



neowise

Note de calcul

Structure de levage

Implantation des cuves A et B
Copie publique anonymisée

Projet	Document	Révision	Date
Installation industrielle	Version publique	0	06/11/2023

Établi pour	Présentation de la copie
Client industriel anonymisé	NEOWISE SRL Tienne du Golf 24 1390 Grez-Doiceau BE 0805.482.951 neowise.be

Rôles historiques : auteur et vérificateur (identités retirées)

Copie préparée le 20/09/2026 — étude historique et réserves conservées

Historique des révisions

Étude publique — Structure de levage

Les identités et références de dossier sont retirées. Les rôles, dates, calculs et réserves historiques sont conservés. Cette copie publique ne constitue pas une nouvelle validation technique.

Rév	Date	Dénomination	Aut.	Vérif.	App.
0	06/11/23	Première diffusion	Auteur	Vérif.	

Table des matières

1	OBJECTIF DE LA NOTE DE CALCUL.....	4
2	PARAMÈTRES DE LA SIMULATION.....	5
2.1	Cas de charge.....	5
2.2	Valeur Chargements :.....	6
2.3	Informations sur le modèle.....	10
2.4	Propriété du matériau.....	10
2.5	Numéro des fers et nœuds.....	10
2.6	Appuis.....	10
3	RÉSULTATS DE LA SIMULATION.....	11
3.1	Contraintes EFF: Extrêmes globaux.....	11
3.2	Déplacements DEP : Extrêmes globaux.....	11
3.3	Réactions d'appuis aux ELU.....	13
3.4	Vérification des fers.....	14
4	CONCLUSION.....	15
5	ANNEXE : DÉTAIL DES CALCULS DES FERS.....	16
5.1	CALCUL DES STRUCTURES ACIER.....	16
6	ANNEXE : DÉTAIL DES CALCULS DES ASSEMBLAGES POTEaux-POUTRES.....	23
6.1	Platine d'extrémité.....	23
6.2	Platine d'extrémité Description.....	23
6.3	Vérification des boulons.....	25
	Conditions.....	25
6.4	Vérification du cisaillement des boulons.....	25
6.5	Vérification de l'écrasement des boulons.....	26
6.6	Vérification de la traction dans le boulon.....	26
6.7	Résistance du boulon au poinçonnement.....	26
6.8	Vérification du cisaillement et traction dans les boulons.....	26
6.9	Vérification du plat en cisaillement.....	26
6.10	Vérification du déchirement du bloc.....	27
6.11	Vérification du cisaillement de la poutre secondaire.....	27
6.12	Vérification de la soudure.....	27
6.13	Conclusion.....	27
7	ANNEXE : DÉTAIL DES CALCULS DES VISERIES PALAN.....	28
7.1	Résistance des boulons ordinaires.....	28
7.2	Conclusion :.....	28

1 OBJECTIF DE LA NOTE DE CALCUL

Pour l'implantation des cuves A et B, une structure pour évacuer le moteur/ pompe est nécessaire. La structure sera vérifiée selon les normes Eurocodes 3 et de levage via le logiciel Robot 2023.

Données :

Charge de l'élément levé : 750kg

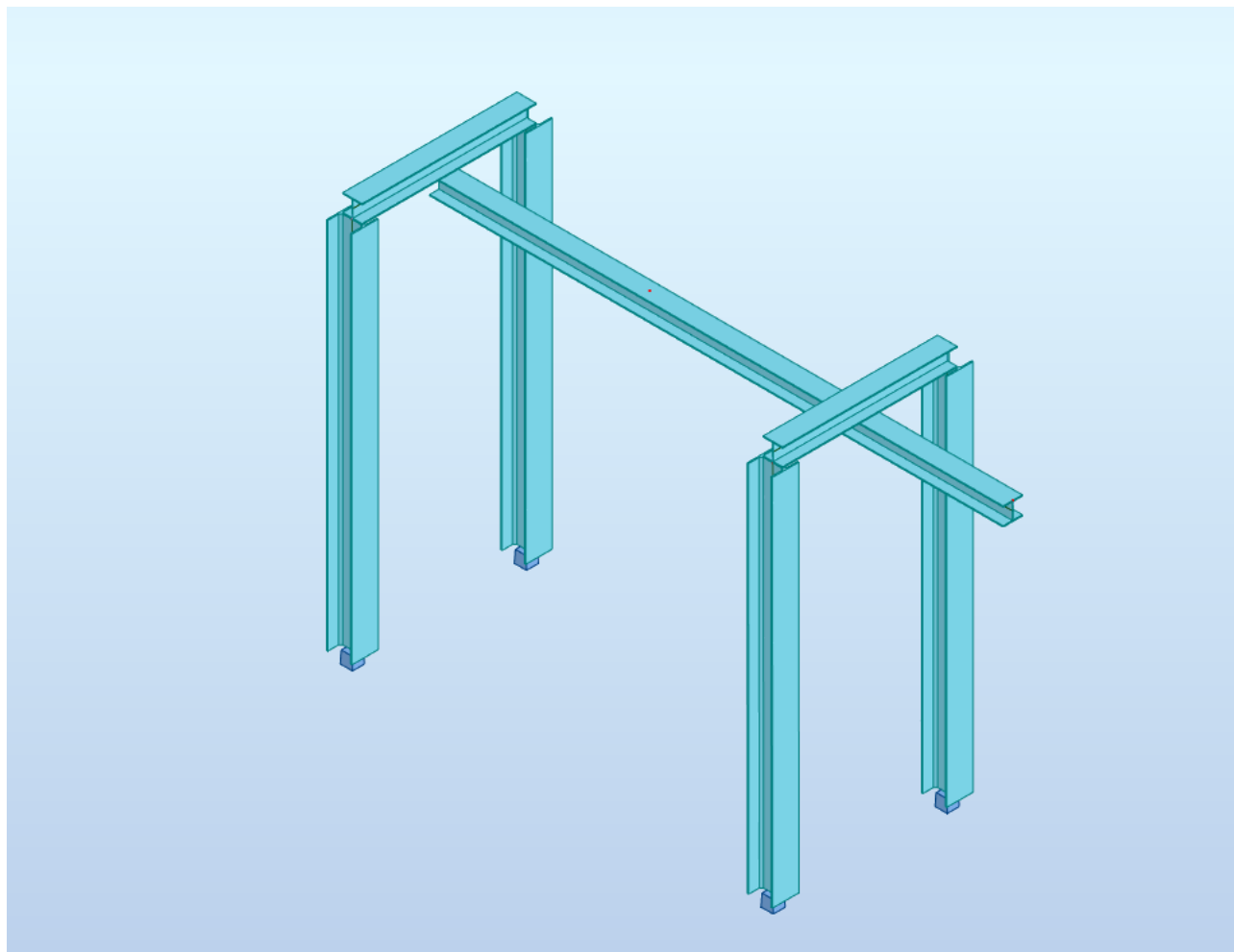


Figure 1 : Illustration 3D de la structure

2 PARAMÈTRES DE LA SIMULATION

Hypothèses :

- Charge levée : 750kg (en deux points distincts : milieu appuis et extrémité)
- Coefficient augmentation de charge pour levage : 4,00
- Vent de 24m/s
- Matière : S235J
- Platine d'ancrage : 4 boulons minimum par ancrages
- Force d'arrêt estimée à 3000 N (Décélération de 4 m/s²)
 - Force en Y+ dans le car de la charge à l'extrémité et Y- dans le cas de la charge au centre

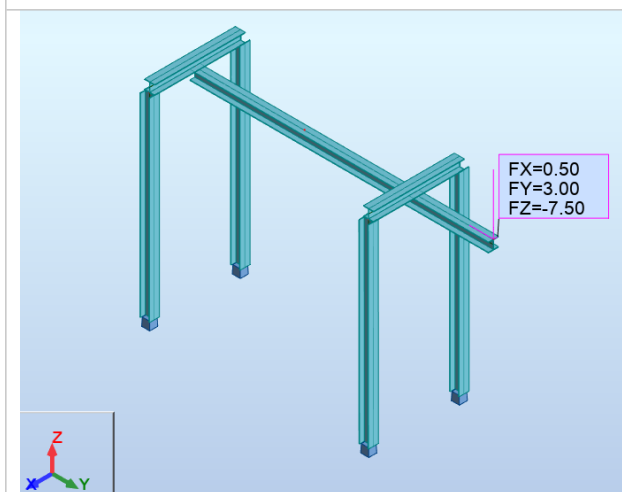
2.1 Cas de charge

Cas	Préfixe	Nom du cas	Nature	Type d'analyse
1	PERM1	PERM1	Structurelle	Statique linéaire
2	EXPL1	Chariot	Catégorie E	Statique linéaire
3	VENT1	Vent X+ 24 m/s (f =1.00) Simulation	vent	Statique linéaire
4	VENT2	Vent Y+ 24 m/s (f =1.00) Simulation	vent	Statique linéaire
5	VENT3	Vent X- 24 m/s (f =1.00) Simulation	vent	Statique linéaire
6	VENT4	Vent Y- 24 m/s (f =1.00) Simulation	vent	Statique linéaire
7	EXPL11	Chariot position 2	Catégorie E	Statique linéaire
23		ELU		Statique linéaire
24		ELU+		Statique linéaire
25		ELU-		Statique linéaire
26		ELS		Statique linéaire
27		ELS+		Statique linéaire
28		ELS-		Statique linéaire
29		ELS:CAR		Statique linéaire
30		ELS:CAR+		Statique linéaire
31		ELS:CAR-		Statique linéaire
32		ELS:FRE		Statique linéaire
33		ELS:FRE+		Statique linéaire
34		ELS:FRE-		Statique linéaire
35		ELS:QPR		Statique linéaire
36		ELS:QPR+		Statique linéaire
37		ELS:QPR-		Statique linéaire

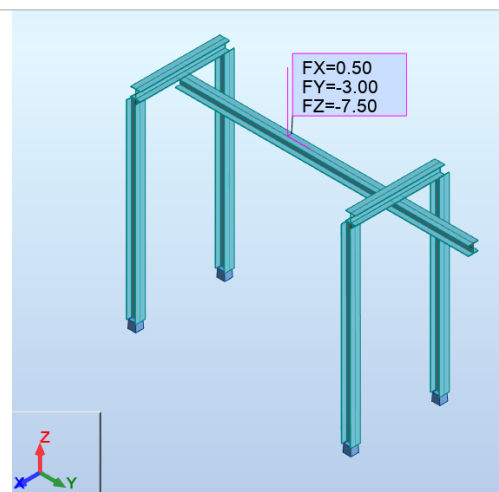
2.2 Valeur Chargements :

Cas	Type de charge	Liste	Valeurs de la charge
1	poids propre	2A8	PZ Moins Coef=1,00
2	force nodale	10	FX=0,50[kN] FY=3,00[kN] FZ=-7,50[kN]
3	charge uniforme	2	PY=0,00[kN/m] PZ=0,01[kN/m] local
3	charge uniforme	3	PY=0,01[kN/m] PZ=0,04[kN/m] local
3	charge uniforme	4	PY=0,00[kN/m] PZ=0,00[kN/m] local
3	charge uniforme	5	PY=0,00[kN/m] PZ=0,01[kN/m] local
3	charge uniforme	6	PY=0,00[kN/m] PZ=0,00[kN/m] local
3	charge uniforme	7	PY=0,07[kN/m] PZ=0,00[kN/m] local
3	charge uniforme	8	PY=-0,01[kN/m] PZ=0,04[kN/m] local
4	charge uniforme	2	PY=0,05[kN/m] PZ=0,01[kN/m] local
4	charge uniforme	3	PY=0,02[kN/m] PZ=-0,00[kN/m] local
4	charge uniforme	4	PY=-0,02[kN/m] PZ=0,00[kN/m] local
4	charge uniforme	5	PY=0,03[kN/m] PZ=0,01[kN/m] local
4	charge uniforme	6	PY=-0,05[kN/m] PZ=0,01[kN/m] local
4	charge uniforme	7	PY=0,00[kN/m] PZ=0,00[kN/m] local
4	charge uniforme	8	PY=0,05[kN/m] PZ=-0,01[kN/m] local
5	charge uniforme	2	PY=-0,01[kN/m] PZ=-0,04[kN/m] local
5	charge uniforme	3	PY=0,00[kN/m] PZ=-0,01[kN/m] local
5	charge uniforme	4	PY=0,00[kN/m] PZ=0,00[kN/m] local
5	charge uniforme	5	PY=0,01[kN/m] PZ=-0,04[kN/m] local
5	charge uniforme	6	PY=0,00[kN/m] PZ=0,00[kN/m] local
5	charge uniforme	7	PY=-0,07[kN/m] PZ=0,00[kN/m] local
5	charge uniforme	8	PY=0,00[kN/m] PZ=-0,01[kN/m] local
6	charge uniforme	2	PY=-0,03[kN/m] PZ=0,00[kN/m] local
6	charge uniforme	3	PY=-0,04[kN/m] PZ=-0,01[kN/m] local
6	charge uniforme	4	PY=0,04[kN/m] PZ=0,01[kN/m] local
6	charge uniforme	5	PY=-0,04[kN/m] PZ=0,00[kN/m] local
6	charge uniforme	6	PY=0,03[kN/m] PZ=-0,00[kN/m] local
6	charge uniforme	7	PY=-0,00[kN/m] PZ=0,00[kN/m] local
6	charge uniforme	8	PY=-0,03[kN/m] PZ=-0,01[kN/m] local
7	force nodale	14	FX=0,50[kN] FY=-3,00[kN] FZ=-7,50[kN]

