm]	Rayon de congé de la section de la poutre
A _b =	40,00	[cm ²]	Aire de la section de la poutre
I _{xb} =	2873,33	[cm ⁴]	Moment d'inertie de la poutre

Matériau: S 235

f_{yb} = 235,00 [MPa] Résistance**Boulons**

Le plan de cisaillement passe par la partie FILETÉE du boulon

d =	12	[mm]	Diamètre du boulon
Classe =	8.8		Classe du boulon
F _{tRd} =	48,56	[kN]	Résistance du boulon à la traction
n _h =	2		Nombre de colonnes des boulons
n _v =	3		Nombre de rangées des boulons
h ₁ =	50	[mm]	Pince premier boulon-extrémité supérieure de la platine d'about
Ecartement e _i =	58	[mm]	
Entraxe p _i =	100;100	[mm]	

Platine

h _p =	465	[mm]	Hauteur de la platine
b _p =	160	[mm]	Largeur de la platine
t _p =	10	[mm]	Epaisseur de la platine

Matériau: S 235

f_{yp} = 235,00 [MPa] Résistance**Raidisseur inférieur**

h _d =	65	[mm]	Hauteur du raidisseur
t _{wd} =	20	[mm]	Epaisseur du raidisseur vertical

ARTELIA INDUSTRIE		N° : CCJ029-NT002 Rév. A	
Raidisseur inférieur			
$h_d =$	65	[mm]	Hauteur du raidisseur
$l_d =$	300	[mm]	Longueur du raidisseur vertical
Matériau: S 235			
$f_{ybu} =$	235,00	[MPa]	Résistance
Soudures d'angle			
$a_w =$	5	[mm]	Soudure âme
$a_f =$	8	[mm]	Soudure semelle
Coefficients de matériau			
$g_{M0} =$	1,00		Coefficient de sécurité partiel [2.2]
$g_{M1} =$	1,00		Coefficient de sécurité partiel [2.2]
$g_{M2} =$	1,25		Coefficient de sécurité partiel [2.2]
$g_{M3} =$	1,10		Coefficient de sécurité partiel [2.2]
Efforts			
Etat limite: ultime			
Cas: Calculs manuels			
$M_{b1,Ed} =$	5,46	[kN*m]	Moment fléchissant dans la poutre droite
$V_{b1,Ed} =$	19,27	[kN]	Effort tranchant dans la poutre droite
$N_{b1,Ed} =$	7,04	[kN]	Effort axial dans la poutre droite
Résultats			
Résistances de la poutre			
TRACTION			
$A_b =$	40,00	[cm ²]	Aire de la section EN1993-1-1:[6.2.3]
$N_{tb,Rd} = A_b f_{yb} / g_{M0}$			
$N_{tb,Rd} =$	940,00	[kN]	Résistance de calcul de la section à la traction EN1993-1-1:[6.2.3]
CISAILLEMENT			
$A_{vb} =$	33,00	[cm ²]	Aire de la section au cisaillement EN1993-1-1:[6.2.6.(3)]
$V_{cb,Rd} = A_{vb} (f_{yb} / \sqrt{3}) / g_{M0}$			
$V_{cb,Rd} =$	447,74	[kN]	Résistance de calcul de la section au cisaillement EN1993-1-1:[6.2.6.(2)]
$V_{b1,Ed} / V_{cb,Rd} \leq$	1,0	0,04 < 1,00	vérifié (0,04)
FLEXION - MOMENT PLASTIQUE (SANS RENFORTS)			
$W_{plb} =$	310,00	[cm ³]	Facteur plastique de la section EN1993-1-1:[6.2.5.(2)]
$M_{b,pl,Rd} = W_{plb} f_{yb} / g_{M0}$			
$M_{b,pl,Rd} =$	72,85	[kN*m]	Résistance plastique de la section à la flexion (sans renforts) EN1993-1-1:[6.2.5.(2)]
FLEXION AU CONTACT DE LA PLAQUE AVEC L'ELEMENT ASSEMBLE			
$W_{pl} =$	310,00	[cm ³]	Facteur plastique de la section EN1993-1-1:[6.2.5]
$M_{cb,Rd} = W_{pl} f_{yb} / g_{M0}$			
$M_{cb,Rd} =$	72,85	[kN*m]	Résistance de calcul de la section à la flexion EN1993-1-1:[6.2.5]
AILE ET AME EN COMPRESSION			
$M_{cb,Rd} =$	72,85	[kN*m]	Résistance de calcul de la section à la flexion EN1993-1-1:[6.2.5]
$h_f =$	210	[mm]	Distance entre les centres de gravité des ailes [6.2.6.7.(1)]
$F_{c,fb,Rd} = M_{cb,Rd} / h_f$			

ARTELIA INDUSTRIE						N° : CCJ029-NT002 Rév. A							
F _{c,fb,Rd} = 346,90 [kN]						Résistance de l'aile et de l'âme comprimées [6.2.6.7.(1)]							
Résistances du poteau													
PANNEAU D'AME EN CISAILEMENT													
M _{b1,Ed} = 5,46		[kN*m]		Moment fléchissant dans la poutre droite		[5.3.(3)]							
M _{b2,Ed} = 0,00		[kN*m]		Moment fléchissant dans la poutre gauche		[5.3.(3)]							
V _{c1,Ed} = 0,00		[kN]		Effort tranchant dans le poteau inférieur		[5.3.(3)]							
V _{c2,Ed} = 0,00		[kN]		Effort tranchant dans le poteau supérieur		[5.3.(3)]							
z = 125		[mm]		Bras de levier		[6.2.5]							
V _{wp,Ed} = (M _{b1,Ed} - M _{b2,Ed}) / z - (V _{c1,Ed} - V _{c2,Ed}) / 2													
V _{wp,Ed} = 43,68		[kN]		Panneau d'âme en cisaillement		[5.3.(3)]							
A _{vs} = 7,56		[cm²]		Aire de cisaillement de l'âme du poteau		EN1993-1-1:[6.2.6.(3)]							
A _{vc} = 7,56		[cm²]		Aire de la section au cisaillement		EN1993-1-1:[6.2.6.(3)]							
V _{wp,Rd} = 0.9*(f _{y,wc} *A _{vc} +f _{y,wp} *A _{vp} +f _{ys} *A _{vd}) / (Ö3 g _{M0})													
V _{wp,Rd} = 92,27		[kN]		Résistance du panneau d'âme au cisaillement		[6.2.6.1]							
V _{wp,Ed} / V _{wp,Rd} ≤ 1,0						0,47 < 1,00		vérifié		(0,47)			
AME EN COMPRESSION TRANSVERSALE - NIVEAU DE L'AILE INFERIEURE DE LA POUTRE													
Pression diamétrale:													
t _{wc} = 5		[mm]		Epaisseur efficace de l'âme du poteau		[6.2.6.2.(6)]							
b _{eff,c,wc} = 153		[mm]		Largeur efficace de l'âme à la compression		[6.2.6.2.(1)]							
A _{vc} = 7,56		[cm²]		Aire de la section au cisaillement		EN1993-1-1:[6.2.6.(3)]							
w = 0,66		Coefficient réducteur pour l'interaction avec le cisaillement [6.2.6.2.(1)]											
S _{com,Ed} = 0,00		[MPa]		Contrainte de compression maximale dans l'âme		[6.2.6.2.(2)]							
k _{wc} = 1,00		Coefficient réducteur dû aux contraintes de compression [6.2.6.2.(2)]											
F _{c,wc,Rd1} = w k _{wc} b _{eff,c,wc} t _{wc} f _{yc} / g _{M0}													
F _{c,wc,Rd1} = 117,59		[kN]		Résistance de l'âme du poteau		[6.2.6.2.(1)]							
Flambement:													
d _{wc} = 56		[mm]		Hauteur de l'âme comprimée		[6.2.6.2.(1)]							
l _p = 0,58		Elancement de plaque [6.2.6.2.(1)]											
r = 1,00		Coefficient réducteur pour le flambement de l'élément [6.2.6.2.(1)]											
F _{c,wb,Rd2} = w k _{wc} r b _{eff,c,wc} t _{wc} f _{yc} / g _{M1}													
F _{c,wc,Rd2} = 117,59		[kN]		Résistance de l'âme du poteau		[6.2.6.2.(1)]							
Résistance finale:													
F _{c,wc,Rd,low} = Min (F _{c,wc,Rd1} , F _{c,wc,Rd2})													
F _{c,wc,Rd} = 117,59		[kN]		Résistance de l'âme du poteau		[6.2.6.2.(1)]							
Paramètres géométriques de l'assemblage													
LONGUEURS EFFICACES ET PARAMETRES - SEMELLE DU POTEAU													
Nr	m	m _x	e	e _x	p	l _{eff,cp}	l _{eff,nc}	l _{eff,1}	l _{eff,2}	l _{eff,cp,g}	l _{eff,nc,g}	l _{eff,1,g}	l _{eff,2,g}
1	17	-	21	-	100	106	94	94	94	153	97	97	97
2	17	-	21	-	100	106	94	94	94	200	100	100	100
3	17	-	21	-	100	106	94	94	94	153	97	97	97
LONGUEURS EFFICACES ET PARAMETRES - PLATINE D'ABOUT													

ARTELIA INDUSTRIE	N° : CCJ029-NT002 Rév. A
-------------------	-----------------------------

Nr	m	m _x	e	e _x	p	l _{eff,cp}	l _{eff,nc}	l _{eff,1}	l _{eff,2}	l _{eff,cp,g}	l _{eff,nc,g}	l _{eff,1,g}	l _{eff,2,g}
1	18	-	51	-	100	115	147	115	147	158	128	128	128
2	18	-	51	-	100	115	137	115	137	158	119	119	119
3	13	-	51	-	50	84	107	84	107	92	73	73	73

m	– Distance du boulon de l'âme
m _x	– Distance du boulon de l'aile de la poutre
e	– Pince entre le boulon et le bord extérieur
e _x	– Pince entre le boulon et le bord extérieur horizontal
p	– Entraxe des boulons
l _{eff,cp}	– Longueur effective pour une seule ligne de boulons dans les mécanismes circulaires
l _{eff,nc}	– Longueur effective pour une seule ligne de boulons dans les mécanismes non circulaires
l _{eff,1}	– Longueur effective pour une seule ligne de boulons pour le mode 1
l _{eff,2}	– Longueur effective pour une seule ligne de boulons pour le mode 2
l _{eff,cp,g}	– Longueur effective pour un groupe de boulons dans les mécanismes circulaires
l _{eff,nc,g}	– Longueur effective pour un groupe de boulons dans les mécanismes non circulaires
l _{eff,1,g}	– Longueur effective pour un groupe de boulons pour le mode 1
l _{eff,2,g}	– Longueur effective pour un groupe de boulons pour le mode 2

Résistance de l'assemblage à la traction

$F_{t,Rd} = 48,56$ [kN] Résistance du boulon à la traction [Tableau 3.4]

$B_{p,Rd} = 78,17$ [kN] Résistance du boulon au cisaillement au poinçonnement [Tableau 3.4]

$N_{j,Rd} = \text{Min} (N_{tb,Rd}, n_v n_h F_{t,Rd}, n_v n_h B_{p,Rd})$

$N_{j,Rd} = 291,34$ [kN] Résistance de l'assemblage à la traction [6.2]

$N_{b1,Ed} / N_{j,Rd} \leq 1,0$ 0,02 < 1,00 vérifié (0,02)

Résistance de l'assemblage à la flexion

$F_{t,Rd} = 48,56$ [kN] Résistance du boulon à la traction [Tableau 3.4]

