



ANALYSE DE CAPACITE PORTANTE DE LA CHARPENTE DU BATIMENT 065 7^ÈRMAT LYON

Votre interlocuteur technique :

Simon GJORGJIEV | Chef de projet structure

QUARDINA Agence de Auvergne-Rhône-Alpes
278 All. des Tropiques
69380 Marcilly-d'Azergues

Téléphone : +33 6 07 19 53 48
Email : simon.gjorgjiev@quardina.fr

N° d'affaire : SFOP00030280

Demandeur :

Ministère des armées

Affaire suivie par :

Sébastien DESAGE
Bureau Prévention Maîtrise des Risques

Téléphone : 06 89 60 94 19
Email : sebastien.desage@intradef.gouv.fr

VOTRE **SATISFACTION**
EST NOTRE **PRIORITÉ** !

Publiez un avis sur 



Je scanne
et donne
mon avis
en 1 min !



FICHE INFORMATIONS

Nom de la mission
Analyse de capacité portante de la charpente du bâtiment 065 du 7[°]RMAT

N° affaire	Coordonnées du client	Coordonnées du site
SFOP00030280	Sébastien DESAGE Bureau Prévention Maîtrise des Risques 06 89 60 94 19 sebastien.desage@intradef.gouv.fr	Bâtiment 065 7[°]RMAT 7 boulevard de l'artillerie 69 007 Lyon

Révision	Date	Rédaction	Relecture	Objet de la modification
0	30/05/2025	Simon GJORGJIEV	Jelena KNEZOVIC	Version initiale
1				

Signature


Ce rapport d'audit/diagnostic avec préconisations est un outil d'aide à la prise de décision. Il ne constitue pas en lui-même un cahier des charges ou un engagement de conception ou d'exécution de travaux. Nous pouvons vous proposer une mission d'assistance technique à maîtrise d'ouvrage, de conception, de maîtrise d'œuvre en complément pour la conception/réalisation des travaux à prévoir si vous le souhaitez.

SOMMAIRE

1.	PRESENTATION ET OBJECTIF DE LA MISSION	4
1.1	Préambule	4
1.2	Notre mission.....	4
2.	GENERALITES	4
2.1	Identification de l'ouvrage	4
2.2	Localisation.....	5
3.	DESCRIPTION DU BATIMENT	6
4.	ELEMENTS RELEVES	7
4.1	Portiques	7
5.	RELEVÉ DE DESORDRES.....	17
5.1	Toiture au-dessus bureaux.....	17
5.2	Charpente de l'entrepôt	17
5.3	Couverture.....	19
5.4	Boulonnage	19
6.	DETERMINATION DE LA CAPACITE PORTANTE	20
6.1	Hypothèses de calcul.....	20
7.	CONCLUSION.....	23
7.1	Constat	23
7.2	Préconisation	23
ANNEXE 1		24
Notes de calcul (28 pages)		24

1. PRESENTATION ET OBJECTIF DE LA MISSION

1.1 Préambule

À la demande de l'ESID de Lyon, représenté par M. Sébastien DESAGE, la société **QUARDINA** a été mandatée pour réaliser un calcul de la capacité portante de la charpente et toiture du bâtiment 065 du 7^e régiment du matériel de Lyon.

1.2 Notre mission

La mission confiée à **QUARDINA** s'est articulée autour des actions suivantes :

- Relevé des dimensions géométriques des éléments structuraux de la toiture ;
- Identification des désordres apparents ;
- Vérification structurelle selon les normes en vigueur (Eurocode 3) ;
- Préconisation de travaux de renforcement en cas de non-conformité.

Le présent rapport se base sur l'ensemble des relevés faits durant notre intervention sur site, réalisée le 18 et 19 décembre 2025.