Cas 2 :



Cas 7 :



Pondérations

Combinaison/Comp.	Définition (cas * multiplicateur Eurocode)
ELU/ 1	1*1.35
ELU/ 2	1*1.35 + 2*4.05
ELU/ 3	1*1.35 + 2*4.05 + 3*0.90
ELU/ 4	1*1.35 + 2*4.05 + 4*0.90
ELU/ 5	1*1.35 + 2*4.05 + 5*0.90
ELU/ 6	1*1.35 + 2*4.05 + 6*0.90
ELU/ 7	1*1.35 + 7*4.05
ELU/ 8	1*1.35 + 3*0.90 + 7*4.05
ELU/ 9	1*1.35 + 4*0.90 + 7*4.05
ELU/ 10	1*1.35 + 5*0.90 + 7*4.05
ELU/ 11	1*1.35 + 6*0.90 + 7*4.05
ELU/ 12	1*1.00
ELU/ 13	1*1.00 + 2*4.05
ELU/ 14	1*1.00 + 2*4.05 + 3*0.90
ELU/ 15	1*1.00 + 2*4.05 + 4*0.90
ELU/ 16	1*1.00 + 2*4.05 + 5*0.90
ELU/ 17	1*1.00 + 2*4.05 + 6*0.90
ELU/ 18	1*1.00 + 7*4.05
ELU/ 19	1*1.00 + 3*0.90 + 7*4.05
ELU/ 20	1*1.00 + 4*0.90 + 7*4.05
ELU/ 21	1*1.00 + 5*0.90 + 7*4.05
ELU/ 22	1*1.00 + 6*0.90 + 7*4.05
ELU/ 23	1*1.35 + 3*1.50
ELU/ 24	1*1.35 + 4*1.50
ELU/ 25	1*1.35 + 5*1.50
ELU/ 26	1*1.35 + 6*1.50
ELU/ 27	1*1.35 + 2*4.05 + 3*1.50
ELU/ 28	1*1.35 + 2*4.05 + 4*1.50
ELU/ 29	1*1.35 + 2*4.05 + 5*1.50
ELU/ 30	1*1.35 + 2*4.05 + 6*1.50
ELU/ 31	1*1.35 + 3*1.50 + 7*4.05
ELU/ 32	1*1.35 + 4*1.50 + 7*4.05
ELU/ 33	1*1.35 + 5*1.50 + 7*4.05
ELU/ 34	1*1.35 + 6*1.50 + 7*4.05
ELU/ 35	1*1.00 + 3*1.50
ELU/ 36	1*1.00 + 4*1.50
ELU/ 37	1*1.00 + 5*1.50
ELU/ 38	1*1.00 + 6*1.50
ELU/ 39	1*1.00 + 2*4.05 + 3*1.50
ELU/ 40	1*1.00 + 2*4.05 + 4*1.50
ELU/ 41	1*1.00 + 2*4.05 + 5*1.50
ELU/ 42	1*1.00 + 2*4.05 + 6*1.50
ELU/ 43	1*1.00 + 3*1.50 + 7*4.05
ELU/ 44	1*1.00 + 4*1.50 + 7*4.05
ELU/ 45	1*1.00 + 5*1.50 + 7*4.05
ELU/ 46	1*1.00 + 6*1.50 + 7*4.05
ELS:CAR/ 1	1*1.00
ELS:CAR/ 2	1*1.00 + 2*2.70
ELS:CAR/ 3	1*1.00 + 2*2.70 + 3*0.60
ELS:CAR/ 4	1*1.00 + 2*2.70 + 4*0.60
ELS:CAR/ 5	1*1.00 + 2*2.70 + 5*0.60
ELS:CAR/ 6	1*1.00 + 2*2.70 + 6*0.60
ELS:CAR/ 7	1*1.00 + 7*2.70
ELS:CAR/ 8	1*1.00 + 3*0.60 + 7*2.70
ELS:CAR/ 9	1*1.00 + 4*0.60 + 7*2.70
ELS:CAR/ 10	1*1.00 + 5*0.60 + 7*2.70
ELS:CAR/ 11	1*1.00 + 6*0.60 + 7*2.70
ELS:CAR/ 12	1*1.00 + 3*1.00
ELS:CAR/ 13	1*1.00 + 4*1.00
ELS:CAR/ 14	1*1.00 + 5*1.00
ELS:CAR/ 15	1*1.00 + 6*1.00
ELS:CAR/ 16	1*1.00 + 2*2.70 + 3*1.00
ELS:CAR/ 17	1*1.00 + 2*2.70 + 4*1.00
ELS:CAR/ 18	1*1.00 + 2*2.70 + 5*1.00
ELS:CAR/ 19	1*1.00 + 2*2.70 + 6*1.00
ELS:CAR/ 20	1*1.00 + 3*1.00 + 7*2.70
ELS:CAR/ 21	1*1.00 + 4*1.00 + 7*2.70
ELS:CAR/ 22	1*1.00 + 5*1.00 + 7*2.70
ELS:CAR/ 23	1*1.00 + 6*1.00 + 7*2.70
ELS:FRE/ 24	1*1.00
ELS:FRE/ 25	1*1.00 + 2*2.43
ELS:FRE/ 26	1*1.00 + 7*2.43
ELS:FRE/ 27	1*1.00 + 3*0.20

ELS:FRE/ 28	1*1.00 + 4*0.20
ELS:FRE/ 29	1*1.00 + 5*0.20
ELS:FRE/ 30	1*1.00 + 6*0.20
ELS:FRE/ 31	1*1.00 + 2*2.16 + 3*0.20
ELS:FRE/ 32	1*1.00 + 2*2.16 + 4*0.20
ELS:FRE/ 33	1*1.00 + 2*2.16 + 5*0.20
ELS:FRE/ 34	1*1.00 + 2*2.16 + 6*0.20
ELS:FRE/ 35	1*1.00 + 3*0.20 + 7*2.16
ELS:FRE/ 36	1*1.00 + 4*0.20 + 7*2.16
ELS:FRE/ 37	1*1.00 + 5*0.20 + 7*2.16
ELS:FRE/ 38	1*1.00 + 6*0.20 + 7*2.16
ELS:QPR/ 39	1*1.00
ELS:QPR/ 40	1*1.00 + 2*2.16
ELS:QPR/ 41	1*1.00 + 7*2.16
ELS:CAR/ 1	1*1.00
ELS:CAR/ 2	1*1.00 + 2*2.70
ELS:CAR/ 3	1*1.00 + 2*2.70 + 3*0.60
ELS:CAR/ 4	1*1.00 + 2*2.70 + 4*0.60
ELS:CAR/ 5	1*1.00 + 2*2.70 + 5*0.60
ELS:CAR/ 6	1*1.00 + 2*2.70 + 6*0.60
ELS:CAR/ 7	1*1.00 + 7*2.70
ELS:CAR/ 8	1*1.00 + 3*0.60 + 7*2.70
ELS:CAR/ 9	1*1.00 + 4*0.60 + 7*2.70
ELS:CAR/ 10	1*1.00 + 5*0.60 + 7*2.70
ELS:CAR/ 11	1*1.00 + 6*0.60 + 7*2.70
ELS:CAR/ 12	1*1.00 + 3*1.00
ELS:CAR/ 13	1*1.00 + 4*1.00
ELS:CAR/ 14	1*1.00 + 5*1.00
ELS:CAR/ 15	1*1.00 + 6*1.00
ELS:CAR/ 16	1*1.00 + 2*2.70 + 3*1.00
ELS:CAR/ 17	1*1.00 + 2*2.70 + 4*1.00
ELS:CAR/ 18	1*1.00 + 2*2.70 + 5*1.00
ELS:CAR/ 19	1*1.00 + 2*2.70 + 6*1.00
ELS:CAR/ 20	1*1.00 + 3*1.00 + 7*2.70
ELS:CAR/ 21	1*1.00 + 4*1.00 + 7*2.70
ELS:CAR/ 22	1*1.00 + 5*1.00 + 7*2.70
ELS:CAR/ 23	1*1.00 + 6*1.00 + 7*2.70
ELS:FRE/ 1	1*1.00
ELS:FRE/ 2	1*1.00 + 2*2.43
ELS:FRE/ 3	1*1.00 + 7*2.43
ELS:FRE/ 4	1*1.00 + 3*0.20
ELS:FRE/ 5	1*1.00 + 4*0.20
ELS:FRE/ 6	1*1.00 + 5*0.20
ELS:FRE/ 7	1*1.00 + 6*0.20
ELS:FRE/ 8	1*1.00 + 2*2.16 + 3*0.20
ELS:FRE/ 9	1*1.00 + 2*2.16 + 4*0.20
ELS:FRE/ 10	1*1.00 + 2*2.16 + 5*0.20
ELS:FRE/ 11	1*1.00 + 2*2.16 + 6*0.20
ELS:FRE/ 12	1*1.00 + 3*0.20 + 7*2.16
ELS:FRE/ 13	1*1.00 + 4*0.20 + 7*2.16
ELS:FRE/ 14	1*1.00 + 5*0.20 + 7*2.16
ELS:FRE/ 15	1*1.00 + 6*0.20 + 7*2.16
ELS:QPR/ 1	1*1.00
ELS:QPR/ 2	1*1.00 + 2*2.16
ELS:QPR/ 3	1*1.00 + 7*2.16

Nota Eurocode 3 :

ELU - Etat limite ultime – Utilisé principalement pour la résistance mécanique

ELS - Etat limite de service - Utilisé principalement pour les déformations

- Quatre états limites sont disponibles :
 - **ELU** (combinaisons utilisées pour vérifier la capacité de charge),
 - La vérification ELU ou la vérification de la résistance est effectuée à l'aide des combinaisons ELU ou de résistance créée avec le modèle DAM (Direct Analysis Method).
 - **ELS** (combinaisons utilisées pour vérifier l'état de service),
 - La vérification ELS ou la vérification de la déformation est effectuée à l'aide des combinaisons ELS ou de déformations créées avec le modèle de base.
 - **ACC** (combinaisons utilisées pour vérifier l'état accidentel)
 - **CAR** (combinaisons utilisées pour vérifier l'état spécial).
- Pour les combinaisons basées sur la nomenclature Eurocode Robot permet de générer le jeu de combinaison SLS avec 3 autres combinaisons : **ELS:CAR** (rares, caractéristique), **ELS:FRE** (fréquente): **ELS:QPR** (quasi-permanente).

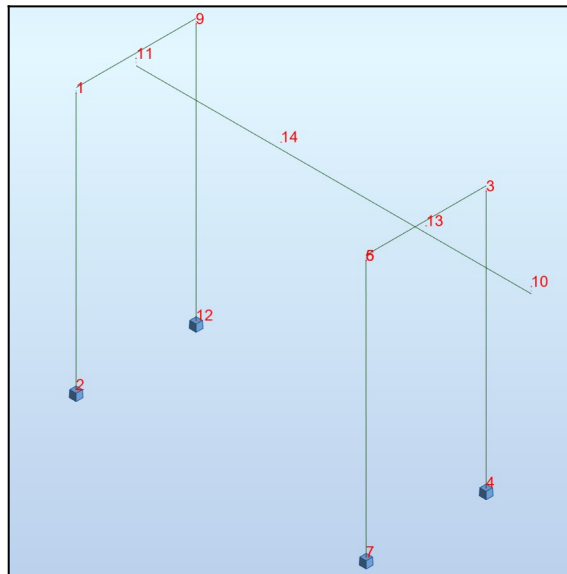
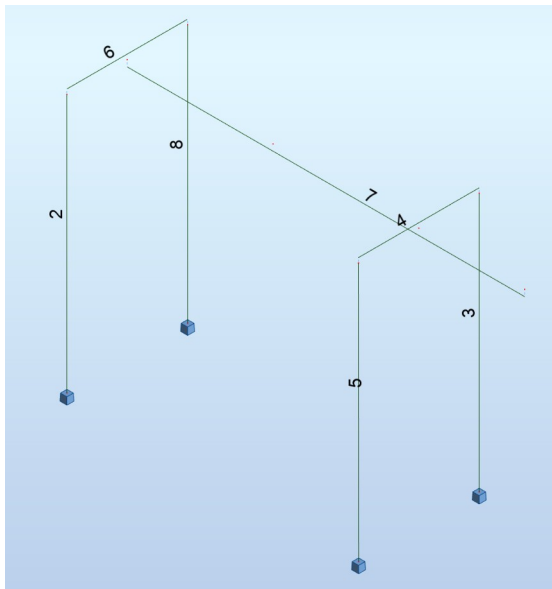
2.3 Informations sur le modèle

Barre	Noeud 1	Noeud 2	Section	Matériau	Longueur [m]	Gamma [Deg]	Type de barre
2	1	2	EU HEA 220	S 235	3,1	90,0	Poteau
3	3	4	EU HEA 220	S 235	3,1	90,0	Poteau
4	5	3	EU HEA 160	S 235	1,45	0	Barre
5	5	7	EU HEA 220	S 235	3,1	90,0	Poteau
6	1	9	EU HEA 160	S 235	1,45	0	Barre
7	10	11	EU HEA 160	S 235	4,77	0	Barre
8	9	12	EU HEA 220	S 235	3,1	90,0	Poteau

2.4 Propriété du matériau

	Matériau	E [MPa]	G [MPa]	NU	LX [1/°C]	RO [kN/mm3]	Re [MPa]
1	STAHL S235JR	210000,00	80800,00	0,30	0,00	0,000000	240,00