$B_{p,Rd} = 78,17$ [kN] Résistance du boulon au cisaillement au poinçonnement [Tableau 3.4]

$F_{t,fc,Rd}$ – résistance de la semelle du poteau à la flexion

$F_{t,wc,Rd}$ – résistance de l'âme du poteau à la traction

$F_{t,ep,Rd}$ – résistance de la platine fléchie à la flexion

$F_{t,wb,Rd}$ – résistance de l'âme à la traction

$F_{t,fc,Rd} = \text{Min} (F_{T,1,fc,Rd}, F_{T,2,fc,Rd}, F_{T,3,fc,Rd})$ [6.2.6.4] , [Tab.6.2]

$F_{t,wc,Rd} = w b_{eff,t,wc} t_{wc} f_{yc} / g_{M0}$ [6.2.6.3.(1)]

$F_{t,ep,Rd} = \text{Min} (F_{T,1,ep,Rd}, F_{T,2,ep,Rd}, F_{T,3,ep,Rd})$ [6.2.6.5] , [Tab.6.2]

$F_{t,wb,Rd} = b_{eff,t,wb} t_{wb} f_{yb} / g_{M0}$ [6.2.6.8.(1)]

RESISTANCE DE LA RANGEE DE BOULONS N° 1

$F_{t1,Rd,comp}$ - Formule	$F_{t1,Rd,comp}$	Composant
$F_{t1,Rd} = \text{Min} (F_{t1,Rd,comp})$	72,43	Résistance d'une rangée de boulon
$F_{t,fc,Rd(1)} = 72,43$	72,43	Aile du poteau - traction
$F_{t,wc,Rd(1)} = 90,00$	90,00	Ame du poteau - traction
$F_{t,ep,Rd(1)} = 95,66$	95,66	Platine d'about - traction
$F_{t,wb,Rd(1)} = 270,85$	270,85	Ame de la poutre - traction

ARTELIA INDUSTRIE				N° : CCJ029-NT002 Rév. A				
F_{t1,Rd,comp} - Formule			F_{t1,Rd,comp}	Composant				
B _{p,Rd} = 156,35			156,35	Boulons au cisaillement/poinçonnement				
V _{wp,Rd} /b = 92,27			92,27	Panneau d'âme - compression				
F _{c,wc,Rd} = 117,59			117,59	Ame du poteau - compression				
F _{c,fb,Rd} = 346,90			346,90	Aile de la poutre - compression				
RESISTANCE DE LA RANGEE DE BOULONS N° 2								
F_{t2,Rd,comp} - Formule			F_{t2,Rd,comp}	Composant				
F _{t2,Rd} = Min (F _{t2,Rd,comp})			19,84	Résistance d'une rangée de boulon				
F _{t,fc,Rd(2)} = 72,43			72,43	Aile du poteau - traction				
F _{t,wc,Rd(2)} = 90,00			90,00	Ame du poteau - traction				
F _{t,ep,Rd(2)} = 92,79			92,79	Platine d'about - traction				
F _{t,wb,Rd(2)} = 270,85			270,85	Ame de la poutre - traction				
B _{p,Rd} = 156,35			156,35	Boulons au cisaillement/poinçonnement				
V _{wp,Rd} /b - ∑ ¹ F _{tj,Rd} = 92,27 - 72,43			19,84	Panneau d'âme - compression				
F _{c,wc,Rd} - ∑ ¹ F _{tj,Rd} = 117,59 - 72,43			45,16	Ame du poteau - compression				
F _{c,fb,Rd} - ∑ ¹ F _{tj,Rd} = 346,90 - 72,43			274,47	Aile de la poutre - compression				
F _{t,fc,Rd(2 + 1)} - ∑ ¹ F _{tj,Rd} = 146,69 - 72,43			74,26	Aile du poteau - traction - groupe				
F _{t,wc,Rd(2 + 1)} - ∑ ¹ F _{tj,Rd} = 129,20 - 72,43			56,77	Ame du poteau - traction - groupe				
F _{t,ep,Rd(2 + 1)} - ∑ ¹ F _{tj,Rd} = 177,36 - 72,43			104,93	Platine d'about - traction - groupe				
F _{t,wb,Rd(2 + 1)} - ∑ ¹ F _{tj,Rd} = 579,85 - 72,43			507,42	Ame de la poutre - traction - groupe				
Les autres boulons sont inactifs (ils ne transfèrent pas de charges) car la résistance d'un des composants de l'assemblage s'est épuisée ou ces boulons sont situés au-dessous du centre de rotation.								
TABLEAU RECAPITULATIF DES EFFORTS								
Nr	h_j	F_{tj,Rd}	F_{t,fc,Rd}	F_{t,wc,Rd}	F_{t,ep,Rd}	F_{t,wb,Rd}	F_{t,Rd}	B_{p,Rd}
1	175	72,43	72,43	90,00	95,66	270,85	97,11	156,35
2	75	19,84	72,43	90,00	92,79	270,85	97,11	156,35
3	-25	-	72,43	90,00	95,73	-	97,11	156,35
RESISTANCE DE L'ASSEMBLAGE A LA FLEXION M_{j,Rd}								
M _{j,Rd} = ∑ h _j F _{tj,Rd}								
M _{j,Rd} = 14,16 [kN*m] Résistance de l'assemblage à la flexion							[6.2]	
M _{b1,Ed} / M _{j,Rd} ≤ 1,0							0,39 < 1,00 vérifié (0,39)	
Résistance de l'assemblage au cisaillement								
a _v = 0,60 Coefficient pour le calcul de F _{v,Rd}							[Tableau 3.4]	
b _{lf} = 0,99 Coefficient réducteur pour les assemblages longs							[3.8]	
F _{v,Rd} = 32,10 [kN] Résistance d'un boulon au cisaillement							[Tableau 3.4]	
F _{t,Rd,max} = 48,56 [kN] Résistance d'un boulon à la traction							[Tableau 3.4]	
F _{b,Rd,int} = 69,12 [kN] Résistance du boulon intérieur en pression diamétrale							[Tableau 3.4]	
F _{b,Rd,ext} = 69,12 [kN] Résistance du boulon de rive en pression diamétrale							[Tableau 3.4]	
Nr	F_{tj,Rd,N}	F_{tj,Ed,N}	F_{tj,Rd,M}	F_{tj,Ed,M}	F_{tj,Ed}	F_{vj,Rd}		
1	97,11	2,35	72,43	27,92	30,27	49,91		
2	97,11	2,35	19,84	7,65	9,99	59,48		

ARTELIA INDUSTRIE				N° : CCJ029-NT002 Rév. A			
Nr	F _{tj,Rd,N}	F _{tj,Ed,N}	F _{tj,Rd,M}	F _{tj,Ed,M}	F _{tj,Ed}	F _{vj,Rd}	
3	97,11	2,35	0,00	0,00	2,35	63,09	
F _{tj,Rd,N} – Résistance d'une rangée de boulons à la traction pure F _{tj,Ed,N} – Effort dans une rangée de boulons dû à l'effort axial F _{tj,Rd,M} – Résistance d'une rangée de boulons à la flexion pure F _{tj,Ed,M} – Effort dans une rangée de boulons dû au moment F _{tj,Ed} – Effort de traction maximal dans la rangée de boulons F _{vj,Rd} – Résistance réduite d'une rangée de boulon F _{tj,Ed,N} = N _{j,Ed} F _{tj,Rd,N} / N _{j,Rd} F _{tj,Ed,M} = M _{j,Ed} F _{tj,Rd,M} / M _{j,Rd} F _{tj,Ed} = F _{tj,Ed,N} + F _{tj,Ed,M} F _{vj,Rd} = Min (n _h F _{v,Ed} / (1 - F _{tj,Ed} / (1.4 n _h F _{t,Rd,max})), n _h F _{v,Rd} , n _h F _{b,Rd}) V _{j,Rd} = n _h ∑ ₁ ⁿ F _{vj,Rd} [Tableau 3.4] V _{j,Rd} = 172,49 [kN] Résistance de l'assemblage au cisaillement [Tableau 3.4] V _{b1,Ed} / V _{j,Rd} ≤ 1,0 0,11 < 1,00 vérifié (0,11)							
Résistance des soudures							
A _w =	50,31 [cm ²]	Aire de toutes les soudures				[4.5.3.2(2)]	
A _{wy} =	23,81 [cm ²]	Aire des soudures horizontales				[4.5.3.2(2)]	
A _{wz} =	26,50 [cm ²]	Aire des soudures verticales				[4.5.3.2(2)]	
I _{wy} =	4402,34 [cm ⁴]	Moment d'inertie du système de soudures par rapport à l'axe horiz.				[4.5.3.2(5)]	
S [^] _{max} =t [^] _{max} =	12,56 [MPa]	Contrainte normale dans la soudure				[4.5.3.2(6)]	
S [^] _^ =t [^] _^ =	-12,08 [MPa]	Contraintes dans la soudure verticale				[4.5.3.2(5)]	
t _{II} =	7,27 [MPa]	Contrainte tangentielle				[4.5.3.2(5)]	
b _w =	0,80	Coefficient de corrélation				[4.5.3.2(7)]	
Ö[S [^] _{max} ² + 3*(t [^] _{max} ²)] ≤ f _u /(b _w *g _{M2})		25,12 < 360,00		vérifié		(0,07)	
Ö[S [^] _^ ² + 3*(t [^] _^ ² +t _{II} ²)] ≤ f _u /(b _w *g _{M2})		27,24 < 360,00		vérifié		(0,08)	
S [^] ≤ 0.9*f _u /g _{M2}		12,56 < 259,20		vérifié		(0,05)	
Rigidité de l'assemblage							
t _{wash} =	3 [mm]	Epaisseur de la plaquette				[6.2.6.3.(2)]	
h _{head} =	9 [mm]	Hauteur de la tête du boulon				[6.2.6.3.(2)]	
h _{nut} =	12 [mm]	Hauteur de l'écrou du boulon				[6.2.6.3.(2)]	
L _b =	34 [mm]	Longueur du boulon				[6.2.6.3.(2)]	
k ₁₀ =	4 [mm]	Coefficient de rigidité des boulons				[6.3.2.(1)]	
RIGIDITES DES RANGEES DE BOULONS							
Nr	h _j	k ₃	k ₄	k ₅	k _{eff,j}	k _{eff,j} h _j	k _{eff,j} h _j ²
					Somme	3,73	54,07
1	175	4	9	17	1	2,61	45,68
2	75	4	9	17	1	1,12	8,39
k _{eff,j} = 1 / (∑ ₃ ⁵ (1 / k _{i,j})) [6.3.3.1.(2)]							
Z _{eq} = ∑ _j k _{eff,j} h _j ² / ∑ _j k _{eff,j} h _j							
Z _{eq} = 145 [mm]		Bras de levier équivalent			[6.3.3.1.(3)]		

$$k_{eq} = \sum_j k_{eff,j} h_j / z_{eq}$$

$$k_{eq} = 3 \quad [\text{mm}] \quad \text{Coefficient de rigidité équivalent du système de boulons [6.3.3.1.(1)]}$$

$$A_{vc} = 7,56 \quad [\text{cm}^2] \quad \text{Aire de la section au cisaillement} \quad \text{EN1993-1-1:[6.2.6.(3)]}$$

$$b = 1,00 \quad \text{Paramètre de transformation} \quad [5.3.(7)]$$

$$z = 125 \quad [\text{mm}] \quad \text{Bras de levier} \quad [6.2.5]$$

$$k_1 = 2 \quad [\text{mm}] \quad \text{Coefficient de rigidité du panneau d'âme du poteau en cisaillement [6.3.2.(1)]}$$

$$b_{eff,c,wc} = 153 \quad [\text{mm}] \quad \text{Largeur efficace de l'âme à la compression} \quad [6.2.6.2.(1)]$$

$$t_{wc} = 5 \quad [\text{mm}] \quad \text{Epaisseur efficace de l'âme du poteau} \quad [6.2.6.2.(6)]$$

$$d_c = 80 \quad [\text{mm}] \quad \text{Hauteur de l'âme comprimée} \quad [6.2.6.2.(1)]$$

$$k_2 = 7 \quad [\text{mm}] \quad \text{Coefficient de rigidité du panneau d'âme du poteau en compression [6.3.2.(1)]}$$

$$S_{j,ini} = E z_{eq}^2 / \sum_i (1 / k_1 + 1 / k_2 + 1 / k_{eq}) \quad [6.3.1.(4)]$$

$$S_{j,ini} = 4533,31 \quad [\text{kN}\cdot\text{m}] \quad \text{Rigidité en rotation initiale} \quad [6.3.1.(4)]$$

$$m = 1,00 \quad \text{Coefficient de rigidité de l'assemblage} \quad [6.3.1.(6)]$$

$$S_j = S_{j,ini} / m \quad [6.3.1.(4)]$$

$$S_j = 4533,31 \quad [\text{kN}\cdot\text{m}] \quad \text{Rigidité en rotation finale} \quad [6.3.1.(4)]$$