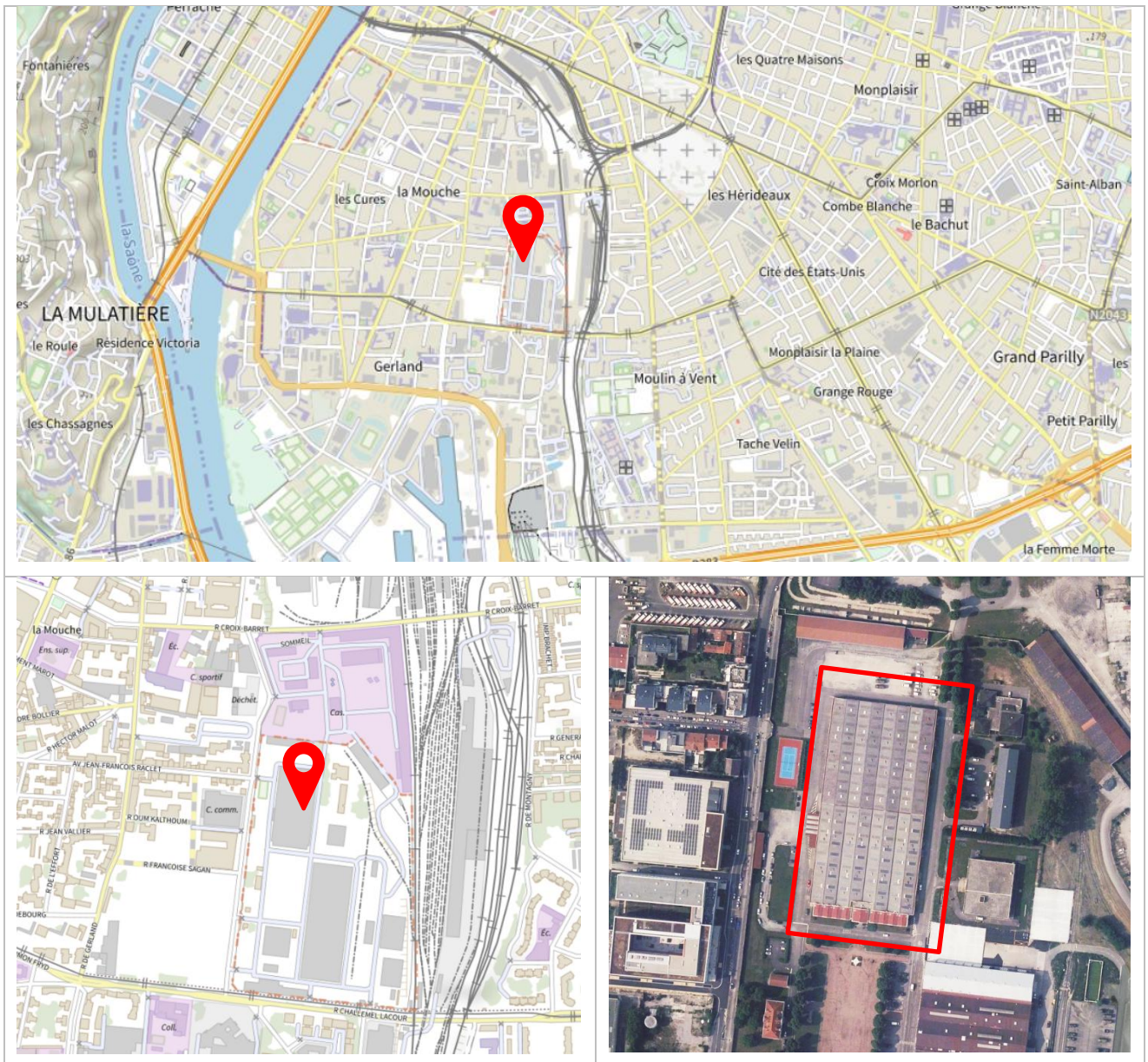
2. GENERALITES

2.1 Identification de l'ouvrage

Adresse : 7 boulevard de l'artillerie

Ville : 69 007 Lyon

2.2 Localisation

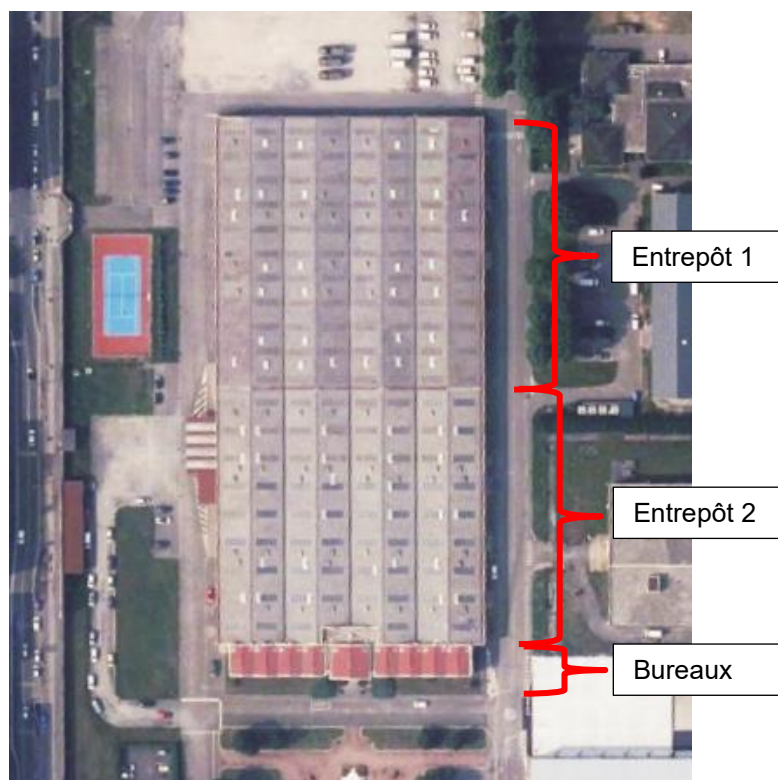


Source : <https://www.geoportail.gouv.fr/>

3. DESCRIPTION DU BATIMENT

Le bâtiment est constitué de trois parties distinctes :

- deux parties identiques et indépendantes à usage d'entrepôt, constituées de portiques métalliques régulièrement espacés supportant la couverture ;
- une troisième partie centrale à usage de bureaux, dont la toiture repose directement sur des voiles en béton armé.



Vue aeriennne du bâtiment 065

Les deux parties d'entrepôt ne présentent aucune liaison rigide entre elles. Un portique doublé est observé entre la 9^e et la 10^e travée. Un jour est visible au niveau de la couverture dans cette zone, traduisant une désolidarisation structurelle entre les deux volumes.



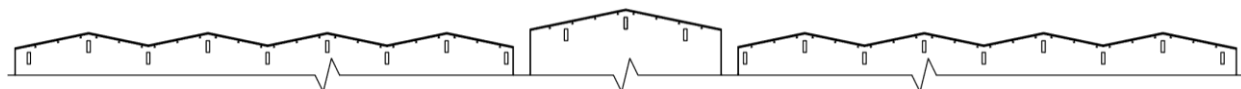
Désolidarisation entre les 2 parties de l'entrepôt

4. ELEMENTS RELEVES

4.1 Portiques

4.1.1 Partie bureaux

La structure de la toiture est identique sur toute la longueur du bâtiment. La partie centrale présente une toiture surélevée pour des raisons architecturales.

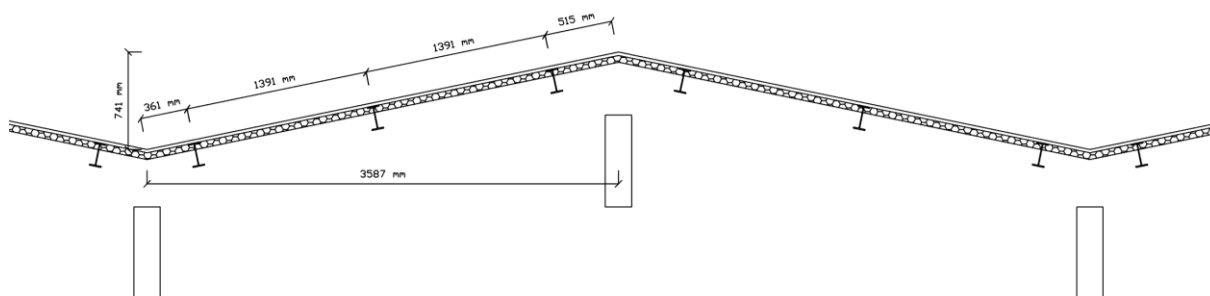


Coupe verticale de la toiture au-dessus des bureaux

Chaque versant est constitué de trois pannes en profilé **IPE 180**. Des poutres en béton armé sont disposées sous chaque faîtage et chaque noue. Ces poutres présentent les caractéristiques suivantes :

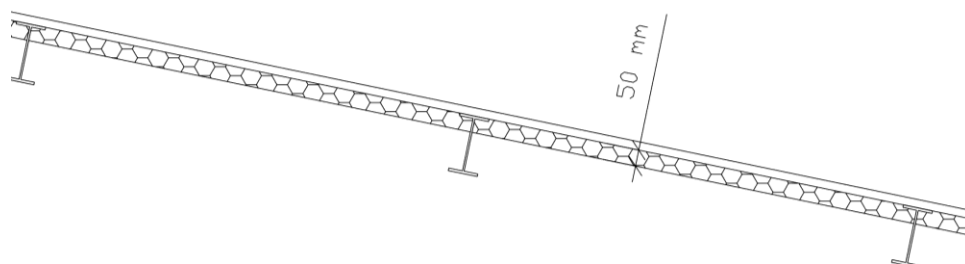
- hauteur : 70 cm ;
- largeur : 20 cm ;
- armatures : un lit de deux barres longitudinales.

Aucun élément de charpente métallique ne s'appuie actuellement sur ces poutres. Elles supportent uniquement le faux plafond et les réseaux électriques. Il est probable qu'elles aient participé à la reprise des charges de toiture dans une configuration antérieure.



Vue rapprochée des noues et faîtage

La couverture est constituée de tôles nervurées métalliques, associées à 5 cm d'isolation en laine de verre, disposée entre les pannes.



Composition de la toiture au-dessus des bureaux



Poutre BA libre

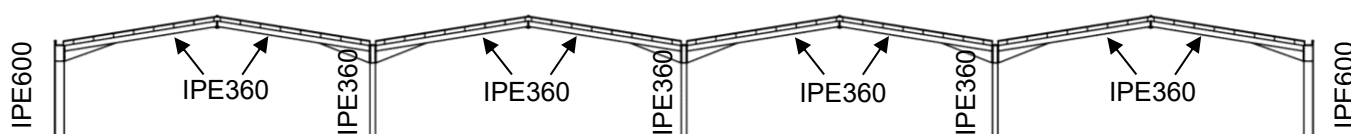


Pannes, tôle et isolation

4.1.2 Partie entrepôt

La charpente de l'entrepôt est composée de quatre portiques métalliques. Les éléments structuraux sont les suivants :

- poteaux d'extrémité : profilés **IPE 600** ;
- poteaux intermédiaires et traverses : profilés **IPE 360**.