2.5 Numéro des fers et nœuds



2.6 Appuis

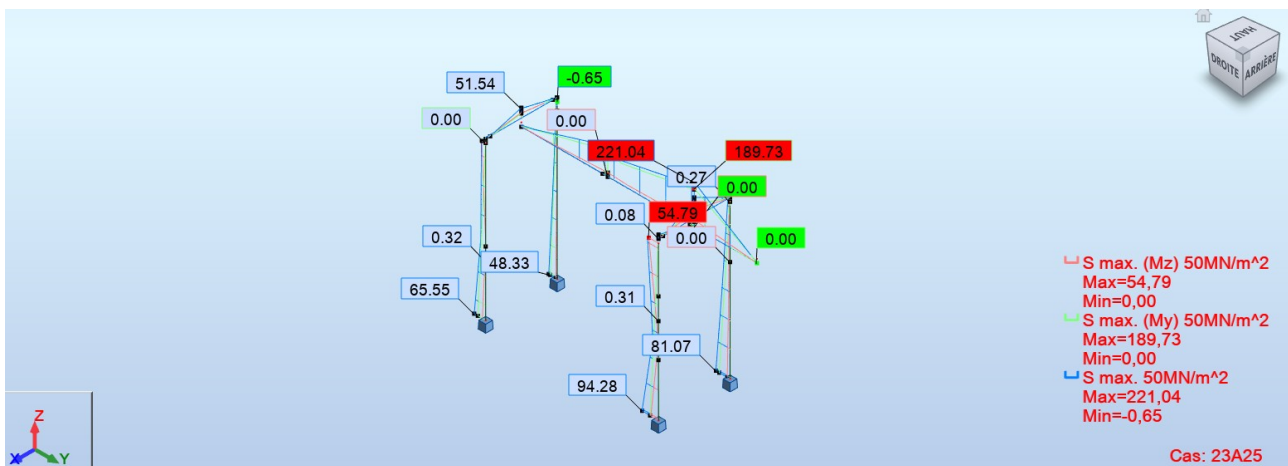
Nom de l'appui	Liste de nœuds	UX	UY	UZ	RX	RY	RZ
Encastrement	2 4 7 12	bloqué	bloqué	bloqué	bloqué	bloqué	bloqué

3 RÉSULTATS DE LA SIMULATION

3.1 Contraintes EFF: Extrêmes globaux

	FX [kN]	FY [kN]	FZ [kN]	MX [kNm]	MY [kNm]	MZ [kNm]
MAX	25,54	3,57	24,35	0,10	11,43	4,21
Barre	5	4	4	6	3	5
Noeud	7	3	5	9	4	5
Cas	ELU/27	ELU/34	ELU/27	ELU/34	ELU/31	ELU/27
MIN	-12,15	-4,05	-30,37	-0,15	-13,01	-3,36
Barre	7	4	7	7	3	5
Noeud	10	3	10	10	4	7
Cas	ELU/39	ELU/40	ELU/2	ELU/27	ELU/41	ELU/27

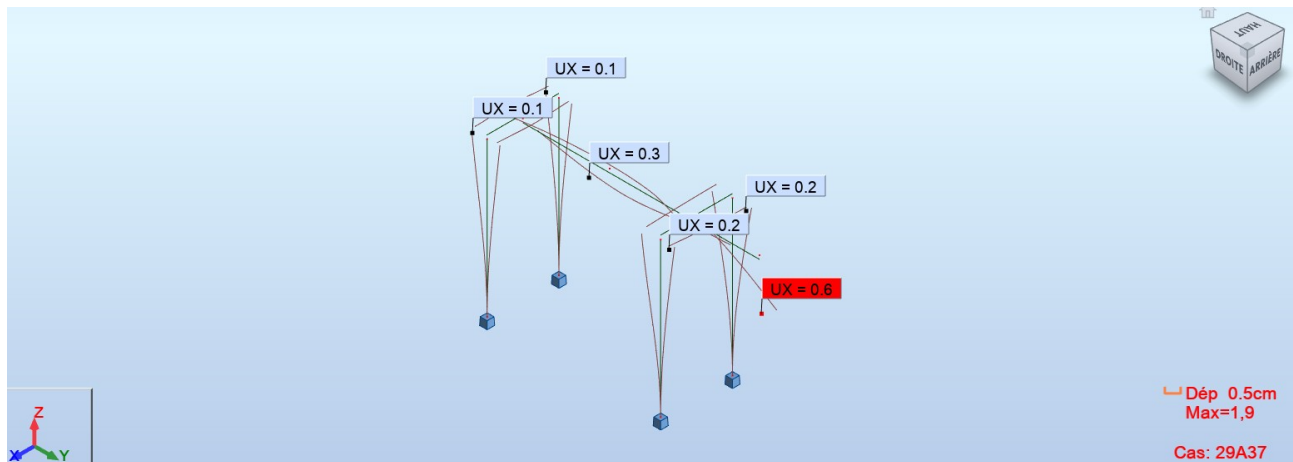
3.1.1 Vue - S max; Cas: Combiné ELU



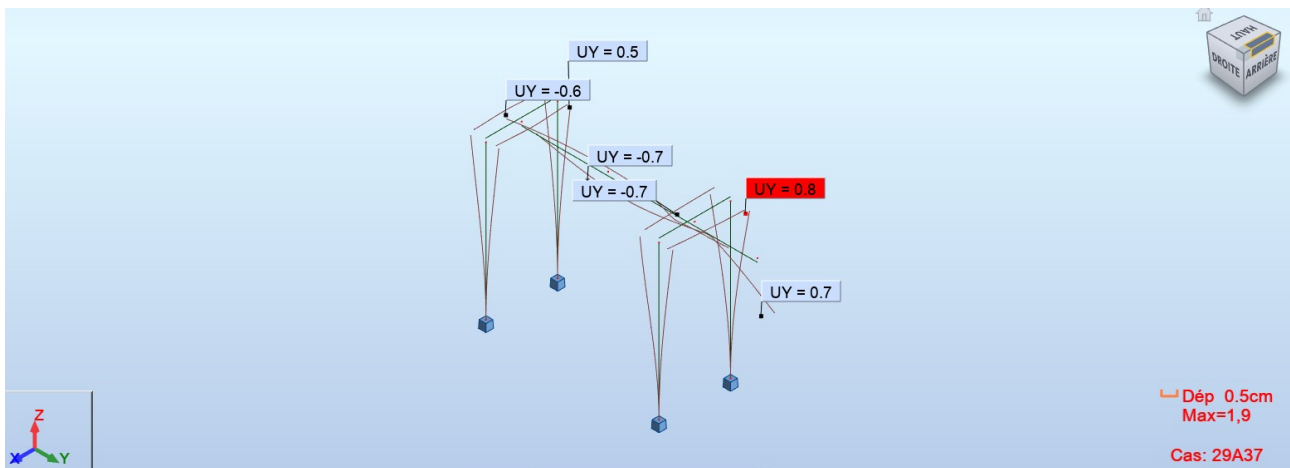
3.2 Déplacements DEP : Extrêmes globaux

	UX [cm]	UY [cm]	UZ [cm]	RX [Rad]	RY [Rad]	RZ [Rad]
	X+	Y+	Z+			
MAX	0,6	0,8	0,6	0,005	0,019	0,001
Noeud	10	3	14	13	10	6
Cas	ELS:CAR/16	ELS:CAR/18	ELS:CAR/16	ELS:CAR/21	ELS:CAR/18	ELS:CAR/20
	X-	Y-	Z-			
MIN	-0,0	-0,7	-1,6	-0,014	-0,001	-0,003
Noeud	1	3	10	10	6	10
Cas	ELS:CAR/18	ELS:CAR/20	ELS:CAR/18	ELS:CAR/18	ELS:CAR/18	ELS:CAR/16

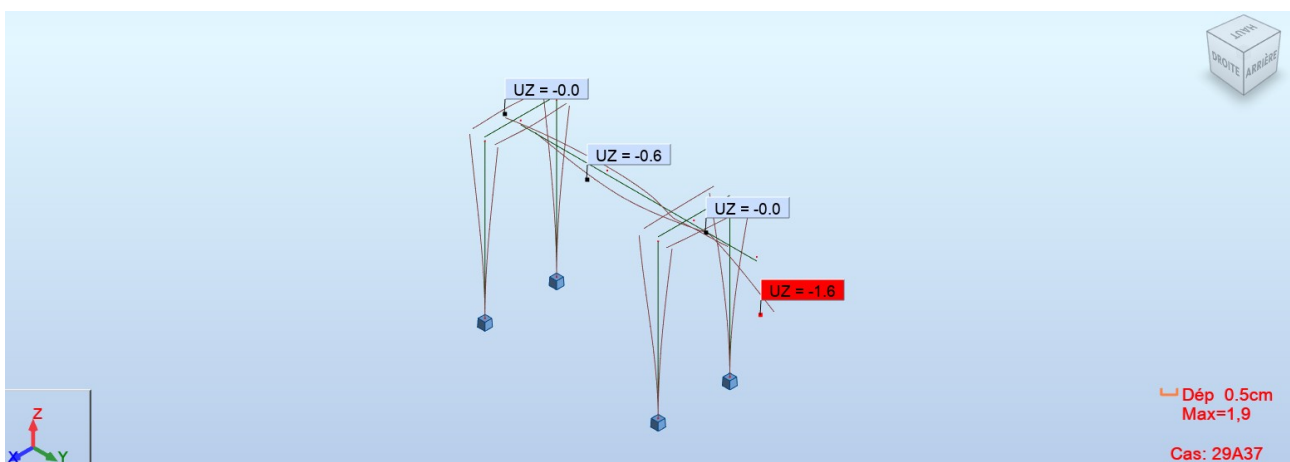
3.2.1 Déplacement selon UX



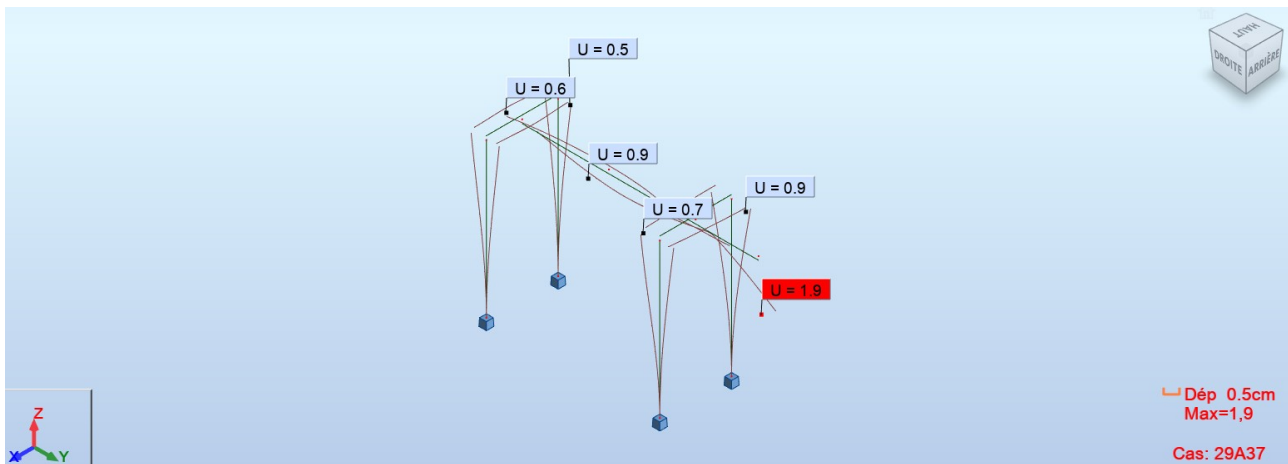
3.2.2 Déplacement selon UY



3.2.3 Déplacement selon UZ

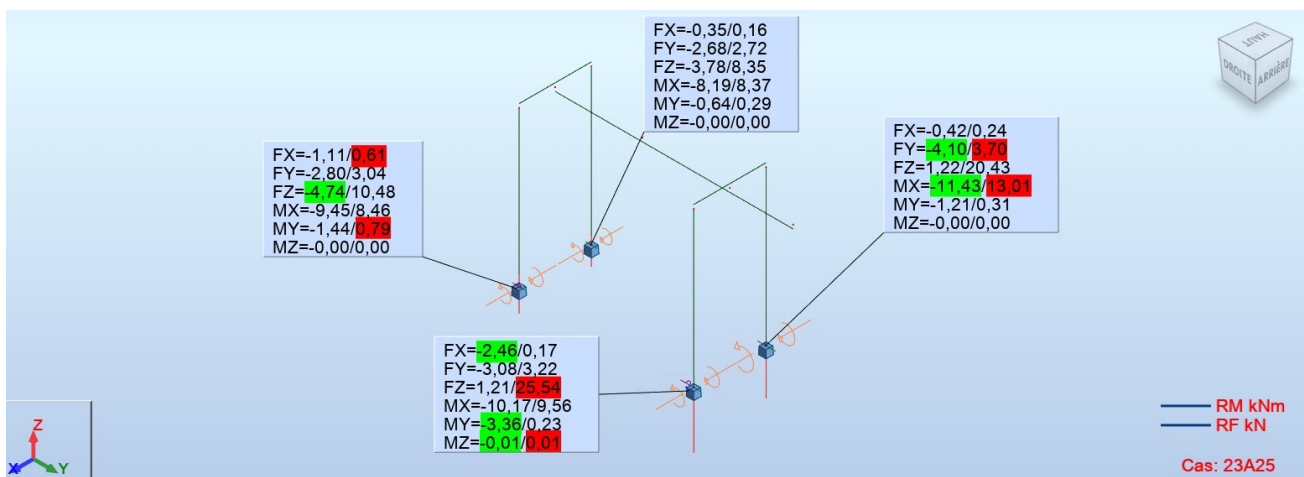


3.2.4 Déplacement max combiné : 1,9 cm



3.3 Réactions d'appuis aux ELU

	FX [kN]	FY [kN]	FZ [kN]	MX [kNm]	MY [kNm]	MZ [kNm]
MAX	0,61	3,70	25,54	13,01	0,79	0,01
Noeud	2	4	7	4	2	7
Cas	ELU/42	ELU/31	ELU/27	ELU/41	ELU/41	ELU/41
MIN	-2,46	-4,10	-4,74	-11,43	-3,36	-0,01
Noeud	7	4	2	4	7	7
Cas	ELU/27	ELU/41	ELU/41	ELU/31	ELU/27	ELU/31