Classification de l'assemblage par rigidité.

$$S_{j,rig} = 30170,00 \quad [\text{kN}\cdot\text{m}] \quad \text{Rigidité de l'assemblage rigide} \quad [5.2.2.5]$$

$$S_{j,pin} = 603,40 \quad [\text{kN}\cdot\text{m}] \quad \text{Rigidité de l'assemblage articulé} \quad [5.2.2.5]$$

$$S_{j,pin} \leq S_{j,ini} < S_{j,rig} \quad \text{SEMI-RIGIDE}$$

Composant le plus faible:

PANNEAU D'ÂME DU POTEAU EN CISAILEMENT

Remarques

Pince du boulon trop grande.

215 [mm] > 80 [mm]

Assemblage satisfaisant vis à vis de la Norme Ratio 0,47

8.1.3.5.APPUIS U INFERIEUR – RATIO : 0,81

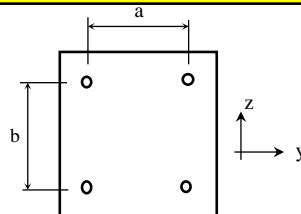
Les efforts sont extraits des nœuds suivant le repère des poutres : 141 145 146 148

Les poutres 145 et 146 sont renforcées avec une tôle de 5 mm pour doubler l'âme du UPE140

	FX [kN]	FY [kN]	FZ [kN]	MX [kNm]	MY [kNm]	MZ [kNm]
Effort min	-4,55	-3,14	-17,29	-0,08	-1,98	-0,25
Effort max	3,51	3,91	10,86	0,1	0,65	0,15

Seule la boulonnerie est vérifiée.

Effort dans les boulons :

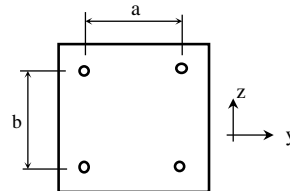
4 Boulons**Torseur des efforts au centre de l'assemblage**

Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz
3910	4550	17290	1980	100	250

Effort de traction et cisaillement sur un boulon**Calcul des efforts de traction**

Entraxe (en mètre)	a	0,058
Entraxe (en mètre)	b	0,060
Nombre de boulons		4
Effort de traction au centre de l'assemblage suivant x (N)	Fx	3910
Moment résultant au centre de l'assemblage suivant y(Nm)	My	100
Moment résultant au centre de l'assemblage suivant z(Nm)	Mz	250

Effort de traction dans un boulon	Ft	6954,51 N
-----------------------------------	----	-----------



$$F_t = \frac{F_x}{4} + \frac{M_y}{b} + \frac{M_z}{a}$$

Calcul des efforts de cisaillement

Entraxe (en mètre)	a	0,058
Entraxe (en mètre)	b	0,060
Nombre de boulons		4
Moment résultant au centre de l'assemblage suivant x(Nm)	Mx	1980
Effort de cisaillement au centre de l'assemblage suivant y (N)	Fy	4550
Effort de cisaillement au centre de l'assemblage suivant z (N)	Fz	17290
	Fcx	11863
	Fcy	1137,500
	Fcz	4322,500
	α	0,80 rad

$$F_{c_x} = \frac{M_x}{2\sqrt{a^2 + b^2}}$$

$$F_{c_y} = \frac{F_y}{4}$$

$$F_{c_z} = \frac{F_z}{4}$$

Effort tranchant dans un boulon	Fc	15855,63 N
---------------------------------	----	------------

$$F_c = \sqrt{(F_{c_y} + F_{c_x} \sin \alpha)^2 + (F_{c_z} + F_{c_x} \cos \alpha)^2}$$

Traction admissible pour un boulon M12 en acier classe 8.8 :

$$F_{t,Rd} = (k_2 \cdot f_{ub} \cdot A_s) / \gamma_{M2} = 48556,80 \text{ N}$$

Avec :

$$k_2 = 0,9$$

$$f_{ub} = 800 \text{ MPa} \quad (\text{résistance à la rupture de l'acier classe 8.8})$$

$$A_s = 84,3 \text{ mm}^2 \quad (\text{section résistante d'un boulon M1})$$

$$\gamma_{M2} = 1,25$$

Cisaillement admissible pour un boulon M12 en acier classe 8.8 :

$$F_{v,Rd} = (\alpha \cdot f_{ub} \cdot A_s) / \gamma_{M2} = 32371,20 \text{ N}$$

Avec :

$$\alpha = 0,6 \quad (\text{plan de cisaillement situé dans la partie non filetée du boulon})$$

$$f_{ub} = 800 \text{ MPa} \quad (\text{résistance à la rupture de l'acier classe 8.8})$$

$$A_s = 84,3 \text{ mm}^2 \quad (\text{section résistante d'un boulon M1})$$

$$\gamma_{M2} = 1,25$$

Traction enveloppe + Cisaillement enveloppe combinés:

$$F_{v,Ed} / F_{v,Rd} + F_{t,Ed} / 1,4 F_{t,Rd} = 0,59 < 1 \quad \text{Les efforts dans les boulons sont admissibles.}$$

Avec :

$$F_{v,Ed} = 15855 \text{ N}$$

$$F_{t,Ed} = 6954 \text{ N}$$

$$F_{v,Rd} = 32371,2 \text{ N}$$

$$F_{t,Rd} = 48556,80 \text{ N}$$

La boulonnerie est valide.

Vérification de la pression diamétrale :

$$F_{b,Rd} = k_1 \alpha_b f_u d t / \gamma_{M2} = 27537,41 \text{ N}$$

Avec :

$$d_0 = 14$$

$$p_1 = 30,8 \text{ mm} \quad \text{min}$$

$$p_2 = 33,6 \text{ mm} \quad \text{min}$$

$$\alpha_d = 0,48$$

$$f_{ub} = 800 \text{ MPa}$$

$$f_u = 360 \text{ MPa}$$

$$f_{ub} / f_u = 2,22$$

$$\alpha_b = 0,48$$

$$t = 10 \text{ mm} \quad (\text{5 mm d'ame + 5 mm de tole soudée})$$

$$1,4 p_2 / d_0 - 1,7 = 1,66$$

$$K_1 = 1,66$$

$$\gamma_{M2} = 1,25$$

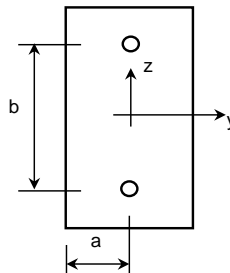
$$F_{v,Ed} / F_{b,Rd} = 0,52 < 1 \quad \text{Pression diamétrale valide}$$

L'épaisseur de tole de l'ame du UPE doit être doublée par une tole de 5 mm.

8.1.3.6.APPUIS U SUPERIEUR – RATIO : 0,89

Les efforts sont extraits des nœuds suivant le repère des poutres : 141 145 146 148

	FX [kN]	FY [kN]	FZ [kN]	MX [kNm]	MY [kNm]	MZ [kNm]
Effort min	-4,55	-3,14	-17,29	-0,08	-1,98	-0,25
Effort max	3,51	3,91	10,86	0,1	0,65	0,15

2 Boulons**Torseur des efforts au centre de l'assemblage**

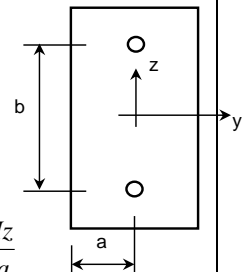
Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz
17290	3910	4550	250	1980	100

Effort de traction et cisaillement sur un boulon**Calcul des efforts de traction**

Entraxe (en mètre)	a	0,030
Entraxe (en mètre)	b	0,058
Nombre de boulons		2
Effort de traction au centre de l'assemblage suivant x (N)	Fx	17290
Moment résultant au centre de l'assemblage suivant y(N)	My	1980
Moment résultant au centre de l'assemblage suivant z(N)	Mz	100

Effort de traction dans un boulon	Ft	44449,60 N
-----------------------------------	----	------------

$$F_t = \frac{F_x}{2} + \frac{M_y}{b} + \frac{M_z}{2a}$$

**Calcul des efforts de cisaillement**

Entraxe (en mètre)	a	0,030
Entraxe (en mètre)	b	0,058
Nombre de boulons		2
Effort de traction au centre de l'assemblage suivant x (N)	Mx	250
Moment résultant au centre de l'assemblage suivant y(N)	Fy	3910
Moment résultant au centre de l'assemblage suivant z(N)	Fz	4550
En Newton	Fcx	4310
	Fcy	1955,000
	Fcz	2275,000

$$F_{c_x} = \frac{M_x}{b}$$

$$F_{c_y} = \frac{F_y}{2}$$

$$F_{c_z} = \frac{F_z}{2}$$

Effort tranchant dans un boulon (N)	Fc	6665,60
-------------------------------------	----	---------

$$F_c = \sqrt{(F_{c_y} + F_{c_x})^2 + (F_{c_z})^2}$$

Traction admissible pour un boulon M12 en acier classe 8.8 :

$$F_{t,Rd} = (k_2 \cdot f_{ub} \cdot A_s) / \gamma_{M2} = 48556,80 \text{ N}$$

Avec :

$$k_2 = 0,9$$

$$f_{ub} = 800 \text{ MPa} \quad (\text{résistance à la rupture de l'acier classe 8.8})$$

$$A_s = 84,3 \text{ mm}^2 \quad (\text{section résistante d'un boulon M1})$$

$$\gamma_{M2} = 1,25$$

Cisaillement admissible pour un boulon M12 en acier classe 8.8 :

$$F_{v,Rd} = (\alpha \cdot f_{ub} \cdot A_s) / \gamma_{M2} = 32371,20 \text{ N}$$

Avec :

$$\alpha = 0,6 \quad (\text{plan de cisaillement situé dans la partie non filetée du boulon})$$

$$f_{ub} = 800 \text{ MPa} \quad (\text{résistance à la rupture de l'acier classe 8.8})$$

$$A_s = 84,3 \text{ mm}^2 \quad (\text{section résistante d'un boulon M1})$$

$$\gamma_{M2} = 1,25$$

Traction enveloppe + Cisaillement enveloppe combinés:

$$F_{v,Ed} / F_{v,Rd} + F_{t,Ed} / 1,4 F_{t,Rd} = 0,86 < 1 \quad \text{Les efforts dans les boulons sont admissibles.}$$

Avec :

$$F_{v,Ed} = 6665 \text{ N}$$

$$F_{t,Ed} = 44449 \text{ N}$$

$$F_{v,Rd} = 32371,2 \text{ N}$$

$$F_{t,Rd} = 48556,80 \text{ N}$$

La boulonnerie est valide.