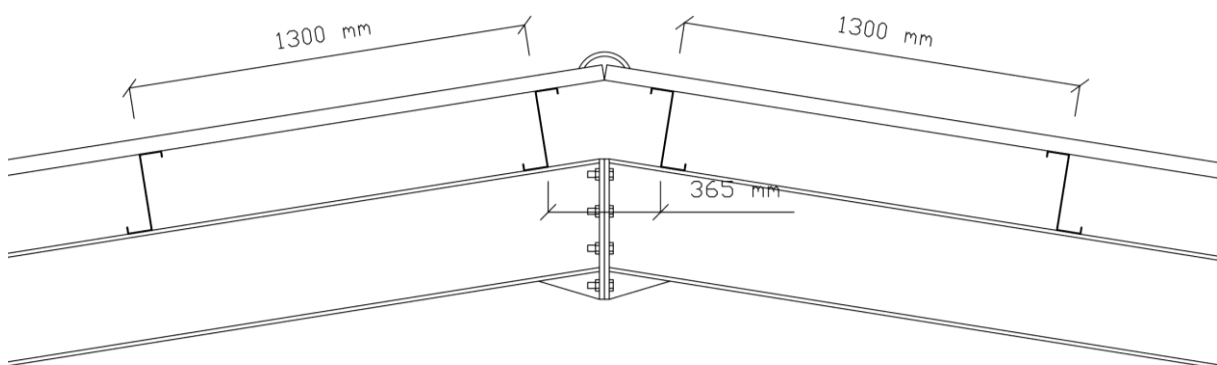


Coupe verticale de la charpente de l'entrepôt

Les pannes sont constituées de profilés **Z 250-30-S**, espacés de 1,30 m. La couverture est réalisée en plaques ondulées en fibrociment.

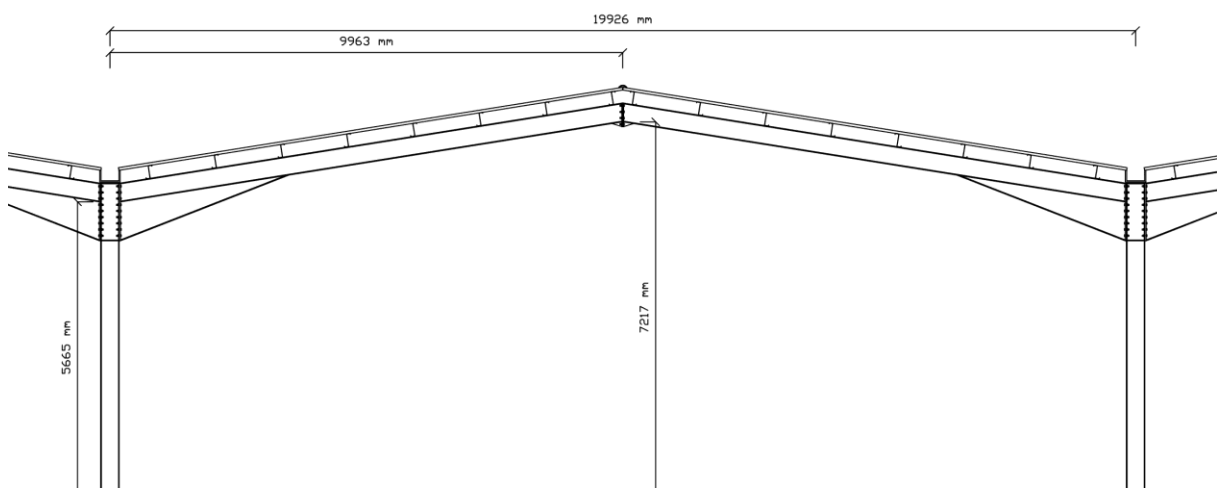


Panneaux fibrociment et pannes



Disposition des pannes dans l'entrepôt

Chaque portique présente une portée d'environ 20 m et une hauteur au faîtage d'environ 7,20 m.
L'entraxe des portiques est de 8,5 m.

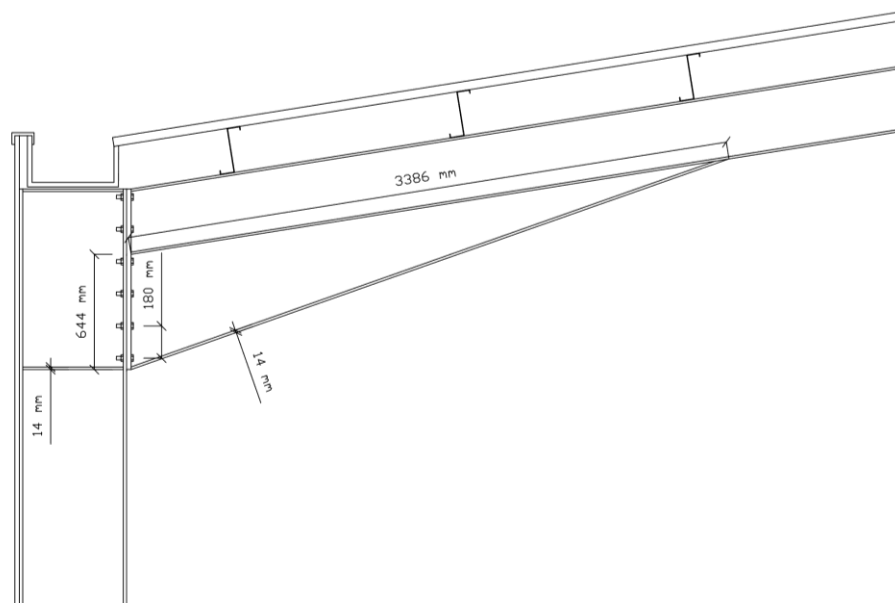


Vue rapprochée d'un portique

Les assemblages sont réalisés par boulonnage, à l'aide de boulons **M20**. Les jarrets présentent des géométries légèrement différentes selon leur position (extrémités ou poteaux intermédiaires).



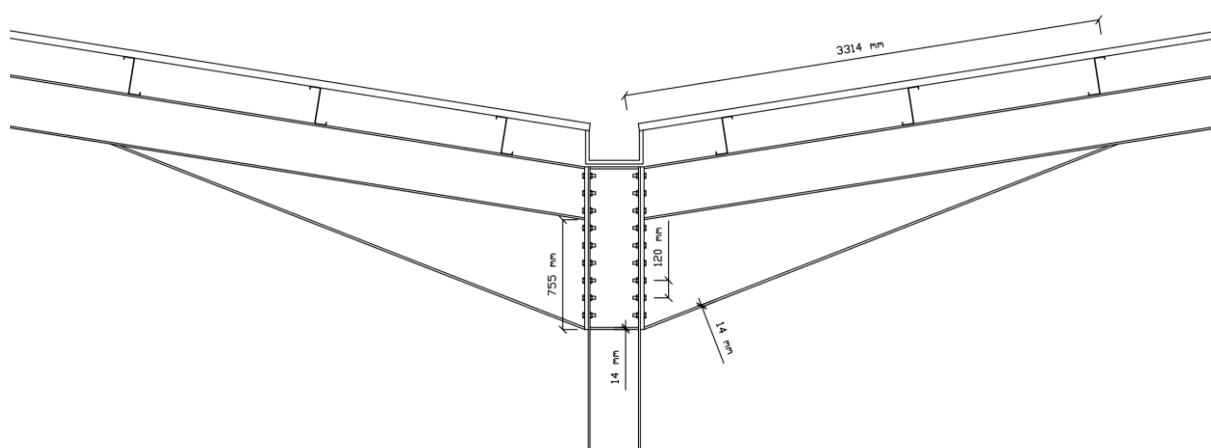
Photo de l'assemblage du portique aux extrémités



Dessin de l'assemblage du portique aux extrémités



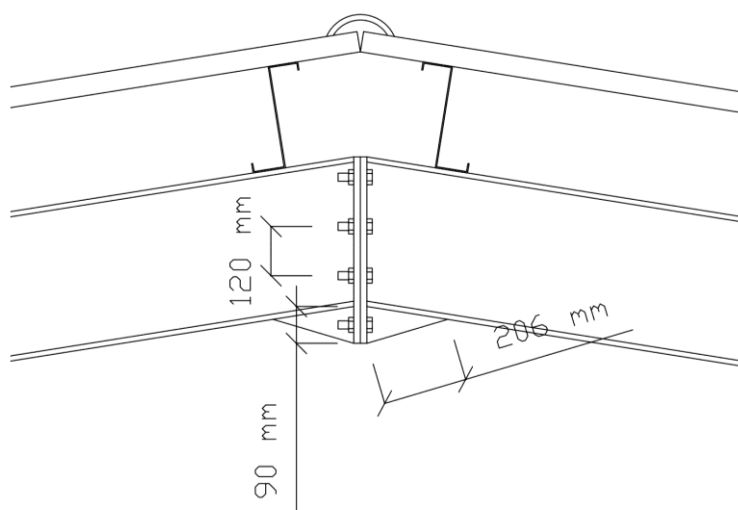
Photo de l'assemblage intermédiaire du portique