3.3.1 Tableau des réactions

Tableau des cas de charge les plus critiques des appuis sur base des ELU

Noeud/Cas	FX [kN]	FY [kN]	FZ [kN]	MX [kNm]	MY [kNm]	MZ [kNm]
2/ ELU/42	0,61>>	-2,56	-4,67	8,04	0,79	0
2/ ELU/32	-1,11<<	2,93	10,43	-9,11	-1,44	0
2/ ELU/43	-0,97	3,04>>	10,02	-9,45	-1,35	0
2/ ELU/29	0,58	-2,80<<	-4,28	8,46	0,78	0
2/ ELU/31	-0,98	3,04	10,48>>	-9,45	-1,36	0
2/ ELU/41	0,58	-2,8	-4,74<<	8,45	0,79	0
2/ ELU/29	0,58	-2,8	-4,28	8,46>>	0,78	0
2/ ELU/43	-0,97	3,04	10,02	-9,45<<	-1,35	0
2/ ELU/41	0,58	-2,8	-4,74	8,45	0,79>>	0
2/ ELU/32	-1,11	2,93	10,43	-9,11	-1,44<<	0
2/ ELU/27	0,39	-2,48	-3,94	7,88	0,49	0,00>>
2/ ELU/37	0,08	-0,21	1,14	0,34	0,12	-0,00<<
4/ ELU/26	0,24>>	-0,01	2,21	-0,08	0,25	0
4/ ELU/39	-0,42<<	-3,84	19,23	12,6	-1,21	0
4/ ELU/31	-0,28	3,70>>	8,42	-11,43	-0,66	0
4/ ELU/41	-0,07	-4,10<<	19,89	13,01	-0,67	0
4/ ELU/29	-0,06	-4,1	20,43>>	13	-0,66	0
4/ 3	-0,12	0,12	-0,22<<	-0,17	-0,19	0
4/ ELU/41	-0,07	-4,1	19,89	13,01>>	-0,67	0
4/ ELU/31	-0,28	3,7	8,42	-11,43<<	-0,66	0
4/ ELU/25	0,2	-0,07	2,42	0,14	0,31>>	0
4/ ELU/39	-0,42	-3,84	19,23	12,6	-1,21<<	0
4/ ELU/30	-0,03	-4,03	20,22	12,78	-0,72	0,00>>
4/ ELU/44	-0,22	3,48	8,11	-11,08	-0,52	-0,00<<
7/ ELU/38	0,17>>	0,05	1,4	-0,11	0,18	0
7/ ELU/27	-2,46<<	-2,83	25,54	9,16	-3,36	0,01
7/ ELU/31	-1,09	3,22>>	11,15	-10,17	-1,51	-0,01
7/ ELU/41	-2,13	-3,08<<	24,33	9,56	-2,81	0,01
7/ ELU/27	-2,46	-2,83	25,54>>	9,16	-3,36	0,01
7/ 5	0,1	-0,12	-0,23<<	0,16	0,17	0
7/ ELU/41	-2,13	-3,08	24,33	9,56>>	-2,81	0,01
7/ ELU/31	-1,09	3,22	11,15	-10,17<<	-1,51	-0,01
7/ ELU/37	0,12	-0,17	1,21	0,22	0,23>>	0
7/ ELU/27	-2,46	-2,83	25,54	9,16	-3,36<<	0,01
7/ ELU/41	-2,13	-3,08	24,33	9,56	-2,81	0,01>>
7/ ELU/31	-1,09	3,22	11,15	-10,17	-1,51	-0,01<<
12/ ELU/26	0,16>>	0,01	1,85	-0,07	0,17	0
12/ ELU/44	-0,35<<	2,51	7,58	-7,91	-0,64	0
12/ ELU/43	-0,21	2,72>>	7,55	-8,19	-0,55	0
12/ ELU/29	0,09	-2,68<<	-2,98	8,32	0,28	0
12/ ELU/33	-0,04	2,51	8,35>>	-7,96	-0,27	0
12/ ELU/39	-0,07	-2,47	-3,78<<	8,08	0	0
12/ ELU/28	-0,21	-2,68	-3,3	8,37>>	-0,08	0
12/ ELU/43	-0,21	2,72	7,55	-8,19<<	-0,55	0
12/ ELU/30	0,15	-2,62	-3,04	8,17	0,29>>	0
12/ ELU/44	-0,35	2,51	7,58	-7,91	-0,64<<	0
12/ ELU/43	-0,21	2,72	7,55	-8,19	-0,55	0,00>>
12/ ELU/29	0,09	-2,68	-2,98	8,32	0,28	-0,00<<

3.4 Vérification des fers

Pièce	Profil	Matériau	Lay	Laz	Ratio▲	Cas	Ratio(uy)	Cas (uy)	Ratio(uz)	Cas (uz)	Ratio(vx)	Cas (vx)	Ratio(vy)	Cas (vy)
7	 EU HEA 160	S 235	72.50	116.78	0.95	23 ELU /2/	0.08	26 ELS /18/	0.85	26 ELS /16/	-	-	-	-
4	 EU HEA 160	S 235	22.04	35.50	0.35	23 ELU /28/	0.06	26 ELS /17/	0.07	26 ELS /16/	-	-	-	-
6	 EU HEA 160	S 235	22.01	35.45	0.14	23 ELU /31/	0.03	1*6 + 2.7*7	0.02	26 ELS /20/	-	-	-	-
3	 HEA 220 NEW	ACER	33.81	56.24	0.14	23 ELU /29/	-	-	-	-	0.03	26 ELS /16/	0.16	26 ELS /18/
5	 HEA 220 NEW	ACER	33.81	56.24	0.13	23 ELU /28/	-	-	-	-	0.04	26 ELS /16/	0.11	26 ELS /23/
2	 HEA 220 NEW	ACER	33.81	56.24	0.07	23 ELU /31/	-	-	-	-	0.02	26 ELS /21/	0.07	26 ELS /20/
8	 HEA 220 NEW	ACER	33.81	56.24	0.05	23 ELU /33/	-	-	-	-	0.01	26 ELS /21/	0.05	26 ELS /23/

4 CONCLUSION

En conclusion avec une charge de 750kg, et un coefficient multiplicateur de 4 sur la charge ; le dimensionnement de la structure est conforme selon l'Eurocode 3 et répond aux normes de levage (coefficient de sécurité > 4)

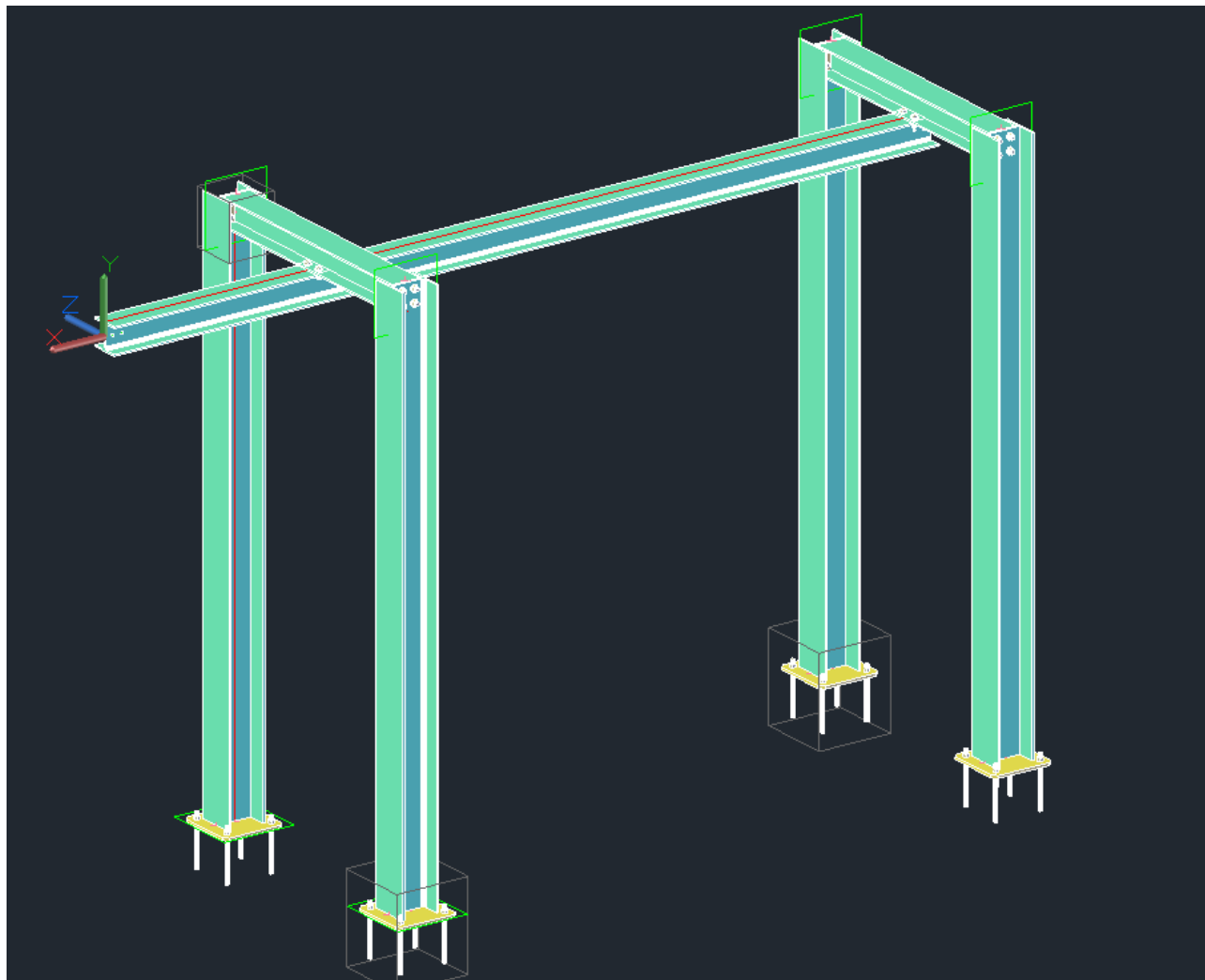


Figure 2 : Vue d'ensemble des fixations et assemblages

Ci-joint en annexe les calculs détaillés des différents fers ainsi que des assemblages.

Pour les détails de connections voir plans de détails.

5 ANNEXE : DÉTAIL DES CALCULS DES FERS

5.1 CALCUL DES STRUCTURES ACIER

NORME: NBN EN 1993-1:2005/ANB:2010/A1:2014, Eurocode 3: Design of steel structures.

TYPE D'ANALYSE: Vérification des pièces

FAMILLE:

PIECE: 2

POINT: 3

COORDONNEE: x = 1.00 L = 3.10 m

CHARGEMENTS:

Cas de charge décisif: 23 ELU /31/ 1*1.35 + 3*1.50 + 7*4.05

MATERIAU:

ACIER (S235) $f_y = 235.00$ MPa



PARAMETRES DE LA SECTION: HEA 220 NEW

h=21.0 cm

b=22.0 cm

tw=0.7 cm

tf=1.1 cm

gM0=1.00

Ay=53.70 cm²

Iy=5409.70 cm⁴

Wply=568.50 cm³

gM1=1.00

Az=20.67 cm²

Iz=1954.56 cm⁴

Wplz=270.60 cm³

Ax=64.34 cm²

Ix=27.10 cm⁴

EFFORTS INTERNES ET RESISTANCES ULTIMES:

N,Ed = 11.26 kN

Nc,Rd = 1512.02 kN

Nb,Rd = 1188.50 kN

My,Ed = 7.89 kN*m

My,Ed,max = 7.89 kN*m

My,c,Rd = 133.60 kN*m

MN,y,Rd = 133.60 kN*m

Mz,Ed = -1.81 kN*m

Mz,Ed,max = 2.36 kN*m

Mz,c,Rd = 63.59 kN*m

MN,z,Rd = 63.59 kN*m

Vy,Ed = 1.35 kN

Tau,y,max,Ed = 0.40 MPa

Vz,Ed = 2.54 kN

Tau,z,max,Ed = 1.89 MPa

Tt,Ed = 0.00 kN*m

Classe de la section = 1



PARAMETRES DE DEVERSEMENT:

PARAMETRES DE FLAMBEMENT:



en y:

Ly = 3.10 m

Lcr,y = 3.10 m

Lamy = 33.81

Lam_y = 0.36

Xy = 0.94

ky = 0.79



en z:

Lz = 3.10 m

Lcr,z = 3.10 m

Lamz = 56.24

Lam_z = 0.60

Xz = 0.79

kyz = 0.44

FORMULES DE VERIFICATION:

Contrôle de la résistance de la section:

N,Ed/Nc,Rd = 0.01 < 1.00 (6.2.4.(1))

My,Ed/MN,y,Rd = 0.06 < 1.00 (6.2.9.1.(2))

Mz,Ed/MN,z,Rd = 0.03 < 1.00 (6.2.9.1.(2))

(My,Ed/MN,y,Rd)^{2.00} + (Mz,Ed/MN,z,Rd)^{1.00} = 0.03 < 1.00 (6.2.9.1.(6))

(Tau,y,max,Ed + Tau,ty,Ed)/(fy/(sqrt(3)*gM0)) = 0.00 < 1.00 (6.2.6-7)

(Tau,z,max,Ed + Tau,tz,Ed)/(fy/(sqrt(3)*gM0)) = 0.01 < 1.00 (6.2.6-7)

Contrôle de la stabilité globale de la barre:

Lambda,y = 33.81 < Lambda,max = 210.00 Lambda,z = 56.24 < Lambda,max = 210.00 STABLE

N,Ed/(Xy*N,Rk/gM1) + kyy*My,Ed,max/(XLT*My,Rk/gM1) + kyz*Mz,Ed,max/(Mz,Rk/gM1) = 0.07 < 1.00 (6.3.3.(4))

N,Ed/(Xz*N,Rk/gM1) + kzy*My,Ed,max/(XLT*My,Rk/gM1) + kzz*Mz,Ed,max/(Mz,Rk/gM1) = 0.06 < 1.00 (6.3.3.(4))

DEPLACEMENTS LIMITES



Flèches (REPÈRE LOCAL): Non analysé



Déplacements (REPÈRE GLOBAL):

vx = 0.0 cm < vx max = L/150.00 = 2.1 cm

Vérfié

Cas de charge décisif: 26 ELS /21/ 1*1.00 + 4*1.00 + 7*2.70

vy = 0.1 cm < vy max = L/150.00 = 2.1 cm

Vérfié

Cas de charge décisif: 26 ELS /20/ 1*1.00 + 3*1.00 + 7*2.70

Profil correct !!!