Vérification de la pression diamétrale :

$$F_{b,Rd} = k_1 \alpha_b f_u d t / \gamma_{M2} = 24783,67 \text{ N}$$

Avec :

$$d_0 = 14$$

$$p_1 = 30,8 \text{ mm} \quad \text{min}$$

$$p_2 = 33,6 \text{ mm} \quad \text{min}$$

$$\alpha_d = 0,48$$

$$f_{ub} = 800 \text{ MPa}$$

$$f_u = 360 \text{ MPa}$$

$$f_{ub}/f_u = 2,22$$

$$\alpha_b = 0,48$$

$$t = 9 \text{ mm} \quad (\text{semelle du UPE140})$$

$$1,4 p_2 / d_0 - 1,7 = 1,66$$

$$K_1 = 1,66$$

$$\gamma_{M2} = 1,25$$

$$F_{v,Ed} < F_{b,Rd} \quad \text{Pression diamétrale valide}$$

L'épaisseur de tôle de la semelle du UPE est suffisante pour valider la pression diamétrale.

9. PREPARATION DU MODELE – GARDE-CORPS

Les calculs des garde-corps sont réalisés sur Ansys avec un maillage type coque.

Il existe 3 types de garde-corps sur le podium :

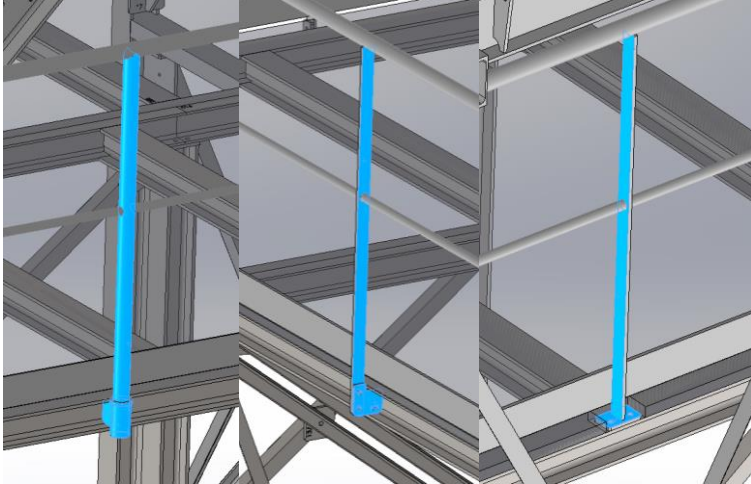


Figure 43 : Ronds (normal) / Plat (normal) / Plat(escalier/long coupée)

Les garde-corps sont calculés selon l'Eurocode 3 catégorie C3 avec une charge horizontale linéique de 0,8kN/m.

Pour chaque type, le montant, la platine et la poutre sur laquelle le garde-corps est fixé, sont modélisés pour évaluer la tenue du garde-corps ainsi que son assemblage.

9.1. EPAISSEUR

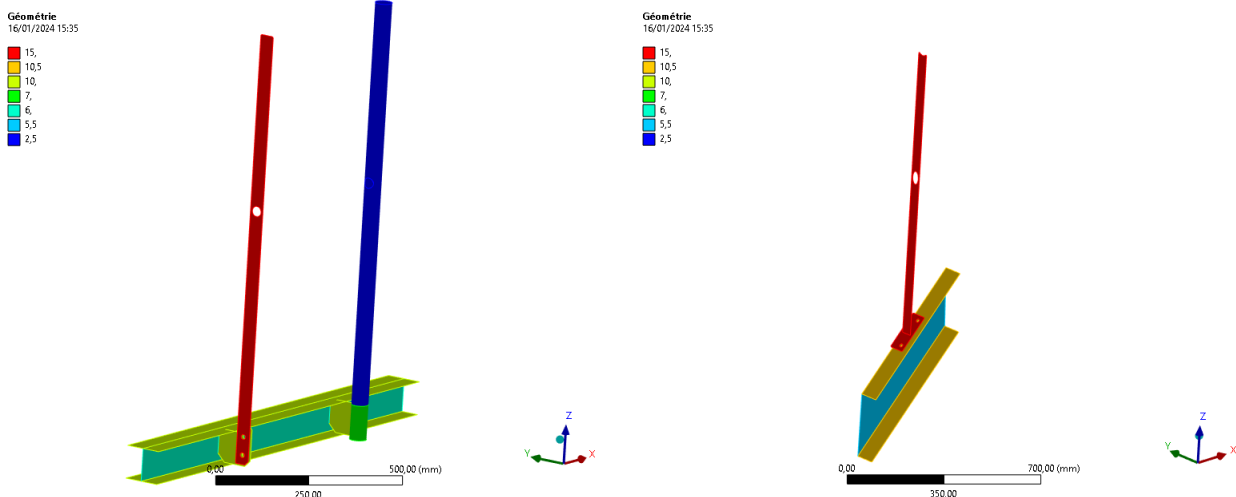


Figure 44 - épaisseur

9.2. CONDITIONS LIMITES

Des conditions limites rigides ($U_x=U_y=U_z=R_x=R_y=R_z=0$) sont appliquées sur les arêtes des poutres modélisées.

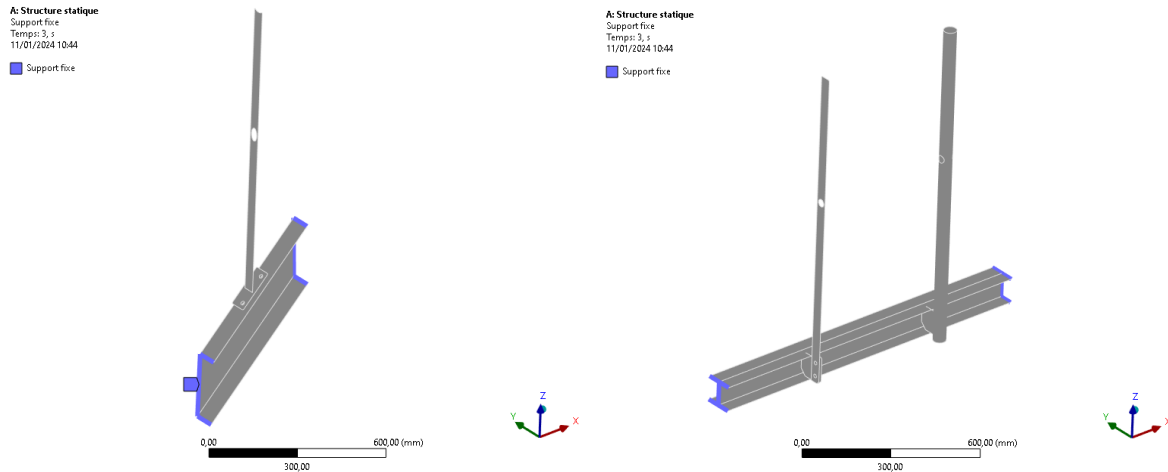


Figure 45 - Conditions limites

9.3. LIAISONS

Les boulons sont modélisés par des liaisons rotules ($U_x=U_y=U_z = 0$ et $R_x=R_y=R_z = \text{libre}$)

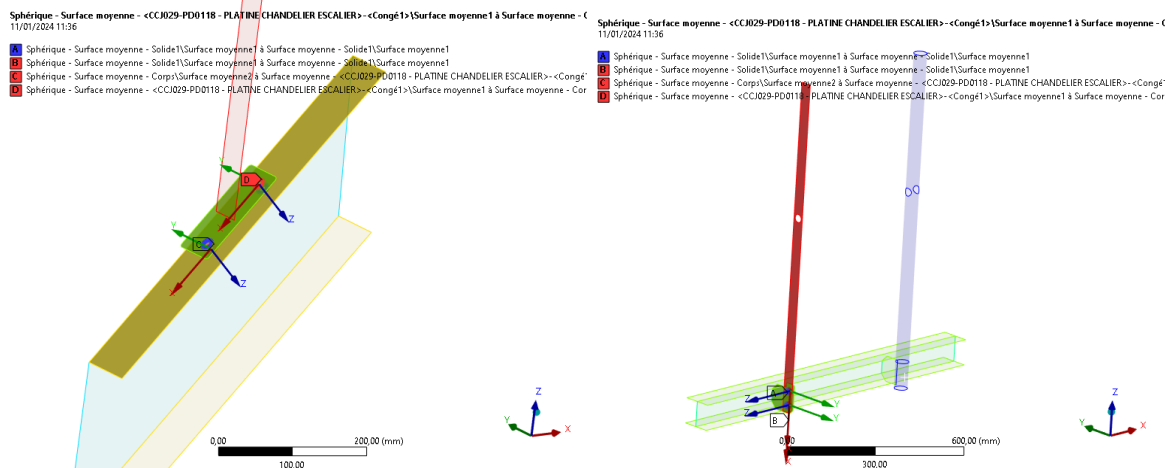


Figure 46 - Liaisons rotules

Des contacts avec frottement ($cf = 0,15$) ont été ajoutés entre les platines pour créer l'appui.

9.4. MAILLAGE

Le maillage est réalisé en éléments coque de 5mm.

Le modele comprends 34 613nœuds et 33 523éléments.

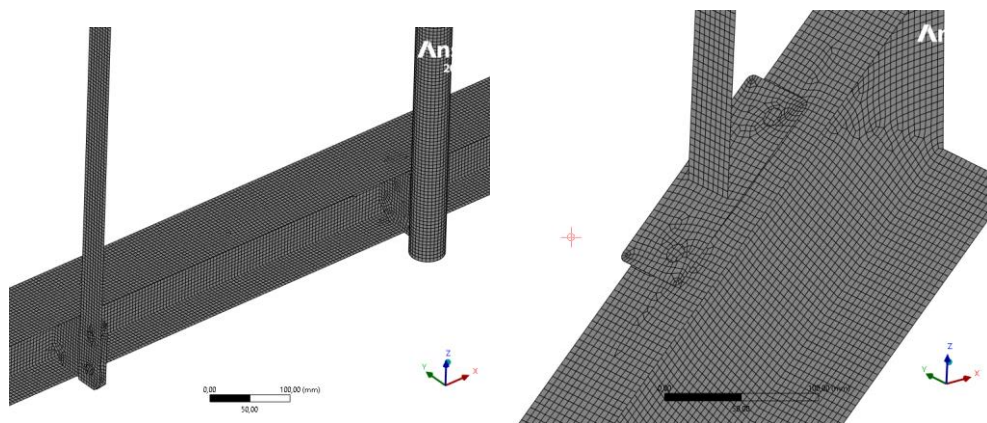


Figure 47 - Maillage

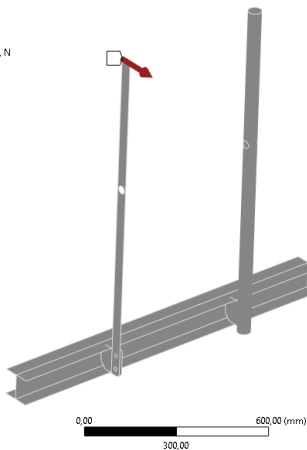
9.5. CHARGEMENT

La charge horizontale est de 0,8 kN (cf §9)
L'entraxe maximum entre deux poteaux de garde-corps est de 980 mm.