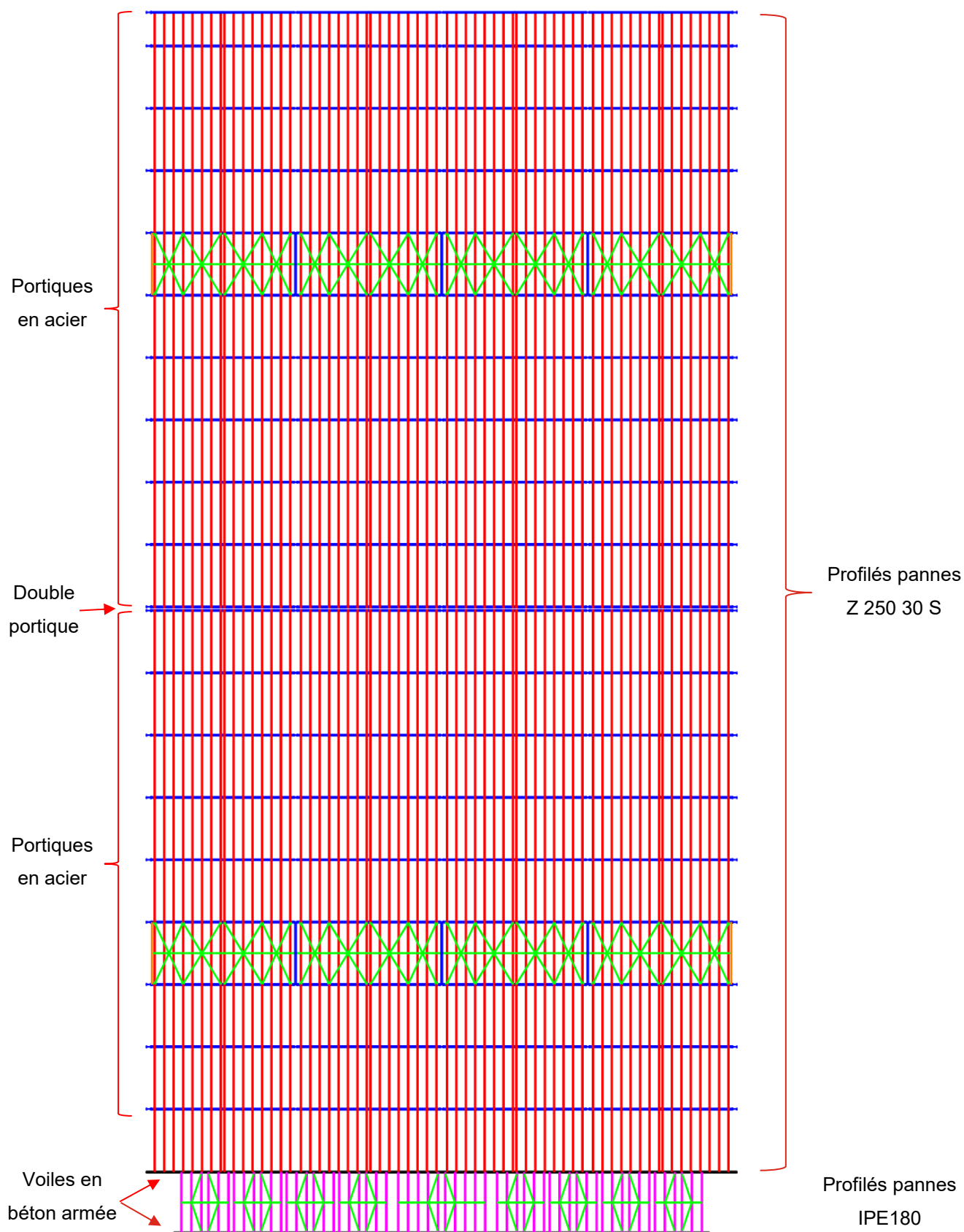
Dessin de l'assemblage intermédiaire du portique