CALCUL DES STRUCTURES ACIER

NORME: NBN EN 1993-1:2005/ANB:2010/A1:2014, Eurocode 3: Design of steel structures.

TYPE D'ANALYSE: Vérification des pièces

FAMILLE:
PIECE: 3

POINT: 3

COORDONNEE: x = 1.00 L = 3.10 m

CHARGEMENTS:

Cas de charge décisif: 23 ELU /29/ 1*1.35 + 2*4.05 + 5*1.50

MATERIAU:

ACIER (S235) fy = 235.00 MPa


PARAMETRES DE LA SECTION: HEA 220 NEW

h=21.0 cm

b=22.0 cm

tw=0.7 cm

tf=1.1 cm

gM0=1.00

Ay=53.70 cm²

Iy=5409.70 cm⁴

Wply=568.50 cm³

gM1=1.00

Az=20.67 cm²

Iz=1954.56 cm⁴

Wplz=270.60 cm³

Ax=64.34 cm²

Ix=27.10 cm⁴
EFFORTS INTERNES ET RESISTANCES ULTIMES:

N,Ed = 21.55 kN

Nc,Rd = 1512.02 kN

Nb,Rd = 1188.50 kN

My,Ed = -17.39 kN*m

My,Ed,max = -17.39 kN*m

My,c,Rd = 133.60 kN*m

MN,y,Rd = 133.60 kN*m

Mz,Ed = 0.38 kN*m

Mz,Ed,max = -2.69 kN*m

Mz,c,Rd = 63.59 kN*m

MN,z,Rd = 63.59 kN*m

Vy,Ed = -0.98 kN

Tau,y,max,Ed = -0.29 MPa

Vz,Ed = -5.47 kN

Tau,z,max,Ed = -4.08 MPa

Tt,Ed = 0.00 kN*m

Classe de la section = 1


PARAMETRES DE DEVERSEMENT:
PARAMETRES DE FLAMBEMENT:


en y:

Ly = 3.10 m

Lcr,y = 3.10 m

Lamy = 33.81

Lam_y = 0.36

Xy = 0.94

ky = 0.80



en z:

Lz = 3.10 m

Lcr,z = 3.10 m

Lamz = 56.24

Lam_z = 0.60

Xz = 0.79

kyz = 0.53

FORMULES DE VERIFICATION:
Contrôle de la résistance de la section:

N,Ed/Nc,Rd = 0.01 < 1.00 (6.2.4.(1))

My,Ed/MN,y,Rd = 0.13 < 1.00 (6.2.9.1.(2))

Mz,Ed/MN,z,Rd = 0.01 < 1.00 (6.2.9.1.(2))

(My,Ed/MN,y,Rd)^{2.00} + (Mz,Ed/MN,z,Rd)^{1.00} = 0.02 < 1.00 (6.2.9.1.(6))

(Tau,y,max,Ed + Tau,ty,Ed)/(fy/(sqrt(3)*gM0)) = 0.00 < 1.00 (6.2.6-7)

(Tau,z,max,Ed + Tau,tz,Ed)/(fy/(sqrt(3)*gM0)) = 0.03 < 1.00 (6.2.6-7)

Contrôle de la stabilité globale de la barre:

Lambda,y = 33.81 < Lambda,max = 210.00 Lambda,z = 56.24 < Lambda,max = 210.00 STABLE

N,Ed/(Xy*N,Rk/gM1) + kyy*My,Ed,max/(XLT*My,Rk/gM1) + kyz*Mz,Ed,max/(Mz,Rk/gM1) = 0.14 < 1.00 (6.3.3.(4))

N,Ed/(Xz*N,Rk/gM1) + kzy*My,Ed,max/(XLT*My,Rk/gM1) + kzz*Mz,Ed,max/(Mz,Rk/gM1) = 0.10 < 1.00 (6.3.3.(4))

DEPLACEMENTS LIMITES

Flèches (REPERE LOCAL): Non analysé

Déplacements (REPERE GLOBAL):

vx = 0.1 cm < vx max = L/150.00 = 2.1 cm

Vérifié

Cas de charge décisif: 26 ELS /16/ 1*1.00 + 2*2.70 + 3*1.00

vy = 0.3 cm < vy max = L/150.00 = 2.1 cm

Vérifié

Cas de charge décisif: 26 ELS /18/ 1*1.00 + 2*2.70 + 5*1.00

Profil correct !!!
CALCUL DES STRUCTURES ACIER
NORME: NBN EN 1993-1:2005/ANB:2010/A1:2014, Eurocode 3: Design of steel structures.

TYPE D'ANALYSE: Vérification des pièces

FAMILLE:
PIECE: 4

POINT: 1

COORDONNEE: x = 0.50 L = 0.73 m

CHARGEMENTS:

Cas de charge décisif: 23 ELU /28/ 1*1.35 + 2*4.05 + 4*1.50

MATERIAU:

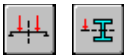
S 235 (S 235) $f_y = 235.00 \text{ MPa}$

PARAMETRES DE LA SECTION: EU HEA 160

$h=15.2 \text{ cm}$	$gM0=1.00$	$gM1=1.00$	
$b=16.0 \text{ cm}$	$A_y=28.80 \text{ cm}^2$	$A_z=8.04 \text{ cm}^2$	$A_x=36.84 \text{ cm}^2$
$t_w=0.6 \text{ cm}$	$I_y=1594.58 \text{ cm}^4$	$I_z=614.64 \text{ cm}^4$	$I_x=8.74 \text{ cm}^4$
$t_f=0.9 \text{ cm}$	$W_{ply}=232.85 \text{ cm}^3$	$W_{plz}=116.41 \text{ cm}^3$	

EFFORTS INTERNES ET RESISTANCES ULTIMES:

$N_{Ed} = 0.82 \text{ kN}$	$M_{y,Ed} = 11.29 \text{ kN}^*\text{m}$	$M_{z,Ed} = -3.92 \text{ kN}^*\text{m}$	$V_{y,Ed} = -5.39 \text{ kN}$
$N_{c,Rd} = 865.74 \text{ kN}$	$M_{y,Ed,max} = 11.29 \text{ kN}^*\text{m}$	$M_{z,Ed,max} = -3.92 \text{ kN}^*\text{m}$	$\tau_{y,max,Ed} = -2.80 \text{ MPa}$
$N_{b,Rd} = 865.74 \text{ kN}$	$M_{y,c,Rd} = 54.72 \text{ kN}^*\text{m}$	$M_{z,c,Rd} = 27.36 \text{ kN}^*\text{m}$	$V_{z,Ed} = -18.82 \text{ kN}$
	$MN_{y,Rd} = 54.72 \text{ kN}^*\text{m}$	$MN_{z,Rd} = 27.36 \text{ kN}^*\text{m}$	$\tau_{z,max,Ed} = -22.90 \text{ MPa}$
	$M_{b,Rd} = 54.72 \text{ kN}^*\text{m}$		$T_{t,Ed} = 0.10 \text{ kN}^*\text{m}$
			Classe de la section = 1


PARAMETRES DE DEVERSEMENT:

$z = 0.00$	$M_{cr} = 537.67 \text{ kN}^*\text{m}$	Courbe,LT - c	$XLT = 1.00$
$L_{cr,upp} = 1.45 \text{ m}$	$\lambda_{m,LT} = 0.32$	$\phi_{i,LT} = 0.52$	$XLT_{mod} = 1.00$

PARAMETRES DE FLAMBEMENT:


en y:

 $k_{yy} = 1.00$


en z:

 $k_{zz} = 1.00$
FORMULES DE VERIFICATION:
Contrôle de la résistance de la section:

$N_{Ed}/N_{c,Rd} = 0.00 < 1.00$ (6.2.4.(1))
 $M_{y,Ed}/M_{N,y,Rd} = 0.21 < 1.00$ (6.2.9.1.(2))
 $M_{z,Ed}/M_{N,z,Rd} = 0.14 < 1.00$ (6.2.9.1.(2))
 $(M_{y,Ed}/M_{N,y,Rd})^{2.00} + (M_{z,Ed}/M_{N,z,Rd})^{1.00} = 0.19 < 1.00$ (6.2.9.1.(6))
 $(\tau_{y,max,Ed} + \tau_{ty,Ed})/(\phi_y/(\sqrt{3} \cdot gM0)) = 0.10 < 1.00$ (6.2.6-7)
 $(\tau_{z,max,Ed} + \tau_{tz,Ed})/(\phi_z/(\sqrt{3} \cdot gM0)) = 0.22 < 1.00$ (6.2.6-7)

Contrôle de la stabilité globale de la barre:

$M_{y,Ed,max}/M_{b,Rd} = 0.21 < 1.00$ (6.3.2.1.(1))
 $N_{Ed}/(X_y \cdot N_{Rk}/gM1) + k_{yy} \cdot M_{y,Ed,max}/(XLT \cdot M_{y,Rk}/gM1) + k_{yz} \cdot M_{z,Ed,max}/(M_{z,Rk}/gM1) = 0.35 < 1.00$ (6.3.3.(4))
 $N_{Ed}/(X_z \cdot N_{Rk}/gM1) + k_{zy} \cdot M_{y,Ed,max}/(XLT \cdot M_{y,Rk}/gM1) + k_{zz} \cdot M_{z,Ed,max}/(M_{z,Rk}/gM1) = 0.35 < 1.00$ (6.3.3.(4))

DEPLACEMENTS LIMITES

Flèches (REPERE LOCAL):
 $u_y = 0.0 \text{ cm} < u_{y,max} = L/300.00 = 0.5 \text{ cm}$ Vérifié

Cas de charge décisif: 26 ELS /17/ 1*1.00 + 2*2.70 + 4*1.00

 $u_z = 0.0 \text{ cm} < u_{z,max} = L/300.00 = 0.5 \text{ cm}$ Vérifié

Cas de charge décisif: 26 ELS /16/ 1*1.00 + 2*2.70 + 3*1.00

 $u_{inst,y} = 0.0 \text{ cm} < u_{inst,max,y} = L/300.00 = 0.5 \text{ cm}$ Vérifié

Cas de charge décisif: 2.7*2 + 1*4

 $u_{inst,z} = 0.0 \text{ cm} < u_{inst,max,z} = L/300.00 = 0.5 \text{ cm}$ Vérifié

Cas de charge décisif: 2.7*2 + 1*5

Déplacements (REPERE GLOBAL): Non analysé

Profil correct !!!
CALCUL DES STRUCTURES ACIER
NORME: NBN EN 1993-1:2005/ANB:2010/A1:2014, Eurocode 3: Design of steel structures.