Gardes corps :	Ronde (normal)	Plat (normal)	Plat (Escalier/long coupé)
Entraxe max [mm]	960	980	780
Effort équivalent [N]	768	784	624

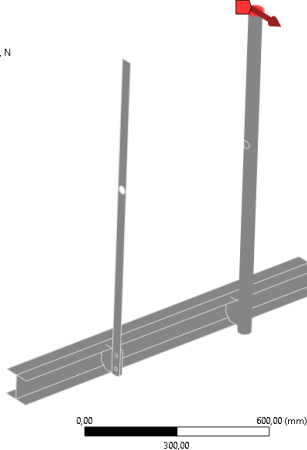
A: Structure statique

Force 1
Temps: 1, s
11/01/2024 11:01
Force: 784, N
Composantes: Q_x=784,0, N



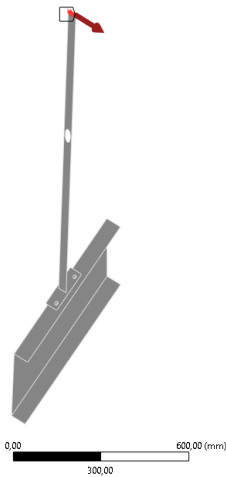
A: Structure statique

Force 2
Temps: 2, s
11/01/2024 11:01
Force: 768, N
Composantes: Q_x=768,0, N



A: Structure statique

Force 3
Temps: 3, s
11/01/2024 11:01
Force: 624, N
Composantes: Q_x=624,0, N



9.6. FORCE DE REACTION

Les forces de réactions sont issus des conditions limites du modèle.

	FX (N)	FY (N)	FZ (N)	MX (N mm)	MY (N mm)	MZ (N mm)
Support fixe (plat normal)	0	784	0	-2726361	-2389	3105127
Support fixe (rond normal)	0	768	0	-2678220	-38	3455880
Support fixe (plat escalier)	0	624	0	-2765493	-1078	3783453

9.7. VERIFICATION DES GARDE-CORPS

9.7.1. CONTRAINTE DANS LE GARDE-CORPS PLAT NORMAL

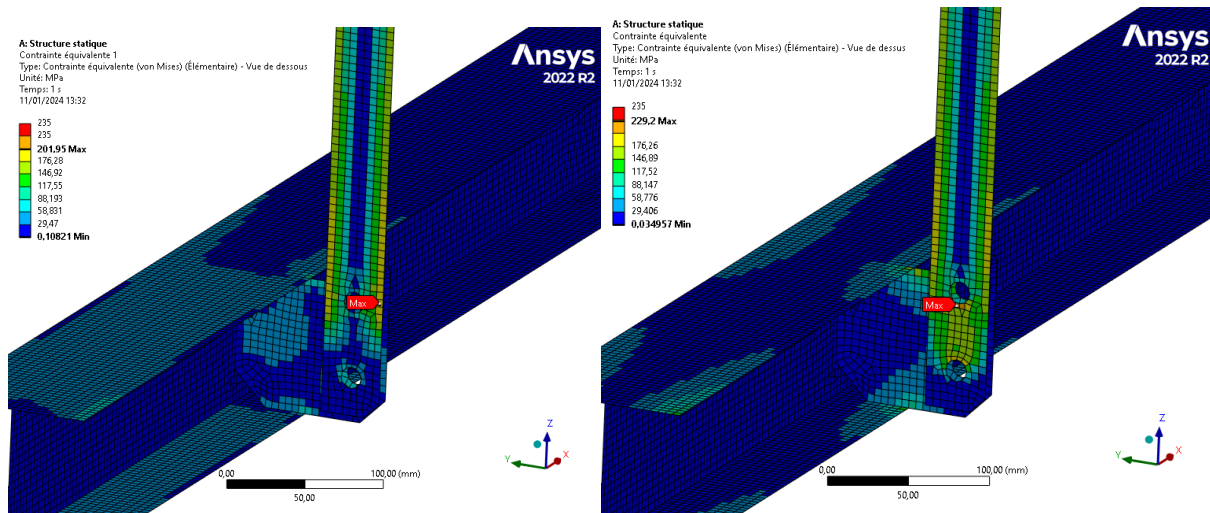


Figure 48 - Contrainte de Von Mises – Plat (normal)

On observe une contrainte de flexion à 230 MPa inférieur à la contrainte admissible de 235 MPa. Le garde corps plat normal est alors valide.

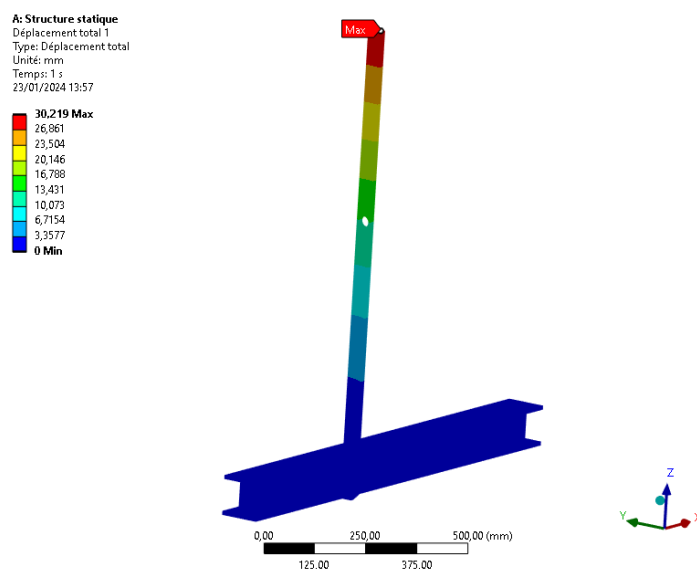


Figure 49 – Déformation en charge

La flèche en charge du garde corps est de 30 mm. La flèche est donc admissible (<30mm cf §6.2).

9.7.2. CONTRAINTES DANS LE GARDE-CORPS ROND NORMAL

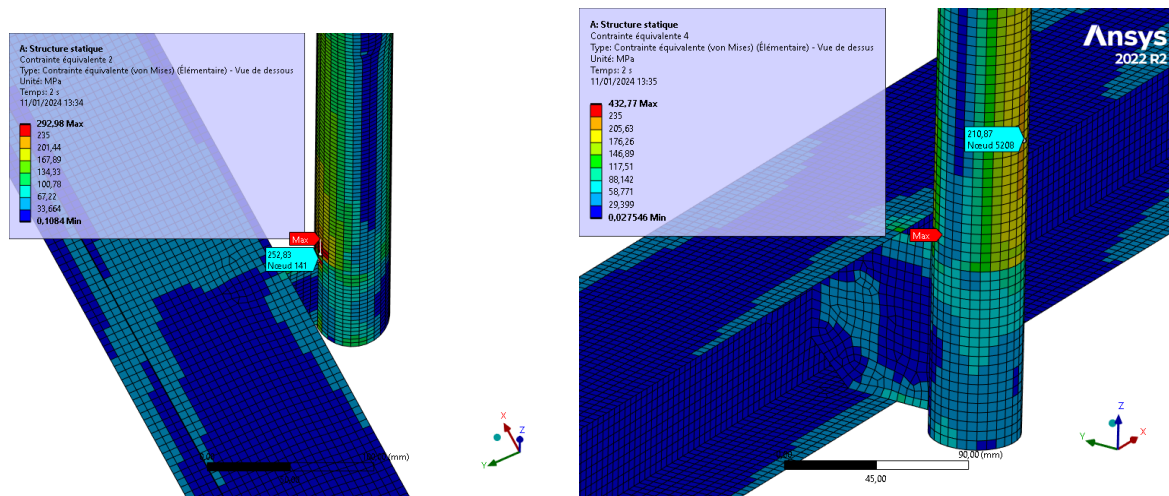


Figure 50 - Contrainte de Von Mises – Rond

On observe une contrainte de flexion dans le rond à 211 MPa inférieure à la contrainte admissible de 235 MPa. De plus, on observe un pic de contrainte à 253 MPa au niveau de la soudure entre le rond supportant le garde-corps et le plat de 10mm. Ce pic de contrainte ne concerne qu'un seul élément inférieur à l'apothème du cordon de soudure, par conséquent, ce pic est négligeable. Le garde-corps rond normal est alors valide.

A: Structure statique
 Déplacement total 2
 Type: Déplacement total
 Unité: mm
 Temps: 2 s
 23/01/2024 13:59

26.342 Max
 23.415
 20.488
 17.561
 14.634
 11.707
 8.7805
 5.8537
 2.9268
 0 Min

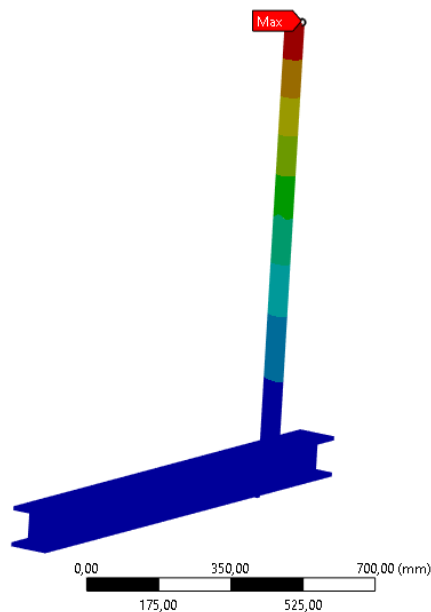


Figure 51 – Déformation en charge

La flèche en charge du gardes corps est de 26 mm. La flèche est donc admissible (<30mm cf§6.2).

9.7.1. CONTRAINTES DANS LE GARDE-CORPS PLAT VERSION ESCALIER

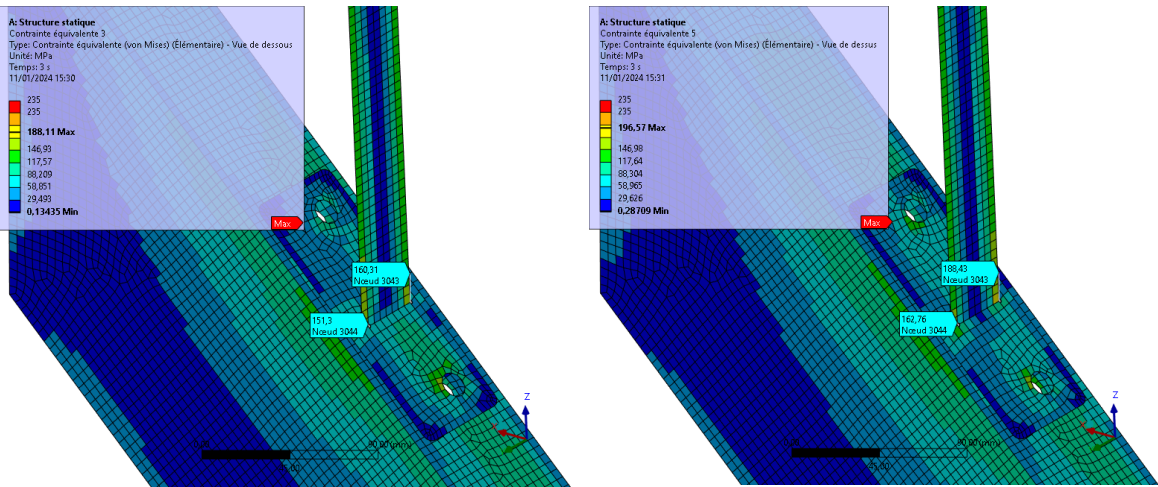


Figure 52 - Contrainte de Von Mises – Plat (escalier)

On observe une contrainte de flexion à 197 MPa inférieure à la contrainte admissible de 235 MPa. Le garde corps plat escalier est alors valide.