Dessin de l'assemblage des faîtages

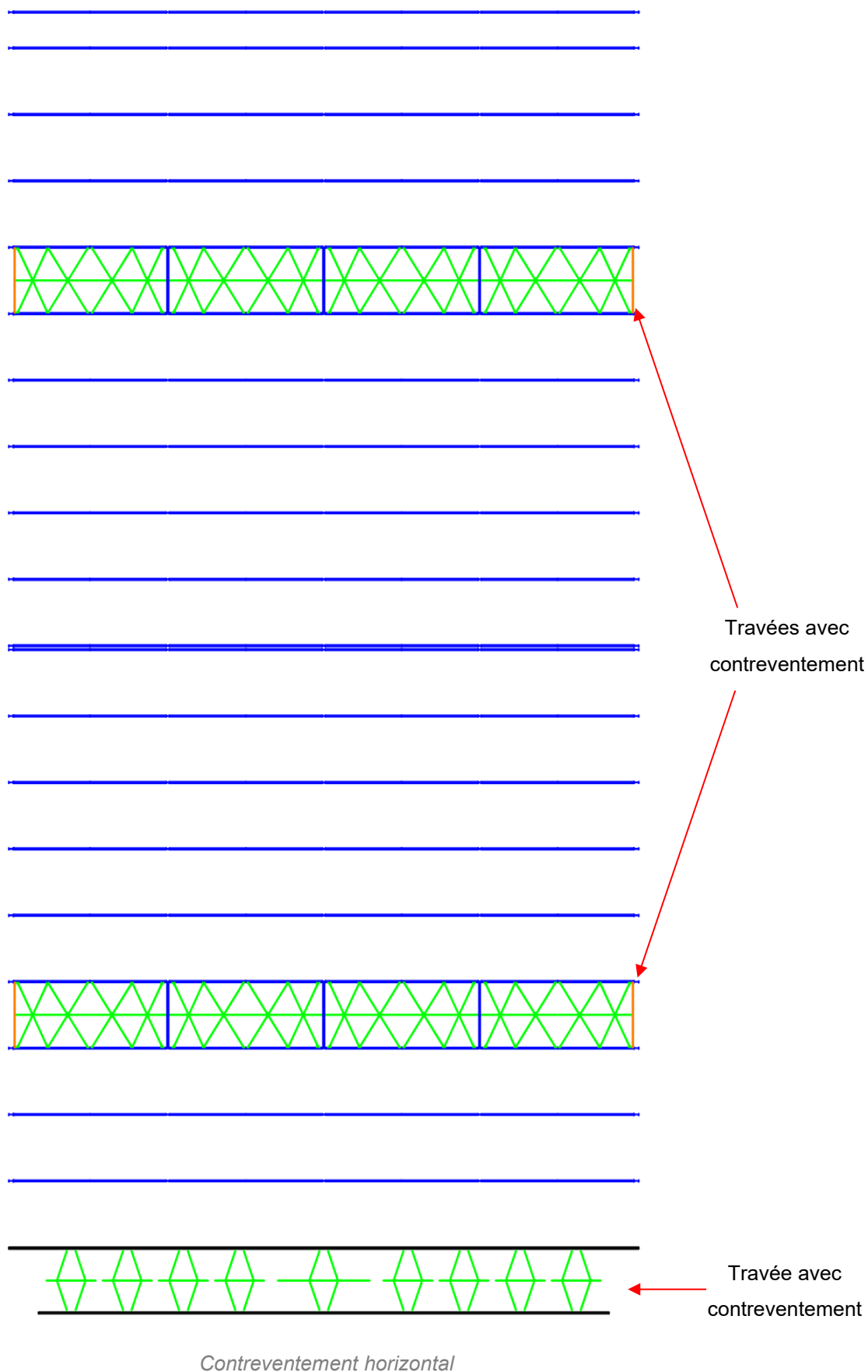


Dessin de l'assemblage des faîtages



Modes constructives par partie

4.1.1 Contreventement

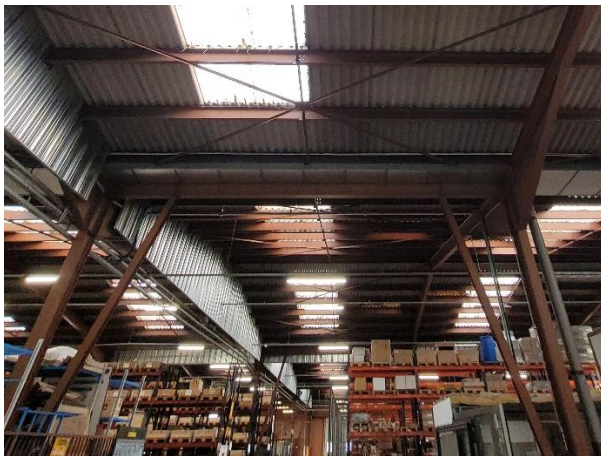


Le contreventement de la structure est assuré de la manière suivante :

- contreventement horizontal : assuré sur deux travées de l'entrepôt et le long de la toiture de la partie bureaux, à l'aide de cornières 40 × 40 × 4 mm ;
- contreventement vertical : réalisé par des cornières 60 × 60 × 6 mm aux extrémités, et par des profilés HEA 140 au droit des noues intermédiaires de l'entrepôt.