TYPE D'ANALYSE: Vérification des pièces

FAMILLE:
PIECE: 5

POINT: 3

COORDONNEE: x = 1.00 L = 3.10 m

CHARGEMENTS:
Cas de charge décisif: 23 ELU /28/ 1*1.35 + 2*4.05 + 4*1.50

MATERIAU:

ACIER (S235) $f_y = 235.00 \text{ MPa}$


PARAMETRES DE LA SECTION: HEA 220 NEW

h=21.0 cm	gM0=1.00	gM1=1.00	
b=22.0 cm	Ay=53.70 cm ²	Az=20.67 cm ²	Ax=64.34 cm ²
tw=0.7 cm	Iy=5409.70 cm ⁴	Iz=1954.56 cm ⁴	Ix=27.10 cm ⁴
tf=1.1 cm	Wply=568.50 cm ³	Wplz=270.60 cm ³	

EFFORTS INTERNES ET RESISTANCES ULTIMES:

N _{Ed} = 25.89 kN	My _{Ed} = -11.38 kN*m	Mz _{Ed} = -4.29 kN*m	Vy _{Ed} = 3.33 kN
N _{c,Rd} = 1512.02 kN	My _{Ed,max} = -11.38 kN*m	Mz _{Ed,max} = 5.85 kN*m	Tau _{y,max,Ed} = 0.99 MPa
N _{b,Rd} = 1188.50 kN	My _{c,Rd} = 133.60 kN*m	Mz _{c,Rd} = 63.59 kN*m	Vz _{Ed} = -3.54 kN
	MN _{y,Rd} = 133.60 kN*m	MN _{z,Rd} = 63.59 kN*m	Tau _{z,max,Ed} = -2.64 MPa
			Tt _{Ed} = 0.01 kN*m
			Classe de la section = 1


PARAMETRES DE DEVERSEMENT:
PARAMETRES DE FLAMBEMENT:


en y:

Ly = 3.10 m	Lam _y = 0.36
Lcr _y = 3.10 m	Xy = 0.94
Lamy = 33.81	kyy = 0.80



en z:

Lz = 3.10 m	Lam _z = 0.60
Lcr _z = 3.10 m	Xz = 0.79
Lamz = 56.24	kyz = 0.44

FORMULES DE VERIFICATION:
Contrôle de la résistance de la section:

N _{Ed} /N _{c,Rd} = 0.02 < 1.00 (6.2.4.(1))
My _{Ed} /MN _{y,Rd} = 0.09 < 1.00 (6.2.9.1.(2))
Mz _{Ed} /MN _{z,Rd} = 0.07 < 1.00 (6.2.9.1.(2))
(My _{Ed} /MN _{y,Rd}) ^{2.00} + (Mz _{Ed} /MN _{z,Rd}) ^{1.00} = 0.07 < 1.00 (6.2.9.1.(6))
(Tau _{y,max,Ed} + Tau _{ty,Ed})/(fy/(sqrt(3)*gM0)) = 0.01 < 1.00 (6.2.6-7)
(Tau _{z,max,Ed} + Tau _{tz,Ed})/(fy/(sqrt(3)*gM0)) = 0.02 < 1.00 (6.2.6-7)

Contrôle de la stabilité globale de la barre:

Lambda _y = 33.81 < Lambda _{max} = 210.00	Lambda _z = 56.24 < Lambda _{max} = 210.00	STABLE
N _{Ed} /(Xy*N _{Rk} /gM1) + kyy*My _{Ed,max} /(XLT*My _{Rk} /gM1) + kyz*Mz _{Ed,max} /(Mz _{Rk} /gM1) = 0.13 < 1.00 (6.3.3.(4))		
N _{Ed} /(Xz*N _{Rk} /gM1) + kzz*Mz _{Ed,max} /(Mz _{Rk} /gM1) + kyy*My _{Ed,max} /(XLT*My _{Rk} /gM1) = 0.11 < 1.00 (6.3.3.(4))		

DEPLACEMENTS LIMITES

Flèches (REPERE LOCAL): Non analysé

Déplacements (REPERE GLOBAL):

vx = 0.1 cm < vx max = L/150.00 = 2.1 cm	Vérifié
Cas de charge décisif: 26 ELS /16/ 1*1.00 + 2*2.70 + 3*1.00	
vy = 0.2 cm < vy max = L/150.00 = 2.1 cm	Vérifié
Cas de charge décisif: 26 ELS /23/ 1*1.00 + 6*1.00 + 7*2.70	

Profil correct !!!
CALCUL DES STRUCTURES ACIER
NORME: NBN EN 1993-1:2005/ANB:2010/A1:2014, Eurocode 3: Design of steel structures.

TYPE D'ANALYSE: Vérification des pièces

FAMILLE:
PIECE: 6

POINT: 3

COORDONNEE: x = 0.50 L = 0.72 m

CHARGEMENTS:
Cas de charge décisif: 23 ELU /31/ 1*1.35 + 3*1.50 + 7*4.05

MATERIAU:

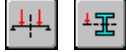
S 235 (S 235) fy = 235.00 MPa


PARAMETRES DE LA SECTION: EU HEA 160

h=15.2 cm	gM0=1.00	gM1=1.00	
b=16.0 cm	Ay=28.80 cm ²	Az=8.04 cm ²	Ax=36.84 cm ²
tw=0.6 cm	Iy=1594.58 cm ⁴	Iz=614.64 cm ⁴	Ix=8.74 cm ⁴
tf=0.9 cm	Wply=232.85 cm ³	Wplz=116.41 cm ³	

EFFORTS INTERNES ET RESISTANCES ULTIMES:

$N_{Ed} = 1.34 \text{ kN}$	$M_{y,Ed} = 4.08 \text{ kN*m}$	$M_{z,Ed} = 1.79 \text{ kN*m}$	$V_{y,Ed} = -2.48 \text{ kN}$
$N_{c,Rd} = 865.74 \text{ kN}$	$M_{y,Ed,max} = 4.18 \text{ kN*m}$	$M_{z,Ed,max} = 1.79 \text{ kN*m}$	$\tau_{y,max,Ed} = -1.28 \text{ MPa}$
$N_{b,Rd} = 865.74 \text{ kN}$	$M_{y,c,Rd} = 54.72 \text{ kN*m}$	$M_{z,c,Rd} = 27.36 \text{ kN*m}$	$V_{z,Ed} = 8.92 \text{ kN}$
	$M_{N,y,Rd} = 54.72 \text{ kN*m}$	$M_{N,z,Rd} = 27.36 \text{ kN*m}$	$\tau_{z,max,Ed} = 10.85 \text{ MPa}$
	$M_{b,Rd} = 54.72 \text{ kN*m}$		$T_{t,Ed} = -0.08 \text{ kN*m}$
			Classe de la section = 1


PARAMETRES DE DEVERSEMENT:

$z = 0.00$	$M_{cr} = 539.02 \text{ kN*m}$	Courbe,LT - c	$X_{LT} = 1.00$
$L_{cr,upp} = 1.45 \text{ m}$	$\lambda_{m,LT} = 0.32$	$\phi_{i,LT} = 0.52$	$X_{LT,mod} = 1.00$

PARAMETRES DE FLAMBEMENT:


en y:

 $k_{yy} = 1.00$


en z:

 $k_{zz} = 1.00$
FORMULES DE VERIFICATION:
Contrôle de la résistance de la section:

$N_{Ed}/N_{c,Rd} = 0.00 < 1.00$ (6.2.4.(1))	
$M_{y,Ed}/M_{N,y,Rd} = 0.07 < 1.00$ (6.2.9.1.(2))	
$M_{z,Ed}/M_{N,z,Rd} = 0.07 < 1.00$ (6.2.9.1.(2))	
$(M_{y,Ed}/M_{N,y,Rd})^{2.00} + (M_{z,Ed}/M_{N,z,Rd})^{1.00} = 0.07 < 1.00$ (6.2.9.1.(6))	
$(\tau_{y,max,Ed} + \tau_{ty,Ed})/(\phi_y/(\sqrt{3} \cdot g_{M0})) = 0.07 < 1.00$ (6.2.6-7)	
$(\tau_{z,max,Ed} + \tau_{tz,Ed})/(\phi_z/(\sqrt{3} \cdot g_{M0})) = 0.12 < 1.00$ (6.2.6-7)	
Contrôle de la stabilité globale de la barre:	
$M_{y,Ed,max}/M_{b,Rd} = 0.08 < 1.00$ (6.3.2.1.(1))	
$N_{Ed}/(X_y \cdot N_{Rk}/g_{M1}) + k_{yy} \cdot M_{y,Ed,max}/(X_{LT} \cdot M_{y,Rk}/g_{M1}) + k_{yz} \cdot M_{z,Ed,max}/(M_{z,Rk}/g_{M1}) = 0.14 < 1.00$ (6.3.3.(4))	
$N_{Ed}/(X_z \cdot N_{Rk}/g_{M1}) + k_{zy} \cdot M_{y,Ed,max}/(X_{LT} \cdot M_{y,Rk}/g_{M1}) + k_{zz} \cdot M_{z,Ed,max}/(M_{z,Rk}/g_{M1}) = 0.14 < 1.00$ (6.3.3.(4))	

DEPLACEMENTS LIMITES

Flèches (REPERE LOCAL):

$u_y = 0.0 \text{ cm} < u_{y,max} = L/300.00 = 0.5 \text{ cm}$	Vérifié
Cas de charge décisif: $26 \text{ ELS} / 23 / 1 \cdot 1.00 + 6 \cdot 1.00 + 7 \cdot 2.70$	Vérifié
$u_z = 0.0 \text{ cm} < u_{z,max} = L/300.00 = 0.5 \text{ cm}$	Vérifié
Cas de charge décisif: $26 \text{ ELS} / 20 / 1 \cdot 1.00 + 3 \cdot 1.00 + 7 \cdot 2.70$	Vérifié
$u_{inst,y} = 0.0 \text{ cm} < u_{inst,max,y} = L/300.00 = 0.5 \text{ cm}$	Vérifié
Cas de charge décisif: $1 \cdot 6 + 2 \cdot 7$	Vérifié
$u_{inst,z} = 0.0 \text{ cm} < u_{inst,max,z} = L/300.00 = 0.5 \text{ cm}$	Vérifié
Cas de charge décisif: $1 \cdot 3 + 2 \cdot 7$	Vérifié


Déplacements (REPERE GLOBAL): Non analysé
Profil correct !!!
CALCUL DES STRUCTURES ACIER
NORME: NBN EN 1993-1:2005/ANB:2010/A1:2014, Eurocode 3: Design of steel structures.

TYPE D'ANALYSE: Vérification des pièces

FAMILLE:
PIECE: 7

POINT: 3

COORDONNEE: $x = 0.27 L = 1.27 \text{ m}$
CHARGEMENTS:
Cas de charge décisif: 23 ELU / 2 / $1 \cdot 1.35 + 2 \cdot 4.05$
MATERIAU:

S 235 (S 235) $f_y = 235.00 \text{ MPa}$

PARAMETRES DE LA SECTION: EU HEA 160

$h = 15.2 \text{ cm}$	$g_{M0} = 1.00$	$g_{M1} = 1.00$	
$b = 16.0 \text{ cm}$	$A_y = 28.80 \text{ cm}^2$	$A_z = 8.04 \text{ cm}^2$	$A_x = 36.84 \text{ cm}^2$
$t_w = 0.6 \text{ cm}$	$I_y = 1594.58 \text{ cm}^4$	$I_z = 614.64 \text{ cm}^4$	$I_x = 8.74 \text{ cm}^4$
$t_f = 0.9 \text{ cm}$	$W_{ply} = 232.85 \text{ cm}^3$	$W_{plz} = 116.41 \text{ cm}^3$	

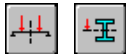
EFFORTS INTERNES ET RESISTANCES ULTIMES:

$N_{Ed} = -12.15 \text{ kN}$	$M_{y,Ed} = -39.81 \text{ kN*m}$	$M_{z,Ed} = -2.57 \text{ kN*m}$	$V_{y,Ed} = 2.03 \text{ kN}$
$N_{t,Rd} = 865.74 \text{ kN}$	$M_{y,pl,Rd} = 54.72 \text{ kN*m}$	$M_{z,pl,Rd} = 27.36 \text{ kN*m}$	$\tau_{y,max,Ed} = 1.05 \text{ MPa}$
	$M_{y,c,Rd} = 54.72 \text{ kN*m}$	$M_{z,c,Rd} = 27.36 \text{ kN*m}$	$V_{z,Ed} = -30.86 \text{ kN}$

MN,y,Rd = 54.72 kN*m
Mb,Rd = 42.03 kN*m

MN,z,Rd = 27.36 kN*m

Tau,z,max,Ed = -37.56 MPa
Tt,Ed = -0.15 kN*m
Classe de la section = 1



PARAMETRES DE DEVERSEMENT:

z = 0.00
Lcr,low=4.77 m

Mcr = 79.50 kN*m
Lam_LT = 0.83

Courbe,LT - c
fi,LT = 0.86

XLT = 0.75
XLT,mod = 0.77

PARAMETRES DE FLAMBEMENT:



en y:



en z:

FORMULES DE VERIFICATION:

Contrôle de la résistance de la section:

N,Ed/Nt,Rd = 0.01 < 1.00 (6.2.3.(1))
My,Ed/MN,y,Rd = 0.73 < 1.00 (6.2.9.1.(2))
Mz,Ed/MN,z,Rd = 0.09 < 1.00 (6.2.9.1.(2))
(My,Ed/MN,y,Rd)^2.00 + (Mz,Ed/MN,z,Rd)^1.00 = 0.62 < 1.00 (6.2.9.1.(6))
(Tau,y,max,Ed + Tau,ty,Ed)/(fy/(sqrt(3)*gM0)) = 0.12 < 1.00 (6.2.6-7)
(Tau,z,max,Ed + Tau,tz,Ed)/(fy/(sqrt(3)*gM0)) = 0.35 < 1.00 (6.2.6-7)

Contrôle de la stabilité globale de la barre:

My,Ed/Mb,Rd = 0.95 < 1.00 (6.3.2.1.(1))

DEPLACEMENTS LIMITES



Flèches (REPERE LOCAL):

uy = 0.1 cm < uy max = L/300.00 = 1.6 cm

Vérifié

Cas de charge décisif: 26 ELS /18/ 1*1.00 + 2*2.70 + 5*1.00

uz = 1.4 cm < uz max = L/300.00 = 1.6 cm

Vérifié

Cas de charge décisif: 26 ELS /16/ 1*1.00 + 2*2.70 + 3*1.00

u inst,y = 0.1 cm < u inst,max,y = L/300.00 = 1.6 cm

Vérifié

Cas de charge décisif: 2.7*2 + 1*5

u inst,z = 1.4 cm < u inst,max,z = L/300.00 = 1.6 cm

Vérifié

Cas de charge décisif: 2.7*2 + 1*3



Déplacements (REPERE GLOBAL): Non analysé

Profil correct !!!