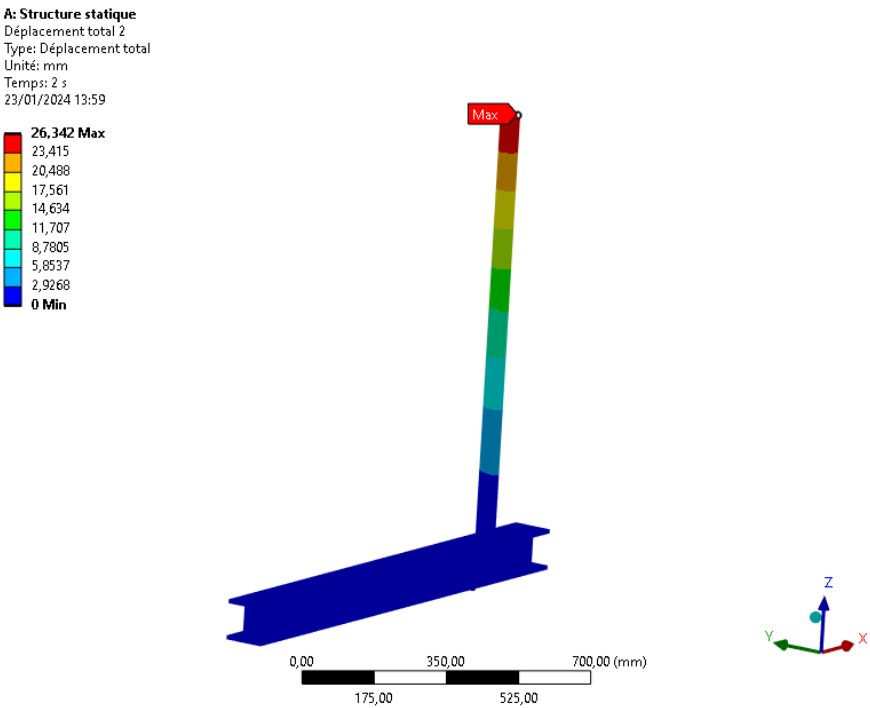


Figure 53 – Déformation en charge

La flèche en charge du gardes corps est de 28 mm. La flèche est donc admissible (<30mm cf§6.2).

9.8. VERIFICATION DE LA VISSERIE**9.8.1. LIMITES ADMISSIBLE**

Traction admissible pour un boulon M12 en acier classe 8.8 :

$$F_{t,Rd} = (k_2 \cdot f_{ub} \cdot A_s) / \gamma_{M2} = 48556,80 \text{ N}$$

Avec :

$$k_2 = 0,9$$

$$f_{ub} = 800 \text{ MPa} \quad (\text{résistance à la rupture de l'acier classe 8.8})$$

$$A_s = 84,3 \text{ mm}^2 \quad (\text{section résistante d'un boulon M1})$$

$$\gamma_{M2} = 1,25$$

Cisaillement admissible pour un boulon M12 en acier classe 8.8 :

$$F_{v,Rd} = (\alpha \cdot f_{ub} \cdot A_s) / \gamma_{M2} = 32371,20 \text{ N}$$

Avec :

$$\alpha = 0,6 \quad (\text{plan de cisaillement situé dans la partie non filetée du boulon})$$

$$f_{ub} = 800 \text{ MPa} \quad (\text{résistance à la rupture de l'acier classe 8.8})$$

$$A_s = 84,3 \text{ mm}^2 \quad (\text{section résistante d'un boulon M1})$$

$$\gamma_{M2} = 1,25$$

ARTELIA INDUSTRIE	N° : CCJ029-NT002 Rév. A
-------------------	-----------------------------

9.8.2. PLAT (NORMAL)

Les boulons sont validés selon l’Eurocode 3.

Name	FX (N)	FY (N)	FZ (N)	Fv,Ed	Ft,Ed	Fv,Rd	Ft,Rd	Fv,Ed/Fv,Rd	Ft,Ed/Ft,Rd	Fv,Ed/Fv,Rd + Ft,Ed/1,4x Ft,Rd
Boulon 1	976	-17679	-2616	17872	976	32371	48557	0,55	0,02	0,57
Boulon 2	-728	16823	-2135	16958	728	32371	48557	0,52	0,01	0,53

Les taux de chargement sont inférieurs à 1, donc les efforts dans les boulons sont admissible.

9.8.3. PLAT (ESCALIER)

Les boulons sont validés selon l’Eurocode 3.

Name	FX (N)	FY (N)	FZ (N)	Fv,Ed	Ft,Ed	Fv,Rd	Ft,Rd	Fv,Ed/Fv,Rd	Ft,Ed/Ft,Rd	Fv,Ed/Fv,Rd + Ft,Ed/1,4x Ft,Rd
Boulon 1	-3881	-6336	15258	16521	3881	32371	48557	0,51	0,08	0,57
Boulon 2	-3975	-2381	-15136	15322	3975	32371	48557	0,47	0,08	0,53

Les taux de chargement sont inférieurs à 1, donc les efforts dans les boulons sont admissible.

10. CONCLUSION DE L'ETUDE

La vérification de l'ensemble structure et des assemblages est valide selon l'eurocode 3 pour les cas de chargement suivant :

- Poids propre (G)
- Charges d'exploitation (I) de 350 kg/m²
- Vent (W) selon +x ; -x ; +y ; -y à 10 m de haut, avec une référence à 26 m/s
- Neige (S) de 45 kg/m²
- Charge horizontale sur les gardes corps de 0,8 kN/m

Nota : La houle n'est pas considérée dans les calculs (cf §5).

ARTELIA INDUSTRIE	N° : CCJ029-NT002 Rév. A
-------------------	-----------------------------

11. ANNEXE 1 : REACTION – MODELE ROBOT

Noeud/Cas	FX [kN]	FY [kN]	FZ [kN]	MX [kNm]	MY [kNm]	MZ [kNm]
1/ 1	0,22	0,18	2,76	-0,01	0,03	0
3/ 1	0,28	0	3,37	0	0,04	0
5/ 1	0,19	-0,18	2,76	0	0,03	0
7/ 1	0,02	0	3,32	0	0	0
9/ 1	0,01	0	4,77	0	0	0
11/ 1	0,06	0	3,55	0	-0,01	0
13/ 1	-0,17	-0,01	2,61	0	-0,02	0
15/ 1	-0,28	0,01	3,54	-0,01	-0,03	0
17/ 1	-0,05	0	3,16	0	0,02	0
19/ 1	-0,12	0,02	1,77	-0,01	-0,02	0
23/ 1	0,08	-0,1	1,94	0	-0,01	0
25/ 1	-0,01	-0,15	2,33	0,01	0	0
27/ 1	-0,11	-0,11	1,89	0,01	-0,01	0
29/ 1	0,12	0,1	2,58	0	-0,02	0
31/ 1	0	0,12	3,24	0	0	0
33/ 1	-0,13	0,1	2,36	0	0,01	0
35/ 1	-0,1	0,01	1	-0,01	-0,01	0

Cas 1 POIDS PROPRE CHARPENTE

Somme réactions	0,01	-0,01	46,95	-0,02	0,00	0,00
-----------------	------	-------	-------	-------	------	------

Noeud/Cas	FX [kN]	FY [kN]	FZ [kN]	MX [kNm]	MY [kNm]	MZ [kNm]
1/ 2	-0,03	-0,01	-0,05	0	0	0
3/ 2	0	-0,01	-0,13	0	-0,02	0
5/ 2	0	0,01	-0,21	0	-0,03	0
7/ 2	0,46	0	1,91	0	0,22	0
9/ 2	0,32	0	1,4	0	0,19	0
11/ 2	0,06	0	0,13	0	0,01	0
13/ 2	-0,44	0	5,31	0	-0,23	0
15/ 2	-0,39	0	3,25	0	-0,21	0
17/ 2	-0,08	0	1,91	0	-0,01	0
19/ 2	0,11	0	0,41	0	0	0
23/ 2	0,38	-0,24	5,04	0	0,02	0
25/ 2	-0,3	-0,16	3,66	0	0,06	0
27/ 2	-0,09	-0,34	3,65	0	-0,07	0
29/ 2	0,31	0,27	5,02	-0,01	0,01	0
31/ 2	-0,21	0,17	4,08	0	-0,03	0
33/ 2	-0,06	0,29	7,69	0	0,03	0
35/ 2	-0,04	0,02	4,23	-0,02	0	0

Cas 2 POIDS PROPRE COUPE & ESCALIER

Somme réactions	0,00	0,00	47,30	-0,03	-0,06	0,00
-----------------	------	------	-------	-------	-------	------

ARTELIA INDUSTRIE				N° : CCJ029-NT002 Rév. A		
Noeud/Cas	FX [kN]	FY [kN]	FZ [kN]	MX [kNm]	MY [kNm]	MZ [kNm]
1/ 3	0,28	0,2	2,31	-0,02	0,05	0
3/ 3	0,43	-0,01	3,05	0,01	0,08	0
5/ 3	0,2	-0,18	1,92	0	0,04	0
7/ 3	0,03	0	2,63	0	0	0
9/ 3	0,02	0	6,47	0	-0,01	0
11/ 3	0,05	0	3,85	0	-0,01	0
13/ 3	-0,16	-0,01	1,85	0,01	-0,03	0
15/ 3	-0,43	0,01	3,66	-0,01	-0,06	0
17/ 3	-0,08	0	2,73	0	0,02	0
19/ 3	-0,13	0,03	1,58	-0,03	-0,03	0
23/ 3	0,02	-0,06	0,66	0	-0,01	0
25/ 3	-0,03	-0,1	0,58	0	0	0
27/ 3	-0,05	-0,02	0,01	0	0	0
29/ 3	0,07	0,06	1,61	0	-0,02	0
31/ 3	-0,01	0,05	2,03	0	0	0
33/ 3	-0,09	0,01	0,74	0	0,01	0
35/ 3	-0,12	0,03	0,65	-0,02	-0,02	0
Cas 3	POIDS PROPRE CAILLEBOTIS & GC					
Somme réactions	0,00	0,01	36,33	-0,06	0,01	0,00
Noeud/Cas	FX [kN]	FY [kN]	FZ [kN]	MX [kNm]	MY [kNm]	MZ [kNm]
1/ 4	1,54	1,08	11,66	-0,08	0,28	0
3/ 4	2,92	-0,07	16,91	0,03	0,54	0
5/ 4	0,99	-0,99	9,4	0,02	0,21	0
7/ 4	0,14	0	13,06	0	-0,02	0
9/ 4	0,18	0	44,41	0	-0,07	0
11/ 4	0,34	0,01	21,07	-0,01	-0,06	0
13/ 4	-0,83	-0,1	9,35	0,08	-0,14	0
15/ 4	-3,04	0,09	25,37	-0,07	-0,44	0
17/ 4	-0,46	-0,01	15	0,01	0,07	0
19/ 4	-0,76	0,23	8,36	-0,19	-0,18	0
23/ 4	0,66	-0,3	4,18	0	-0,05	0
25/ 4	-0,37	-0,93	9	0	0,11	0
27/ 4	-0,57	-0,47	7,58	0	-0,16	0
29/ 4	0,89	0,35	9,91	0	-0,11	0
31/ 4	-0,32	0,56	16,87	0,03	-0,06	0
33/ 4	-0,67	0,45	10,82	0,02	0,1	0
35/ 4	-0,63	0,12	2,88	-0,1	-0,12	0
Cas 4	SURCHARGE D'EXPLOITATION					
Somme réactions	0,01	0,02	235,83	-0,26	-0,10	0,00