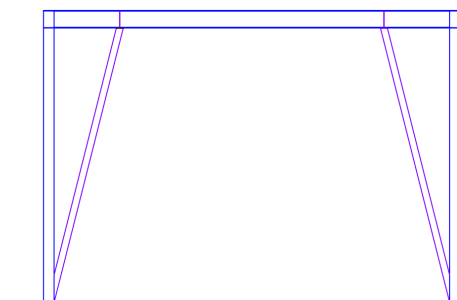


Contreventement horizontal

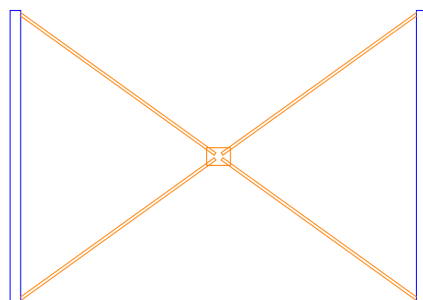


Contreventement vertical

Position intermédiaire

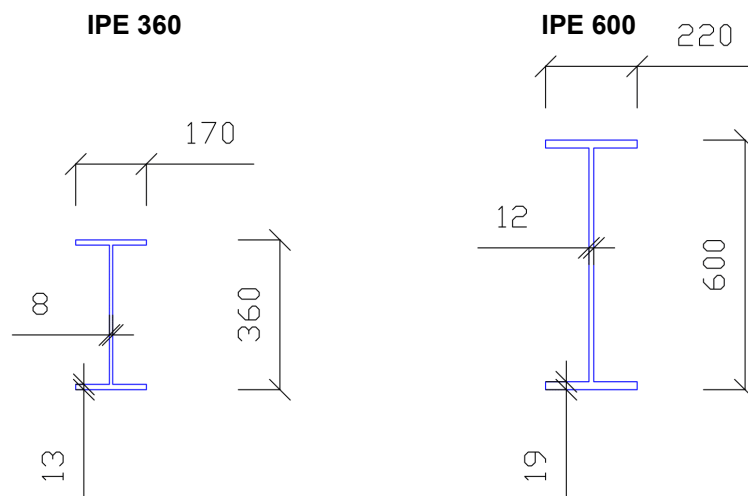


Extrémités

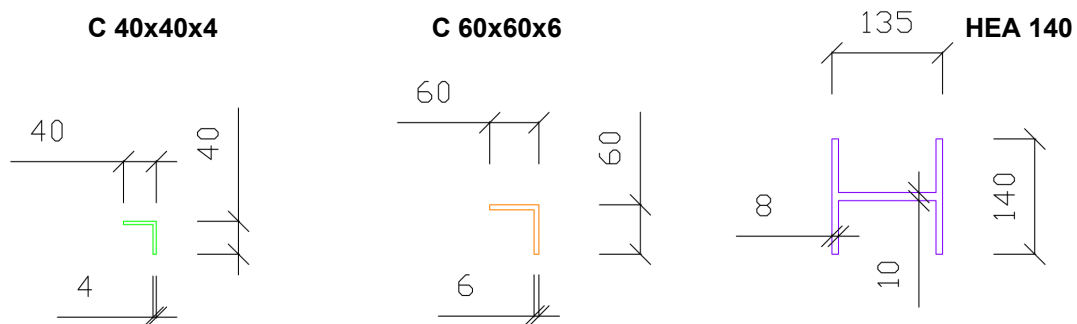


Contreventement vertical

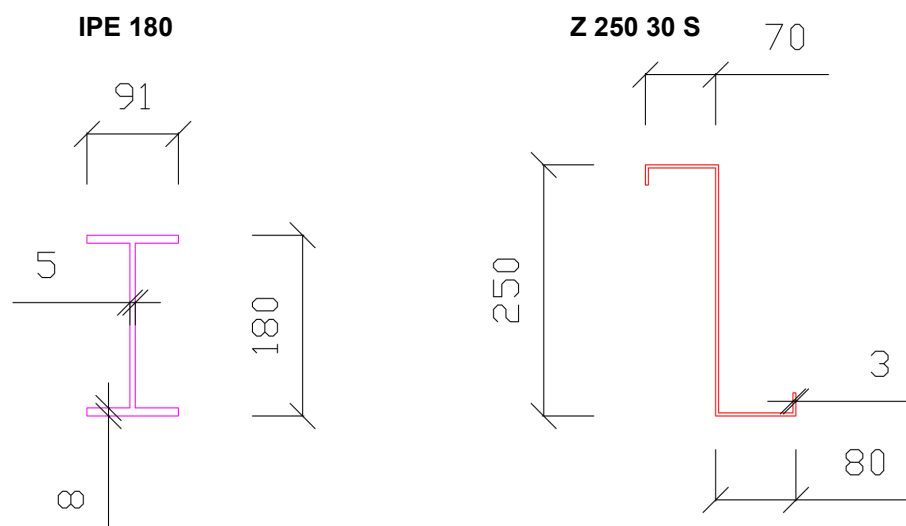
4.1.2 Sections des profilés



Section des profilés du portique



Sections du contreventement



Sections des pannes

5. RELEVÉ DE DESORDRES

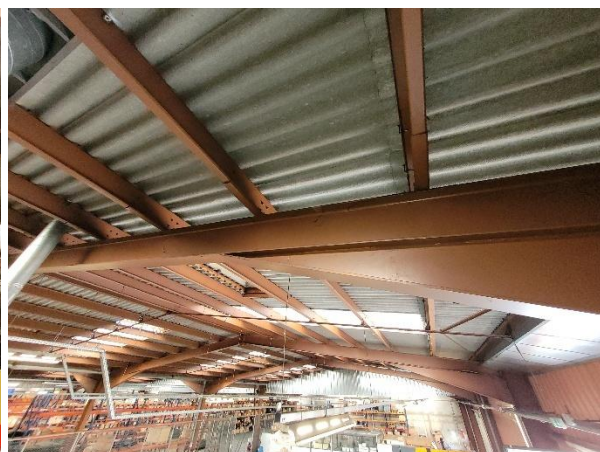
5.1 Toiture au-dessus bureaux

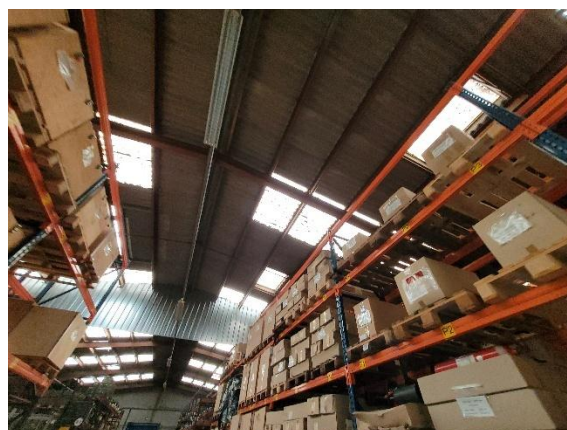
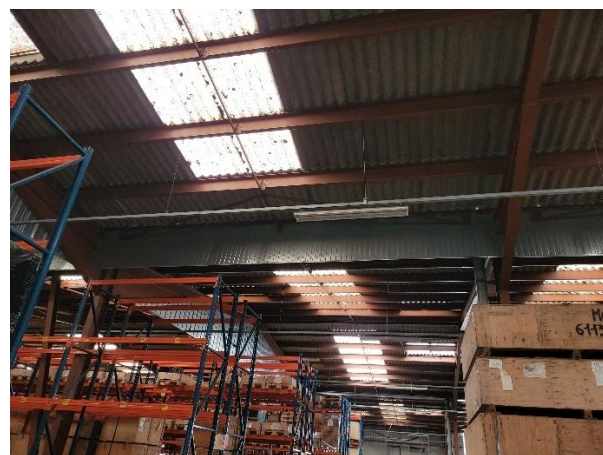
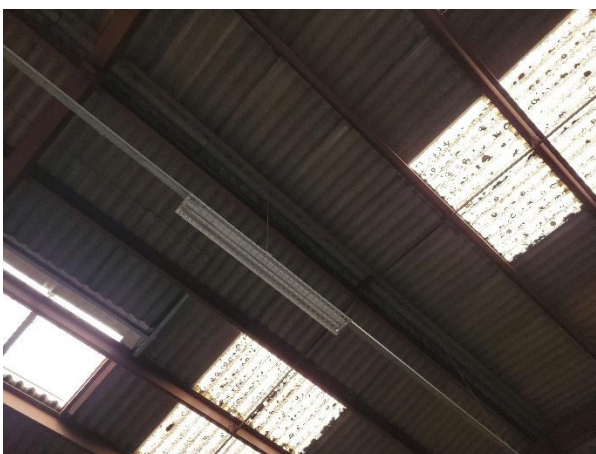
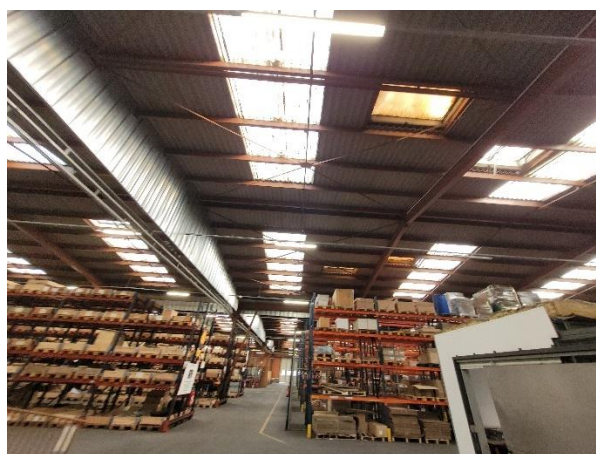
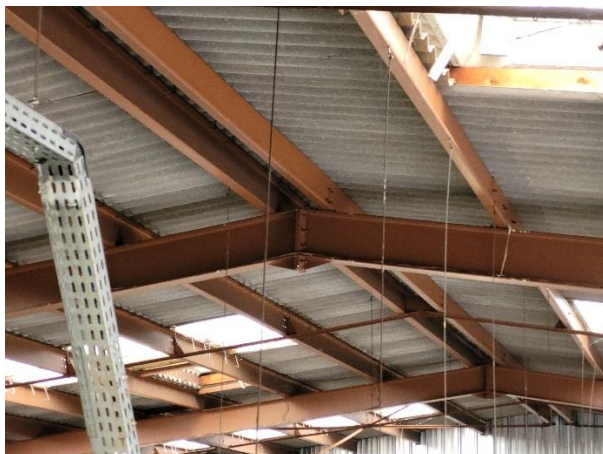
Les poutres en béton armé ne présentent aucune fissuration ni dégradation apparente. Les pannes IPE 180 sont protégées par une peinture en bon état, sans oxydation ni déformation mécanique visible.



5.2 Charpente de l'entrepôt

Les poteaux, poutres et pannes sont en excellent état de conservation. La peinture de protection est intacte et assure une protection efficace contre la corrosion. Aucune déformation, choc ou désordre structurel n'a été relevé. Aucune trace d'infiltration d'eau n'a été observée sous les plaques de fibrociment.





5.3 Couverture

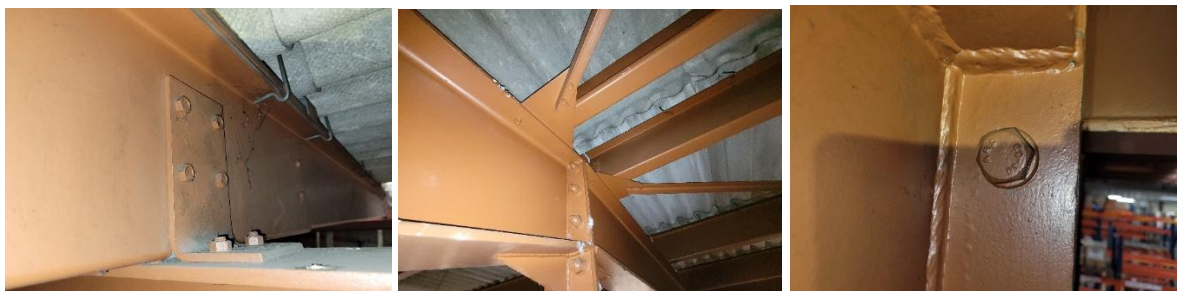
La couverture est globalement en bon état. Toutefois, la présence de mousses organiques sur les plaques de fibrociment est constatée, pouvant à terme altérer leur durabilité et favoriser des infiltrations.

Les gouttières sont fonctionnelles et non obstruées. Les tôles nervurées au-dessus des bureaux sont en excellent état.



5.4 Boulonnage

Les assemblages boulonnés ne présentent pas de désordres apparents. La protection anticorrosion est satisfaisante au droit des connexions.



6. DETERMINATION DE LA CAPACITE PORTANTE

6.1 Hypothèses de calcul

6.1.1 Règlement et normes

- DTU en vigueur ;
- Eurocode 0 : Base de calcul des structures ;
- Eurocode 1 : Action sur les structures ;
- Eurocode 3 : Calcul des structures en acier.