CALCUL DES STRUCTURES ACIER

NORME: NBN EN 1993-1:2005/ANB:2010/A1:2014, Eurocode 3: Design of steel structures.

TYPE D'ANALYSE: Vérification des pièces

FAMILLE:

PIECE: 8

POINT: 3

COORDONNEE: x = 1.00 L = 3.10 m

CHARGEMENTS:

Cas de charge décisif: 23 ELU /33/ 1*1.35 + 5*1.50 + 7*4.05

MATERIAU:

ACIER (S235) fy = 235.00 MPa



PARAMETRES DE LA SECTION: HEA 220 NEW

h=21.0 cm
b=22.0 cm
tw=0.7 cm
tf=1.1 cm

gM0=1.00
Ay=53.70 cm2
Iy=5409.70 cm4
Wply=568.50 cm3

gM1=1.00
Az=20.67 cm2
Iz=1954.56 cm4
Wplz=270.60 cm3

Ax=64.34 cm2
Ix=27.10 cm4

EFFORTS INTERNES ET RESISTANCES ULTIMES:

N,Ed = 9.28 kN
Nc,Rd = 1512.02 kN
Nb,Rd = 1188.50 kN

My,Ed = 5.37 kN*m
My,Ed,max = 5.37 kN*m
My,c,Rd = 133.60 kN*m
MN,y,Rd = 133.60 kN*m

Mz,Ed = 0.08 kN*m
Mz,Ed,max = -0.94 kN*m
Mz,c,Rd = 63.59 kN*m
MN,z,Rd = 63.59 kN*m

Vy,Ed = -0.33 kN
Tau,y,max,Ed = -0.10 MPa
Vz,Ed = 1.68 kN
Tau,z,max,Ed = 1.25 MPa
Tt,Ed = 0.01 kN*m
Classe de la section = 1



PARAMETRES DE DEVERSEMENT:

PARAMETRES DE FLAMBEMENT:



en y:

Ly = 3.10 m
Lcr,y = 3.10 m
Lamy = 33.81

Lam_y = 0.36
Xy = 0.94
kyy = 0.79



en z:

Lz = 3.10 m
Lcr,z = 3.10 m
Lamz = 56.24

Lam_z = 0.60
Xz = 0.79
kyz = 0.54

FORMULES DE VERIFICATION:

Contrôle de la résistance de la section:

$N_{Ed}/N_{c,Rd} = 0.01 < 1.00$ (6.2.4.(1))
 $M_{y,Ed}/M_{N,y,Rd} = 0.04 < 1.00$ (6.2.9.1.(2))
 $M_{z,Ed}/M_{N,z,Rd} = 0.00 < 1.00$ (6.2.9.1.(2))
 $(M_{y,Ed}/M_{N,y,Rd})^2 + (M_{z,Ed}/M_{N,z,Rd})^1 = 0.00 < 1.00$ (6.2.9.1.(6))
 $(\tau_{y,max,Ed} + \tau_{ty,Ed})/(f_y/(\sqrt{3} \cdot g_{M0})) = 0.00 < 1.00$ (6.2.6-7)
 $(\tau_{z,max,Ed} + \tau_{tz,Ed})/(f_y/(\sqrt{3} \cdot g_{M0})) = 0.01 < 1.00$ (6.2.6-7)

Contrôle de la stabilité globale de la barre:

$\lambda_{b,y} = 33.81 < \lambda_{b,max} = 210.00$ $\lambda_{b,z} = 56.24 < \lambda_{b,max} = 210.00$ STABLE
 $N_{Ed}/(X_y \cdot N_{Rk}/g_{M1}) + k_{yy} \cdot M_{y,Ed,max}/(X_{LT} \cdot M_{y,Rk}/g_{M1}) + k_{yz} \cdot M_{z,Ed,max}/(M_{z,Rk}/g_{M1}) = 0.05 < 1.00$ (6.3.3.(4))
 $N_{Ed}/(X_z \cdot N_{Rk}/g_{M1}) + k_{zy} \cdot M_{y,Ed,max}/(X_{LT} \cdot M_{y,Rk}/g_{M1}) + k_{zz} \cdot M_{z,Ed,max}/(M_{z,Rk}/g_{M1}) = 0.04 < 1.00$ (6.3.3.(4))

DEPLACEMENTS LIMITES



Flèches (REPERE LOCAL): Non analysé



Déplacements (REPERE GLOBAL):

vx = 0.0 cm < vx max = L/150.00 = 2.1 cm

Vérifié

Cas de charge décisif: 26 ELS /21/ 1*1.00 + 4*1.00 + 7*2.70

vy = 0.1 cm < vy max = L/150.00 = 2.1 cm

Vérifié

Cas de charge décisif: 26 ELS /23/ 1*1.00 + 6*1.00 + 7*2.70

Profil correct !!!

6 ANNEXE : DÉTAIL DES CALCULS DES ASSEMBLAGES POTEaux-POUTRES

6.1 Platine d'extrémité

Standard : EC3

6.2 Platine d'extrémité Description

Détail de Connexion

Advance Steel Plat d'extrémité rigide

Propriétés

Propriétés
Bibliothèque
Calcul

Platine & Boulons
Raidisseurs
Soudures & trous

Hypothèses
Norme EC3
Propriétés du noeud... Paramétrages

M (kNm)	N (kN)	V (kN)
6.0	4.0	24.0

Autres torseurs Torseurs >>
Options de calcul
Vérifier
Prédimensionnement
Vérification automatique

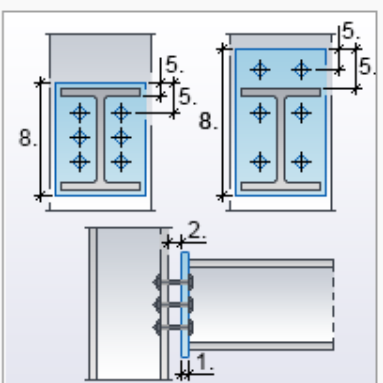
Etat : **Correct**
Platine d'extrémité
Vérification de boulon
Conditions
Distance min/max du bord boulon (dans la d
 $1.2 * d_0 \leq e_1 \leq (4 * t + 40\text{mm})$
 $26.4\text{mm} \leq 33.5\text{mm} \leq 68\text{mm}$
OK
Distance min/max du bord boulon (perpendi
Note de calcul...
Import
Export

Mettre à jour Automatique Etat d'approbation Non défini **Correct**

Advance Steel Plat d'extrémité rigide

Propriétés
Platine & Boulons
Choix des dimensions
Boulons et trous
Boulons horizontaux
Boulons vertic.
Plaquettes
Cale
Raidisseurs
Soudures & trous

1. Epaisseur platine 10.0
2. Jeu platine 0.0
3. Hauteur platine Total
4. Dist départ Dessus de poutre
5. Entr'axes -5.0
6. Débord supérieur -5.0
7. Débord inférieur -5.0
8. Hauteur plat 142.0
Fixé sur autre côté ☐



Mettre à jour Automatique Etat d'approbation Non défini **Correct**

Propriétés

Platine & Boulons

Choix des dimensions

Boulons et trous

Boulons horizontaux

Boulons vertic.

Plaquettes

Cale

Raidisseurs

Soudures & trous

1. Diamètre

20.00 mm

Norme des boulons

NF E 25-100

Classe des boulons

8.8

Composition des boulons

E2R

Inverser boulons

☐

Pièces avec trous oblongs

aucun

Direction trous oblongs

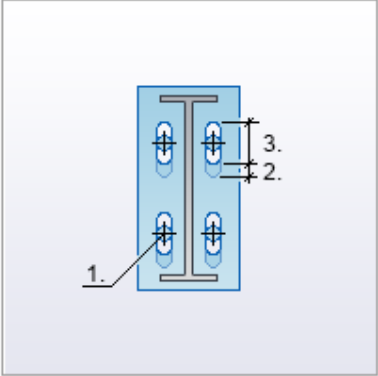
horizontale

2. Décalage trous oblongs

0.0

3. Longueur trous oblongs

40.0



Mettre à jour

☒ Automatique

Etat d'approbation

☐ Non défini

Correct

Propriétés

Platine & Boulons

Choix des dimensions

Boulons et trous

Boulons horizontaux

Boulons vertic.

Plaquettes

Cale

Raidisseurs

Soudures & trous

1. Plat défini par

Dist. bord de boul

2. Largeur

151.0

Boulons sur trusquinage

☒

Boulons définis par poutre principale

☐

3. Entraxe boulons centraux

75.0

4. Nombre de boulons par côté

1

5. Pince boulon

75.0

6. Débord supérieur

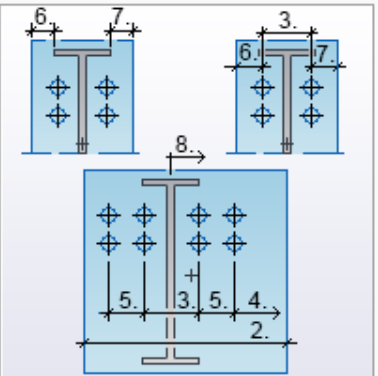
38.0

7. Débord inférieur

38.0

8. Décalage du centre

0.0



Mettre à jour

☒ Automatique

Etat d'approbation

☐ Non défini

Correct

Éléments connectés – cotations

Élément	Profils	Hauteur	Largeur	Epaisseur de l'âme	Epaisseur aile	Rayon d'arrondi	Matériau	ID
Élément principal	HEA220	210mm	220mm	7mm	11mm	18mm	S235JR	4
Profil secondaire	HEA160	152mm	160mm	6mm	9mm	15mm	S235JR	3

Éléments connectés – propriétés

Propriétés	Élément principal	Profil secondaire
Zone d'intersection	0.01m ²	0m ²
Shear Area strong axis	0m ²	0m ²
Moment d'inertie – axe fort	5410cm ⁴	1673cm ⁴
Elastic Modulus strong axis	515.2cm ³	220.1cm ³
Plastic Modulus strong axis	568.5cm ³	245.1cm ³
Plastic Modulus weak axis	270.6cm ³	117.6cm ³

Efforts de calcul

Nom de cas	M	N	V
SimpleMaxTorsor	6kNm	4kN	24kN

Epaisseur des soudures

Nom soudure	Epaisseur
Poutre secondaire - Plat d'aile	4mm
Poutre secondaire - Plat d'âme	4mm

Propriétés de boulon

Connecté	Norme	Diamètre	Nbre de boulons	Classe	Composition	Tolérance trou	Zone du boulon à laquelle la contrainte de tension est appliquée
Poteau - Platine d'extrémité	NF E 25-100	20mm	4	8.8	Mu2S	2mm	0m ²

6.3 Vérification des boulons

Conditions

Distance min/max du bord boulon (dans la direction de la charge)

$$1.2 * d_0 \leq e_1 \leq (4 * t + 40\text{mm})$$

$$26.4\text{mm} \leq 33.5\text{mm} \leq 68\text{mm}$$

OK

Distance min/max du bord boulon (perpendiculaire à la direction de la charge)

$$1.2 * d_0 \leq e_2 \leq (4 * t + 40\text{mm})$$

$$26.4\text{mm} \leq 38\text{mm} \leq 68\text{mm}$$

OK

Espacement min/max entre boulons (dans la direction de la charge)

$$2.2 * d_0 \leq p_1 \leq \min(14 * t; 200\text{mm})$$

$$48.4\text{mm} \leq 75\text{mm} \leq 98\text{mm}$$

OK

6.4 Vérification du cisaillement des boulons

$$F_{v,Ed} \leq F_{v,Rd}$$

$$V_{Ed} / (n_{Obj} * n) \leq n_s * \alpha_v * f_{ub} * A_s / \gamma_{Mb}$$

$$24\text{kN} / (1 * 4) \leq 1 * 0.6 * 800\text{N/mm}^2 * 0\text{m}^2 / 1.25$$

$$6\text{kN} \leq 94.1\text{kN}$$

$$6.38 \%$$

OK

6.5 Vérification de l'écrasement des boulons

Écrasement des boulons de platine

$$F_{v,Ed} \leq F_{b,Rd}$$

$$F_{v,Ed} \leq 1 * k_1 * \alpha_b * f_u * d * \Sigma(t_i) / \gamma_{Mb}$$

$$6kN \leq 1 * 2.5 * 0.51 * 360N/mm^2 * 20mm * 10mm / 1.25$$

$$6kN \leq 73.1kN$$

$$8.21 \%$$

OK

Écrasement des boulons de poutre principale

$$F_{v,Ed} \leq F_{b,Rd}$$

$$F_{v,Ed} \leq 1 * k_1 * \alpha_b * f_u * d * \Sigma(t_i) / \gamma_{Mb}$$

$$6kN \leq 1 * 2.5 * 0.58 * 360N/mm^2 * 20mm * 7mm / 1.25$$

$$6kN \leq 58.8kN$$

$$10.2 \%$$

OK

6.6 Vérification de la traction dans le boulon

$$F_{t,Ed} \leq F_{t,Rd}$$

$$M_{Ed} * h_1 / (n_v * \Sigma(h_r^2)) + N_{Ed} / (n_{Obj} * n) \leq k_2 * f_{ub} * A_s / \gamma_{Mb}$$