ARTELIA INDUSTRIE	N° : CCJ029-NT002 Rév. A
-------------------	-----------------------------

Noeud/Cas	FX [kN]	FY [kN]	FZ [kN]	MX [kNm]	MY [kNm]	MZ [kNm]
1/ 5	0,19	0,14	1,47	-0,01	0,04	0
3/ 5	0,37	-0,01	2,13	0	0,07	0
5/ 5	0,12	-0,12	1,18	0	0,03	0
7/ 5	0,02	0	1,65	0	0	0
9/ 5	0,02	0	5,6	0	-0,01	0
11/ 5	0,04	0	2,66	0	-0,01	0
13/ 5	-0,1	-0,01	1,18	0,01	-0,02	0
15/ 5	-0,38	0,01	3,2	-0,01	-0,06	0
17/ 5	-0,06	0	1,89	0	0,01	0
19/ 5	-0,1	0,03	1,05	-0,02	-0,02	0
23/ 5	0,08	-0,04	0,53	0	-0,01	0
25/ 5	-0,05	-0,12	1,15	0	0,01	0
27/ 5	-0,07	-0,06	0,97	0	-0,02	0
29/ 5	0,11	0,04	1,25	0	-0,01	0
31/ 5	-0,04	0,07	2,14	0	-0,01	0
33/ 5	-0,08	0,06	1,38	0	0,01	0
35/ 5	-0,08	0,01	0,36	-0,01	-0,01	0
Cas 5	NEIGE					
Somme réactions	-0,01	0,00	29,79	-0,04	-0,01	0,00

Noeud/Cas	FX [kN]	FY [kN]	FZ [kN]	MX [kNm]	MY [kNm]	MZ [kNm]
1/ 6	-0,7	0,08	-1,47	-0,06	-0,07	0
3/ 6	-1,03	0,03	-2,44	-0,01	-0,09	0
5/ 6	-1	-0,03	-2,35	0,06	-0,11	0
7/ 6	-1,18	-0,03	-0,37	0	-0,04	0
9/ 6	-1,01	0,01	-1,04	0	-0,01	0
11/ 6	-0,61	0,05	-0,43	-0,01	0,02	0
13/ 6	-0,63	-0,02	1,39	0,01	-0,04	0
15/ 6	-0,43	0,01	0	0	0	0
17/ 6	-0,53	0,09	-0,24	-0,03	0,01	0
19/ 6	-0,47	0,03	-0,24	0	-0,03	0
23/ 6	-0,31	-0,04	-0,57	0	-0,08	0
25/ 6	-0,27	0,01	-0,33	0,01	-0,04	0
27/ 6	-0,17	0	0,35	0	-0,04	0
29/ 6	-0,32	-0,03	-0,82	-0,01	-0,07	0
31/ 6	-0,28	0,03	-0,44	0	-0,05	0
33/ 6	-0,17	0,04	0,4	0	-0,04	0
35/ 6	-0,19	0,01	0,31	0	-0,01	0
Cas 6	Vent X+					
Somme réactions	-9,30	0,24	-8,29	-0,04	-0,69	0,00

ARTELIA INDUSTRIE				N° : CCJ029-NT002 Rév. A		
Noeud/Cas	FX [kN]	FY [kN]	FZ [kN]	MX [kNm]	MY [kNm]	MZ [kNm]
1/ 7	-0,32	-3,05	-12	0,15	0,14	0
3/ 7	-0,82	-3,38	-6,68	0,09	0,12	0
5/ 7	0,31	-1,35	3,54	0,05	0,07	0
7/ 7	0,62	-0,45	-4,41	0,47	0,01	0
9/ 7	-0,4	-0,63	-18,37	0,51	0,02	0
11/ 7	0,22	-1,05	-10,14	0,55	0,08	0
13/ 7	0,6	-0,39	-2,61	0,35	-0,02	0
15/ 7	0,77	-0,45	-9,52	0,36	-0,07	0
17/ 7	0,47	-0,75	-4,8	0,19	0,02	0
19/ 7	0,33	-0,96	-0,82	0,24	0,03	0
23/ 7	0,02	-3	6,79	-0,06	-0,03	0
25/ 7	-0,15	-1,78	4,15	0,06	-0,03	0
27/ 7	-0,18	-1,19	3,44	0,04	-0,05	0
29/ 7	-0,08	-3,22	-9,3	-0,05	0,08	0
31/ 7	0,08	-1,84	-6,21	0,01	0,03	0
33/ 7	0,2	-1,19	-3,69	0,02	0,01	0
35/ 7	-0,04	-0,58	-0,29	0,18	-0,04	0
Cas 7	Vent Y+					
Somme réactions	1,63	-25,26	-70,92	3,16	0,37	0,00
Noeud/Cas	FX [kN]	FY [kN]	FZ [kN]	MX [kNm]	MY [kNm]	MZ [kNm]
1/ 8	0,42	-0,05	-0,13	-0,01	0,02	0
3/ 8	0,54	-0,13	0,27	0	0,03	0
5/ 8	0,4	-0,09	0,88	0,01	0,03	0
7/ 8	0,64	-0,03	-0,39	0,01	0,02	0
9/ 8	0,84	-0,02	-1,29	0,01	0	0
11/ 8	0,54	-0,01	-0,71	0,01	-0,02	0
13/ 8	0,39	0	-1,3	0	0,02	0
15/ 8	0,49	-0,01	-1,18	0	0,01	0
17/ 8	0,51	-0,05	-0,42	0,03	-0,03	0
19/ 8	0,54	0,06	-0,09	-0,02	0,04	0
23/ 8	0,33	0,06	0,4	0,01	0,04	0
25/ 8	0,64	0,07	-0,24	0	0,06	0
27/ 8	0,9	-0,04	-1,12	0,03	0,38	0
29/ 8	0,29	0,11	0,55	0	0,06	0
31/ 8	0,42	0,1	0	0	0,07	0
33/ 8	0,64	0,11	-0,79	-0,03	0,19	0
35/ 8	0,4	0,12	-0,55	-0,04	0,09	0
Cas 8	Vent X-					
Somme réactions	8,93	0,20	-6,11	0,01	1,01	0,00

ARTELIA INDUSTRIE	N° : CCJ029-NT002 Rév. A
-------------------	-----------------------------

Noeud/Cas	FX [kN]	FY [kN]	FZ [kN]	MX [kNm]	MY [kNm]	MZ [kNm]
1/ 9	-0,25	2,32	4,9	-0,05	-0,18	0
3/ 9	-0,34	3,92	-4,87	-0,11	-0,2	0
5/ 9	-0,44	2,75	-11,49	-0,18	-0,04	0
7/ 9	-0,28	1,02	-5,67	-0,57	0,02	0
9/ 9	0,84	0,65	-14,03	-0,57	0	0
11/ 9	-0,09	0,61	-6,19	-0,56	-0,08	0
13/ 9	0,11	0,81	-4,41	-0,49	0,07	0
15/ 9	1,42	0,44	-7,67	-0,38	0,18	0
17/ 9	0,25	0,31	-5,25	-0,15	-0,13	0
19/ 9	0,38	0,25	-3,19	-0,04	0,08	0
23/ 9	-0,42	4,41	-12,7	-0,03	0,11	0
25/ 9	-0,36	3,4	-9,1	-0,16	-0,04	0
27/ 9	-0,27	2,1	-4,8	-0,14	-0,24	0
29/ 9	-0,13	3,67	5,43	0,06	0,03	0
31/ 9	-0,33	2,19	2,32	-0,06	-0,06	0
33/ 9	-0,34	1,62	3,96	-0,06	-0,12	0
35/ 9	0,24	0,06	-1,08	-0,01	0,03	0
Cas 9	Vent Y-					
Somme réactions	-0,01	30,53	-73,84	-3,50	-0,57	0,00

[illegible]

12. ANNEXE 2 : TABLEAU DES NŒUDS

Noeud	X [m]	Y [m]	Z [m]	Appui
1	0	0	0	Encastrement
3	0	2,14	0	Encastrement
5	0	3,69	0	Encastrement
7	3	3,69	0	Encastrement
9	3	2,14	0	Encastrement
11	3	0	0	Encastrement
13	6	3,69	0	Encastrement
15	6	2,14	0	Encastrement
17	6	0	0	Encastrement
19	9	0	0	Encastrement
20	9	0	2,34	
23	7	3,8	0	Encastrement
24	7	3,8	4,13	
25	9	3,8	0	Encastrement
26	9	3,8	4,22	
27	11	3,8	0	Encastrement
28	11	3,8	4,22	
29	7	1,9	0	Encastrement
30	7	1,9	4,13	
31	9	1,9	0	Encastrement
32	9	1,9	4,22	
33	11	1,9	0	Encastrement
34	11	1,9	4,22	
35	11	0	0	Encastrement
36	11	0	2,34	
37	6,95	2,14	2,34	
38	6,95	3,69	2,34	
39	6,95	0	2,34	
40	9	3,8	4,13	
41	9	1,9	4,13	
42	8	3,8	4,13	
43	8	1,9	4,13	
44	11	1,85	2,34	
45	9	1,85	2,34	
46	6,95	1,85	2,34	
47	1,2	3,69	2,34	
48	1,2	2,14	2,34	
49	1,2	0	2,34	
50	2,4	3,69	2,34	
51	2,4	2,14	2,34	
52	2,4	0	2,34	
53	3,6	3,69	2,34	
54	3,6	2,14	2,34	
55	3,6	0	2,34	
56	4,8	3,69	2,34	

ARTELIA INDUSTRIE	N° : CCJ029-NT002 Rév. A
-------------------	-----------------------------

57	4,8	2,14	2,34
58	4,8	0	2,34
59	5,75	2,14	2,34
60	5,75	0	2,34
61	6,4	2,14	2,34
62	6,4	0	2,34
63	8	1,85	2,34
64	8	0	2,34
65	10	1,85	2,34
66	10	0	2,34
67	11	3,8	3,76
68	9	3,8	3,76
69	11	1,9	3,76
70	9	1,9	3,76
71	11	3,8	3,5
72	9	3,8	3,5
73	9	1,9	3,5
74	11	1,9	3,5
75	11	3,8	1,91
76	11	1,9	1,91
77	9	3,8	1,91
78	9	1,9	1,91
79	7	3,8	1,91
80	6	3,69	1,17
81	7	1,9	1,91
82	9,24	3,8	3,76
83	9,24	1,9	3,76
84	10,75	3,8	3,76
85	10,75	1,9	3,76
98	0	0	2,14
99	3	0	2,14
100	6	0	2,14
101	9	0	2,14
102	11	0	2,14
103	0	2,14	2,14
104	3	2,14	2,14
105	6	2,14	2,14
106	0	3,69	2,14
107	3	3,69	2,14
108	6	3,69	2,14
112	7	3,8	3,97
113	7	1,9	3,97
116	7	3,8	2,34
123	7	1,9	2,34
124	9	1,9	2,34
125	11	1,9	2,34
129	6,95	1,9	2,34
176	0	0	2,34
177	0	0	4,92

178	0	2,14	2,34	
179	0	2,14	4,92	
180	0	3,69	2,34	
181	0	3,69	4,92	
182	3	3,69	2,34	
183	3	3,69	4,92	
184	3	2,14	2,34	
185	3	2,14	4,92	
186	3	0	2,34	
187	3	0	4,92	
188	6	3,69	2,34	
189	6	3,69	4,92	
190	6	2,14	2,34	
191	6	2,14	4,92	
192	6	0	2,34	
193	6	0	4,92	
194	0	0	5,12	
195	3	0	5,12	
196	6	0	5,12	
197	0	2,14	5,12	
198	3	2,14	5,12	
199	6	2,14	5,12	
200	3	3,69	5,12	
201	6	3,69	5,12	
203	0	3,69	5,12	
204	1,2	3,69	5,12	
205	1,2	2,14	5,12	
206	1,2	0	5,12	
207	2,4	3,69	5,12	
208	2,4	2,14	5,12	
209	2,4	0	5,12	
210	3,6	3,69	5,12	
211	3,6	2,14	5,12	
212	3,6	0	5,12	
213	4,8	3,69	5,12	
214	4,8	2,14	5,12	
215	4,8	0	5,12	