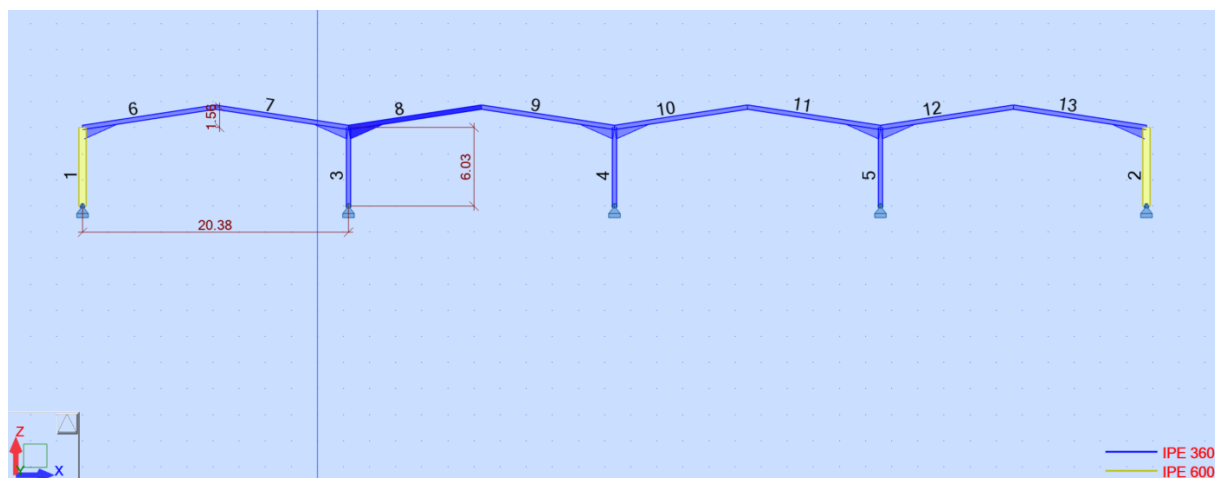
6.1.2 Hypothèses de chargement

La vérification des éléments de la structure est réalisée pour les charges appliquées sur les structures en conformité avec les anciens règlements (**Eurocode 0, 1 et 3**).

Rmq : Dans les calculs, nous considérons que les éléments structuraux de la charpente sont sains et ne présentent pas de désordres structurels.

- Charges permanentes :
 - Poids propre
 - Pannes en Z250-30-S : 7.57 kg/m²
 - Couverture (bac acier) : 16 kg/m²
- Charges d'exploitation :
 - Toiture inaccessible : 40 kg/m²
- Charges climatiques :
 - Vent : Région 1 IV 7m → $q_p=0.382$ kPa
 - Neige : Région A2 305m 20° → $S=0.36$ kN/m² $S_{ad}= 0.8$ kN/m²
 - Séisme zone 2 type I → non pris en compte

6.1.3 Portique



Entraxe = 8.5 m

➤ Résultats

Pour un changement de la couverture, de plaque de fibrociment à panneaux sandwich type bac acier de 16 kg/m², voici les résultats :

Pièce		Profil	Matériau	Lay	Laz	Ratio
1 Poteau1_1	OK	IPE 600	Steel	24.82	129.40	0.49
2	OK	IPE 600	Steel	24.82	129.40	0.49
3	OK	IPE 360	Steel	40.32	159.20	0.53
4	OK	IPE 360	Steel	40.32	159.20	0.48
5	OK	IPE 360	Steel	40.32	159.20	0.53
6 Poutre1_6	OK	IPE 360	Steel	37.39	194.27	0.94
7 Poutre1_7	OK	IPE 360	Steel	37.39	194.27	0.82
8	OK	IPE 360	Steel	37.39	194.27	0.91
9	OK	IPE 360	Steel	37.39	194.27	0.86
10	OK	IPE 360	Steel	37.39	194.27	0.86
11	OK	IPE 360	Steel	37.39	194.27	0.91
12	OK	IPE 360	Steel	37.39	194.27	0.82
13	OK	IPE 360	Steel	37.39	194.27	0.94

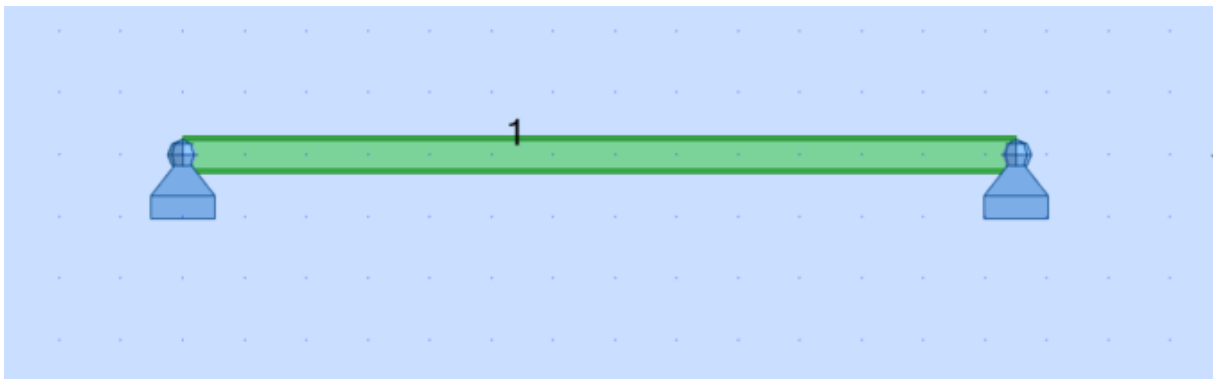
➔ **Vérification des contraintes** → taux de travail maximal = 94 % **ok**

➔ **Vérification des déplacements** → **ok**

➤ Commentaire

Les éléments composant le portique sont **vérifiés** aux contraintes limites.

6.1.4 Pannes



Entraxe = 1.3 m, profilé Z 250 30 S

➤ Résultats

Pour un changement de la couverture, de plaque de fibrociment à panneaux sandwich type bac acier de 16 kg/m², voici les résultats :

CALCUL D'UNE PANNE Z ISOSTATIQUE SOUS BAC ACIER											
Données											
t _{nom} (mm)		3	L (m)		8,5	I _{u,eff} (cm ⁴)		1090,7557	f _{yB} (Mpa)		350
h (mm)		250				W _{eff,y,c} (cm ³)		86,524	E (Mpa)		210000
b (mm)		73				W _{eff,y,t} (cm ³)		87,846	γ _{M0} ; γ _{M1}		1
c (mm)		17									
Vérification de la flèche (5.2 - CTICM)											
flèche limite L/200 (mm)		42,5									
q _{Fd,↓} (daN/m)		118,30									
Flèche (mm)		35,1036634				La flèche doit être inférieure ou égale à la flèche limite L/200 pour être validée					
Résistance des sections transversales (5.3 - CTICM)											
M _{y,Ed,↓} (daN.m)		2077,19				σ _{max,t,Ed,s,↓} (MPa)		240,07	Les deux σ ci-contre necessitent d'être inférieur à f _y /γ _M afin d'être validés		
q _{Fd,↓} (daN/m)		230,00				σ _{max,t,Ed,i,↓} (MPa)		236,46			
M _{tz,Ed,↓} (daN.m)		0,00				f _y /γ _M (MPa)		350			
Résultat de la capacité portante											
q' _{Fd,↓} (daN/m)		118,30				q _{Fd,↓} (daN/m)		230,00			
ELS						ELU					
						Charge ELS admissible sur panne (daN/m)		118,30			
						Charge ELU admissible sur panne (daN/m)		230,00			

➔ Vérification des contraintes ➔ ok

➔ Vérification des déplacements ➔ ok

➤ Commentaire

Les pannes sont vérifiées aux contraintes limites

7. CONCLUSION

7.1 Constat

La charpente métallique de l'entrepôt **satisfait aux exigences des normes en vigueur** dans son état actuel. Les calculs mettent en évidence une capacité portante suffisante, avec un taux de travail maximal de 94 % pour les portiques.

La couverture existante en fibrociment présente un poids surfacique d'environ 16 kg/m². Les solutions de remplacement envisagées, telles que les panneaux sandwich, présentent des poids comparables (jusqu'à environ 16 kg/m² selon l'épaisseur). Les solutions de bac acier simple ou double peau présentent des charges plus faibles, de l'ordre de 8 kg/m².

7.2 Préconisation

Le remplacement des plaques de fibrociment par des solutions alternatives (panneaux sandwich ou bac acier) peut être réalisé **sans renforcement de la charpente métallique existante**, sous réserve du respect des hypothèses de charges retenues dans la présente étude.