$$6kNm * 109mm / (2 * 0.01m^2) + 4kN / (1 * 4) \leq 0.9 * 800N/mm^2 * 0m^2 / 1.25$$

$$26.1kN \leq 141.1kN$$

$$18.48 \%$$

OK

6.7 Résistance du boulon au poinçonnement

$$F_{t,Ed} \leq B_{p,Rd}$$

$$F_{t,Ed} \leq 0.6 * \pi * d_m * t_p * f_u / \gamma_{Mb}$$

$$26.1kN \leq 0.6 * 3.14 * 33mm * 7mm * 360N/mm^2 / 1.25$$

$$26.1kN \leq 125.2kN$$

$$20.83 \%$$

OK

6.8 Vérification du cisaillement et traction dans les boulons

$$F_{v,Ed} / F_{v,Rd} + F_{t,Ed} / (1.4 * F_{t,Rd}) \leq 1$$

$$6kN / 94.1kN + 26.1kN / (1.4 * 141.1kN) \leq 1$$

$$0.2 \leq 1$$

OK

6.9 Vérification du plat en cisaillement

Vérification de rupture élastique en cisaillement

$$V_{Ed} \leq V_{pl,Rd}$$

$$V_{Ed} \leq n_{Obj} * f_y * A_v / (\gamma_{M0} * \text{SQRT}(3))$$

$$24kN \leq 1 * 235N/mm^2 * 0m^2 / (1 * 1.73)$$

$$24kN \leq 192.7kN$$

$$12.46 \%$$

OK

Vérification résistance ultime en cisaillement

$$V_{Ed} \leq V_{u,Rd}$$

$$V_{Ed} \leq n_{Obj} * 0.9 * f_u * A_{v,Net} / (\gamma_{M2} * \text{SQRT}(3))$$

$$24kN \leq 1 * 0.9 * 360N/mm^2 * 0m^2 / (1.25 * 1.73)$$

$$24kN \leq 146.7kN$$

$$16.36 \%$$

OK

6.10 Vérification du déchirement du bloc

$$V_{Ed} \leq V_{eff,1,Rd}$$

$$V_{Ed} \leq n_{Obj} * (f_u * A_{nt} / \gamma_{M2} + f_y * A_{nv} / (\gamma_{M0} * \text{SQRT}(3)))$$

$$24\text{kN} \leq 1 * (360\text{N/mm}^2 * 0\text{m}^2 / 1.25 + 235\text{N/mm}^2 * 0\text{m}^2 / (1 * 1.73))$$

$$24\text{kN} \leq 357.5\text{kN}$$

$$6.71 \%$$

OK

6.11 Vérification du cisaillement de la poutre secondaire

Vérification de rupture élastique en cisaillement

$$V_{Ed} \leq V_{pl,Rd}$$

$$V_{Ed} \leq n_{Obj} * f_y * A_v / (\gamma_{M0} * \text{SQRT}(3))$$

$$24\text{kN} \leq 1 * 235\text{N/mm}^2 * 0\text{m}^2 / (1 * 1.73)$$

$$24\text{kN} \leq 123.7\text{kN}$$

$$19.4 \%$$

OK

6.12 Vérification de la soudure

Aile Poutre Secondaire - Plat

Épaisseur minimum de soudure

$$3\text{ mm} \leq a$$

$$3\text{mm} \leq 4\text{mm}$$

OK

Longueur minimale de soudure

$$\max(30\text{mm}; 6 * a) \leq l_{eff}$$

$$30\text{mm} \leq 54\text{mm}$$

OK

Vérification de la soudure

$$F_{w,Ed,Res} \leq F_{w,Rd}$$

$$M_{Ed} / h_f + N_{Ed} / 2 \leq n_{Obj} * n_w * f_{vw,d} * a * l_{eff}$$

$$6\text{kNm} / 143\text{mm} + 4\text{kN} / 2 \leq 1 * 1 * 207.8\text{N/mm}^2 * 4\text{mm} * 260\text{mm}$$

$$44\text{kN} \leq 216.2\text{kN}$$

$$20.34 \%$$

OK

Âme Poutre Secondaire - Plat

Épaisseur minimum de soudure

$$3\text{ mm} \leq a$$

$$3\text{mm} \leq 4\text{mm}$$

OK

Longueur minimale de soudure

$$\max(30\text{mm}; 6 * a) \leq l_{eff}$$

$$30\text{mm} \leq 130\text{mm}$$

OK

Vérification de la soudure

$$F_{w,Ed,Res} \leq F_{w,Rd}$$

$$V_{Ed} \leq n_{Obj} * n_w * f_{vw,d} * a * l_{eff}$$

$$24\text{kN} \leq 1 * 2 * 207.8\text{N/mm}^2 * 4\text{mm} * 130\text{mm}$$

$$24\text{kN} \leq 216.2\text{kN}$$

$$11.1 \%$$

OK

6.13 Conclusion

L'assemblage est correctement calculé pour résister aux efforts appliqués

7 ANNEXE : DÉTAIL DES CALCULS DES VISERIES PALAN

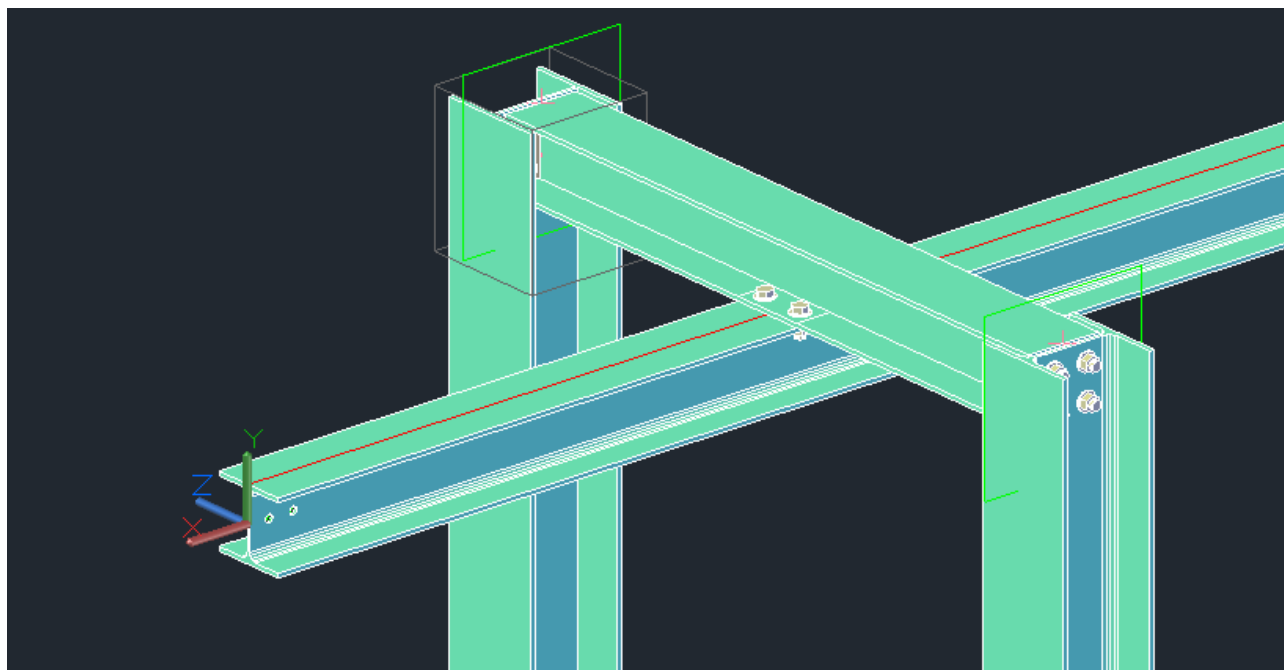


Figure 3 : 4 boulons M20 par point d'appui du palan

7.1 Résistance des boulons ordinaires

Cette section synthétise les résistances des boulons non précontraints, dits ordinaires, calculées conformément aux normes Eurocodes en vigueur.

Hypothèses :

- Supposons les efforts totaux (7500N – 750kg) dans chacun des plans en cisaillement et en traction.
- En supposant les efforts totaux repris par un seul boulon, on majore nos résultats d'au moins 3,3 fois étant donné qu'il y a 8 boulons en présence dans la structure et qu'au moins la moitié d'entre eux travaillent à toutes les étapes du déplacement de la charge.

Remarque : Le tableau, repris ci-dessous, nous indique les résistances des classes avec un coefficient de sécurité 1,25 pour la norme. De plus, les résistances au cisaillement ci-dessous sont données dans la partie filetée et pour un plan de cisaillement.

7.2 Conclusion :

En choisissant un boulon de type M20, on s'assure de travailler qu'à 10% de la capacité totale de ce dernier selon le tableau ci-dessous.

L'épaisseur de la connexion est de 18mm. L'épaisseur est considérée suffisante après estimation de la rigidité de cette dernière et par calcul.

Diamètre nominal d [mm]	Section résistante (1) A_s [mm ²]	Classe 8.8		Classe 10.9	
		Résistance au cisaillement (2) $F_{v,Rd}$ [kN]	Résistance en traction (3) $F_{t,Rd}$ [kN]	Résistance au cisaillement (2) $F_{v,Rd}$ [kN]	Résistance en traction (3) $F_{t,Rd}$ [kN]
8	36,6	14,1	21,1	14,6	26,4
10	58,0	22,3	33,4	23,2	41,8

Diamètre nominal	Section résistante (1)	Classe 8.8		Classe 10.9	
		Résistance au cisaillement (2)	Résistance en traction (3)	Résistance au cisaillement (2)	Résistance en traction (3)
12	84,3	32,4	48,5	33,7	60,7
14	115	44,3	66,5	46,2	83,1
16	157	60,2	90,2	62,7	112,8
18	192	73,9	111	77,0	139
20	245	94,0	141	97,9	176
22	303	117	175	121,4	218
24	353	135	203	141	254
27	459	173	265	184	331
30	561	215	323	224	404
33	694	266	399	277	499
36	817	314	470	327	588
39	976	375	562	390	703
42	1121	430	646	448	807

Notes du tableau

(1) La section résistante de la partie filetée est calculé comme suit [1] :

$$A_{\text{tr}} = \frac{\pi d_{\text{tr}}^2}{4} \approx \frac{\pi (d - 0,9382 P)^2}{4}$$

Avec PP correspondant au pas de filetage (voir la note concernant la géométrie des boulons ordinaires ou HR)

(2) La résistance en cisaillement dans la partie filetée, et pour un plan de cisaillement est calculée comme suit [2] :

$$F_{\text{tr}} = \frac{\alpha_{\text{tr}} A_{\text{tr}} f_{\text{tr}}}{\gamma_{\text{M2}}}$$

(3) La résistance en traction est calculée comme suit [2] :

$$F_{\text{tr}} = \frac{k_2 A_{\text{tr}} f_{\text{tr}}}{\gamma_{\text{M2}}}$$

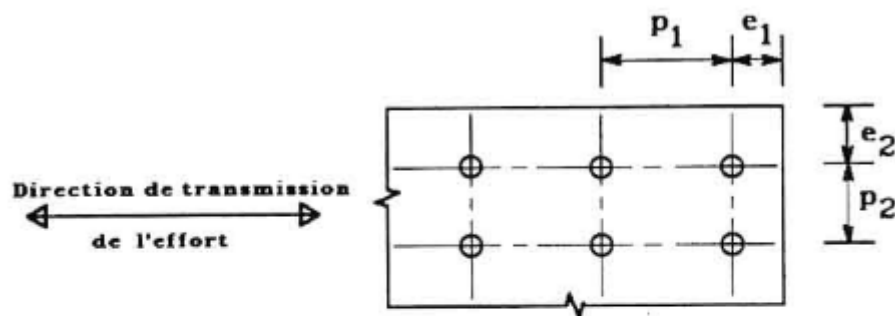
Avec les paramètres suivants :

Pour la classe 8.8, $\alpha_{\text{tr}} = 0,6$ et $f_{\text{tr}} = 800$ MPa. Pour la

classe 10.9, $\alpha_{\text{tr}} = 0,5$ et $f_{\text{tr}} = 1000$ MPa.

Pour les fixations courantes, $k_2 = 0,9$ (pour les fixations à tête fraisée $k_2 = 0,63$)

En Belgique, $\gamma_{\text{M2}} = 1,25$ pour les situations courantes (hors séisme).



Justificatif technique source anonymisé

Résistance de calcul pour boulon non précontraint

Boulon M20 classe 8.8

A_s 245 mm² section nette de la tige M20
 d 20 mm diamètre de la tige du boulon
 d_0 22 mm diamètre de perçage
 t 9 mm petite épaisseur du plat assemblé, $f_y=235\text{MPa}$
 e_1 42 p1 80 (mm) pince et entraxe longitudinaux (CM66/EC3)
 F_t 7 500 N effort de traction
 F_v 7 500 N effort de cisaillement

Vérification selon Eurocode 3 (EN1993-1-8 3.3)

f_{ub} 800 MPa contrainte de rupture pour la classe 8.8 (EN1993-1-8)
 $F_{t,Rd}$ 141 120 N traction
 $F_{v,Rd}$ 94 080 N cisaillement
 $F_{b,Rd}$ 76 680 N pression diamétrale (tableau 3.4)

critères de résistance valides si <1

traction simple	0.053
traction et cisaillement	0.118
pression diamétrale	0.098

L'assemblage peut résister aux sollicitations