13. ANNEXE 3 : TABLEAU DES BARRES

Barre	Noeud 1	Noeud 2	Section	Matériau	Gamma [deg]	Type de barre	Élément de construction
1	1	98	HEB 100	Steel	0	Barre	Barre
2	3	103	HEB 100	Steel	0	Barre	Barre
3	5	106	HEB 100	Steel	0	Barre	Barre
4	7	107	HEB 100	Steel	0	Barre	Barre
5	9	104	HEB 100	Steel	0	Barre	Barre
6	11	99	HEB 100	Steel	0	Barre	Barre
7	13	108	HEB 100	Steel	0	Barre	Barre
8	15	105	HEB 100	Steel	0	Barre	Barre
9	17	100	HEB 100	Steel	0	Barre	Barre
10	19	101	HEB 100	Steel	0	Barre	Barre
11	23	112	HEB 100	Steel	0	Barre	Barre
12	25	26	HEB 100	Steel	0	Barre	Barre
13	27	28	HEB 100	Steel	0	Barre	Barre
14	29	113	HEB 100	Steel	0	Barre	Barre
15	31	32	HEB 100	Steel	0	Barre	Barre
16	33	34	HEB 100	Steel	0	Barre	Barre
17	35	102	HEB 100	Steel	0	Barre	Barre
18	176	186	HEB 100	Steel	0	Barre	Barre
19	186	192	HEB 100	Steel	0	Barre	Barre
20	192	20	HEB 100	Steel	0	Barre	Barre
21	20	36	HEB 100	Steel	0	Barre	Barre
22	178	184	HEB 100	Steel	0	Barre	Barre
23	184	190	HEB 100	Steel	0	Barre	Barre
24	190	37	HEB 100	Steel	0	Barre	Barre
26	182	188	HEB 100	Steel	0	Barre	Barre
27	188	38	HEB 100	Steel	0	Barre	Barre
28	38	37	HEB 100	Steel	0	Barre	Barre
29	37	39	HEB 100	Steel	0	Barre	Barre
30	180	178	HEB 100	Steel	0	Barre	Barre
31	178	176	HEB 100	Steel	0	Barre	Barre
32	24	30	HEB 100	Steel	0	Barre	Barre
33	40	41	UPE 100	Steel	0	Barre	Barre
34	24	40	HEB 100	Steel	0	Barre	Barre
35	30	41	HEB 100	Steel	0	Barre	Barre
36	42	43	HEB 100	Steel	0	Barre	Barre
37	26	28	UPE 140	Steel	270	Barre	Barre
38	32	34	UPE 140	Steel	270	Barre	Barre
39	36	44	HEB 100	Steel	0	Barre	Barre
40	44	45	HEB 100	Steel	0	Barre	Barre
41	45	46	HEB 100	Steel	0	Barre	Barre
42	47	48	HEB 100	Steel	0	Barre	Barre
43	48	49	HEB 100	Steel	0	Barre	Barre
44	50	51	HEB 100	Steel	0	Barre	Barre
45	51	52	HEB 100	Steel	0	Barre	Barre
46	53	54	HEB 100	Steel	0	Barre	Barre

47	54	55	HEB 100	Steel	0	Barre	Barre
48	56	57	HEB 100	Steel	0	Barre	Barre
49	57	58	HEB 100	Steel	0	Barre	Barre
50	188	190	HEB 100	Steel	0	Barre	Barre
51	59	60	HEB 100	Steel	0	Barre	Barre
52	61	62	HEB 100	Steel	0	Barre	Barre
53	45	20	HEB 100	Steel	0	Barre	Barre
54	63	64	HEB 100	Steel	0	Barre	Barre
55	65	66	HEB 100	Steel	0	Barre	Barre
56	67	68	I-SYM_V_1	Steel	180	Barre	Barre
57	69	70	I-SYM_V_1	Steel	180	Barre	Barre
58	71	25	CAE 50x5	Steel	0	Barre	Barre
59	27	72	CAE 50x5	Steel	0	Barre	Barre
60	73	33	CAE 50x5	Steel	0	Barre	Barre
61	74	31	CAE 50x5	Steel	0	Barre	Barre
62	73	29	CAE 50x5	Steel	0	Barre	Barre
63	31	30	CAE 50x5	Steel	0	Barre	Barre
64	24	25	CAE 50x5	Steel	0	Barre	Barre
65	72	23	CAE 50x5	Steel	0	Barre	Barre
66	75	76	UPE 100	Steel	270	Barre	Barre
67	77	78	UPE 100	Steel	270	Barre	Barre
68	33	75	CAE 50x5	Steel	0	Barre	Barre
69	76	27	CAE 50x5	Steel	0	Barre	Barre
70	76	71	CAE 50x5	Steel	0	Barre	Barre
71	75	74	CAE 50x5	Steel	0	Barre	Barre
72	73	77	CAE 50x5	Steel	0	Barre	Barre
73	72	78	CAE 50x5	Steel	0	Barre	Barre
74	78	25	CAE 50x5	Steel	0	Barre	Barre
75	31	77	CAE 50x5	Steel	0	Barre	Barre
77	79	30	CAE 50x5	Steel	0	Barre	Barre
80	29	79	CAE 50x5	Steel	0	Barre	Barre
81	1	186	CAE 50x5	Steel	0	Barre	Barre
82	176	11	CAE 50x5	Steel	0	Barre	Barre
83	11	192	CAE 50x5	Steel	0	Barre	Barre
84	186	17	CAE 50x5	Steel	0	Barre	Barre
85	17	20	CAE 50x5	Steel	0	Barre	Barre
86	192	19	CAE 50x5	Steel	0	Barre	Barre
87	19	36	CAE 50x5	Steel	0	Barre	Barre
88	20	35	CAE 50x5	Steel	0	Barre	Barre
89	178	9	CAE 50x5	Steel	0	Barre	Barre
90	184	3	CAE 50x5	Steel	0	Barre	Barre
91	184	15	CAE 50x5	Steel	0	Barre	Barre
92	190	9	CAE 50x5	Steel	0	Barre	Barre
93	180	7	CAE 50x5	Steel	0	Barre	Barre
94	182	5	CAE 50x5	Steel	0	Barre	Barre
95	182	13	CAE 50x5	Steel	0	Barre	Barre
96	7	188	CAE 50x5	Steel	0	Barre	Barre

ARTELIA INDUSTRIE					N° : CCJ029-NT002 Rév. A		
-------------------	--	--	--	--	-----------------------------	--	--

97	180	3	CAE 50x5	Steel	0	Barre	Barre
98	178	5	CAE 50x5	Steel	0	Barre	Barre
99	178	1	CAE 50x5	Steel	0	Barre	Barre
100	176	3	CAE 50x5	Steel	0	Barre	Barre
101	79	81	UPE 100	Steel	270	Barre	Barre
102	24	81	CAE 50x5	Steel	0	Barre	Barre
103	81	23	CAE 50x5	Steel	0	Barre	Barre
123	82	83	UPE 140	Steel	0	Barre	Barre
124	84	85	UPE 140	Steel	0	Barre	Barre
125	180	182	HEB 100	Steel	0	Barre	Barre
127	98	176	CROIX_1	Steel	0	Barre	Barre
128	106	180	CROIX_1	Steel	0	Barre	Barre
129	102	36	CROIX_1	Steel	0	Barre	Barre
130	103	178	CROIX_1	Steel	0	Barre	Barre
131	113	30	CROIX_1	Steel	0	Barre	Barre
132	112	24	CROIX_1	Steel	0	Barre	Barre
133	99	186	HEB 100	Steel	0	Barre	Barre
134	100	192	HEB 100	Steel	0	Barre	Barre
135	101	20	HEB 100	Steel	0	Barre	Barre
137	104	184	HEB 100	Steel	0	Barre	Barre
138	105	190	HEB 100	Steel	0	Barre	Barre
139	107	182	HEB 100	Steel	90	Barre	Barre
140	108	188	HEB 100	Steel	90	Barre	Barre
141	38	116	UPE 140	Steel	0	Barre	Barre
145	45	124	UPE 140	Steel	0	Barre	Barre
146	44	125	UPE 140	Steel	0	Barre	Barre
148	123	129	UPE 140	Steel	0	Barre	Barre
197	176	177	HEB 100	Steel	0	Barre	Barre
198	178	179	HEB 100	Steel	0	Barre	Barre
199	180	181	HEB 100	Steel	0	Barre	Barre
200	182	183	HEB 100	Steel	0	Barre	Barre
201	184	185	HEB 100	Steel	0	Barre	Barre
202	186	187	HEB 100	Steel	0	Barre	Barre
203	188	189	HEB 100	Steel	0	Barre	Barre
204	190	191	HEB 100	Steel	0	Barre	Barre
205	192	193	HEB 100	Steel	0	Barre	Barre
206	194	195	HEB 100	Steel	0	Barre	Barre
207	195	196	HEB 100	Steel	0	Barre	Barre
208	197	198	HEB 100	Steel	0	Barre	Barre
209	198	199	HEB 100	Steel	0	Barre	Barre
210	203	200	HEB 100	Steel	0	Barre	Barre
211	200	201	HEB 100	Steel	0	Barre	Barre
213	203	197	HEB 100	Steel	0	Barre	Barre
214	197	194	HEB 100	Steel	0	Barre	Barre
215	204	205	HEB 100	Steel	0	Barre	Barre
216	205	206	HEB 100	Steel	0	Barre	Barre
217	207	208	HEB 100	Steel	0	Barre	Barre
218	208	209	HEB 100	Steel	0	Barre	Barre
219	210	211	HEB 100	Steel	0	Barre	Barre

220	211	212	HEB 100	Steel	0	Barre	Barre
221	213	214	HEB 100	Steel	0	Barre	Barre
222	214	215	HEB 100	Steel	0	Barre	Barre
223	201	199	HEB 100	Steel	0	Barre	Barre
224	199	196	HEB 100	Steel	0	Barre	Barre
225	203	182	CAE 50x5	Steel	0	Barre	Barre
226	200	180	CAE 50x5	Steel	0	Barre	Barre
227	200	188	CAE 50x5	Steel	0	Barre	Barre
228	182	201	CAE 50x5	Steel	0	Barre	Barre
229	203	178	CAE 50x5	Steel	0	Barre	Barre
230	197	180	CAE 50x5	Steel	0	Barre	Barre
231	197	176	CAE 50x5	Steel	0	Barre	Barre
232	194	178	CAE 50x5	Steel	0	Barre	Barre
233	177	194	CROIX_1	Steel	0	Barre	Barre
234	181	203	CROIX_1	Steel	0	Barre	Barre
235	179	197	CROIX_1	Steel	0	Barre	Barre
236	187	195	HEB 100	Steel	0	Barre	Barre
237	193	196	HEB 100	Steel	0	Barre	Barre
239	185	198	HEB 100	Steel	0	Barre	Barre
240	191	199	HEB 100	Steel	0	Barre	Barre
241	183	200	HEB 100	Steel	90	Barre	Barre
242	189	201	HEB 100	Steel	90	Barre	Barre