ANNEXE 1**NOTES DE CALCUL (28 PAGES)**

NOTE DE CALCUL

Projet: Structure_3D_3D

Auteur:

Données - Pièces

Pièce	Nom	Composants	Famille	Section
1	Poteau1_1	1	(N/A)	IPE 600
2		2	(N/A)	IPE 600
3		3	(N/A)	IPE 360
4		4	(N/A)	IPE 360
5		5	(N/A)	IPE 360
6	Poutre1_6	6	(N/A)	IPE 360
7	Poutre1_7	7	(N/A)	IPE 360
8		8	(N/A)	IPE 360
9		9	(N/A)	IPE 360
10		10	(N/A)	IPE 360
11		11	(N/A)	IPE 360
12		12	(N/A)	IPE 360
13		13	(N/A)	IPE 360

Pièce	Type de barre	Ly [m]	Lz [m]
1	Poteau1	6,03	6,03
2	Poteau1	6,03	6,03
3	Poteau1	6,03	6,03
4	Poteau1	6,03	6,03
5	Poteau1	6,03	6,03
6	Poutre1	10,31	10,31
7	Poutre1	10,31	10,31
8	Poutre1	10,31	10,31
9	Poutre1	10,31	10,31
10	Poutre1	10,31	10,31
11	Poutre1	10,31	10,31
12	Poutre1	10,31	10,31
13	Poutre1	10,31	10,31

Vérification des barres acier

CALCUL DES STRUCTURES ACIER

NORME: *NF EN 1993-1-1:2005/NA:2013/A1:2014, Eurocode 3: Design of steel structures.*
TYPE D'ANALYSE: Vérification des pièces

FAMILLE:

PIECE: 1 Poteau1_1
6.03 m

POINT: 7

COORDONNEE: $x = 1.00 L =$

CHARGEMENTS:

Cas de charge décisif: 6 COMB1 (1+2)*1.35+3*1.50+4*0.90

MATERIAU:

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



PARAMETRES DE LA SECTION: IPE 600

$h=60.0 \text{ cm}$	$gM0=1.00$	$gM1=1.00$	
$b=22.0 \text{ cm}$	$A_y=94.30 \text{ cm}^2$	$A_z=83.78 \text{ cm}^2$	$A_x=155.98 \text{ cm}^2$
$tw=1.2 \text{ cm}$	$I_y=92083.40 \text{ cm}^4$	$I_z=3387.34 \text{ cm}^4$	$I_x=166.20 \text{ cm}^4$
$tf=1.9 \text{ cm}$	$W_{ply}=3512.62 \text{ cm}^3$	$W_{plz}=485.66 \text{ cm}^3$	

EFFORTS INTERNES ET RESISTANCES ULTIMES:

$N_{Ed} = 116.33 \text{ kN}$	$M_{y,Ed} = -404.28 \text{ kN}\cdot\text{m}$	
$N_{c,Rd} = 3665.62 \text{ kN}$	$M_{y,Ed,max} = -404.28 \text{ kN}\cdot\text{m}$	
$N_{b,Rd} = 1433.97 \text{ kN}$	$M_{y,c,Rd} = 825.47 \text{ kN}\cdot\text{m}$	$V_{z,Ed} = -67.04 \text{ kN}$
	$M_{N,y,Rd} = 825.47 \text{ kN}\cdot\text{m}$	$V_{z,c,Rd} = 1136.76 \text{ kN}$
		Classe de la section = 1



PARAMETRES DE DEVERSEMENT:

PARAMETRES DE FLAMBEMENT:



en y:

$L_y = 6.03 \text{ m}$	$\lambda_{m,y} = 0.26$
$L_{cr,y} = 6.03 \text{ m}$	$\chi_y = 0.99$
$\lambda_{m,y} = 24.82$	$\kappa_{yy} = 0.79$

flambement par torsion:

Courbe, T=b	$\alpha_f, T=0.34$
$L_t=6.03 \text{ m}$	$\phi_i, T=0.99$
$N_{cr,T}=4855.47 \text{ kN}$	$\chi, T=0.68$
$\lambda_{m,T}=0.87$	$N_{b,T,Rd}=2496.77 \text{ kN}$



en z:

$L_z = 6.03 \text{ m}$	$\lambda_{m,z} = 1.38$
$L_{cr,z} = 6.03 \text{ m}$	$\chi_z = 0.39$
$\lambda_{m,z} = 129.40$	$\kappa_{zy} = 0.41$

flambement en flexion-torsion

Courbe, TF=b	$\alpha_f, TF=0.34$
$N_{cr,y}=52488.69 \text{ kN}$	$\phi_i, TF=0.55$
$N_{cr,TF}=52488.69 \text{ kN}$	$\chi, TF=0.98$
$\lambda_{m,TF}=0.26$	$N_{b,TF,Rd}=3581.63 \text{ kN}$

FORMULES DE VERIFICATION:

Contrôle de la résistance de la section:

$$N_{Ed}/N_{c,Rd} = 0.03 < 1.00 \quad (6.2.4.(1))$$
$$M_{y,Ed}/M_{y,c,Rd} = 0.49 < 1.00 \quad (6.2.5.(1))$$
$$V_{z,Ed}/V_{z,c,Rd} = 0.06 < 1.00 \quad (6.2.6.(1))$$

Contrôle de la stabilité globale de la barre:

$$\lambda_{m,y} = 24.82 < \lambda_{m,max} = 210.00 \quad \lambda_{m,z} = 129.40 < \lambda_{m,max} = 210.00 \quad \text{STABLE}$$
$$N_{Ed}/\min(N_{b,Rd}, N_{b,T,Rd}, N_{b,TF,Rd}) = 0.08 < 1.00 \quad (6.3.1)$$

$$N_{Ed}/(X_y \cdot N_{Rk}/gM1) + k_{yy} \cdot M_{y,Ed,max}/(X_{LT} \cdot M_{y,Rk}/gM1) = 0.42 < 1.00 \quad (6.3.3.(4))$$

$$N_{Ed}/(X_z \cdot N_{Rk}/gM1) + k_{zy} \cdot M_{y,Ed,max}/(X_{LT} \cdot M_{y,Rk}/gM1) = 0.28 < 1.00 \quad (6.3.3.(4))$$

DEPLACEMENTS LIMITES



Flèches (REPÈRE LOCAL): Non analysé



Déplacements (REPÈRE GLOBAL):

$$v_x = 1.9 \text{ cm} < v_{x \text{ max}} = L/150.00 = 4.0 \text{ cm}$$

Vérifié

Cas de charge décisif: 7 COMB2 (1+2)*1.00+3*0.50+4*0.70

$$v_y = 0.0 \text{ cm} < v_{y \text{ max}} = L/150.00 = 4.0 \text{ cm}$$

Vérifié

Cas de charge décisif: 1 PERM1

Profil correct !!!

CALCUL DES STRUCTURES ACIER

NORME: *NF EN 1993-1-1:2005/NA:2013/A1:2014, Eurocode 3: Design of steel structures.*

TYPE D'ANALYSE: Vérification des pièces

FAMILLE:

PIECE: 2
6.03 m

POINT: 7

COORDONNEE: x = 1.00 L =

CHARGEMENTS:

Cas de charge décisif: 6 COMB1 (1+2)*1.35+3*1.50+4*0.90

MATERIAU:

Steel (S235) $f_y = 235.00$ MPa



PARAMETRES DE LA SECTION: IPE 600

h=60.0 cm	gM0=1.00	gM1=1.00	
b=22.0 cm	Ay=94.30 cm ²	Az=83.78 cm ²	Ax=155.98 cm ²
tw=1.2 cm	Iy=92083.40 cm ⁴	Iz=3387.34 cm ⁴	Ix=166.20 cm ⁴
tf=1.9 cm	Wply=3512.62 cm ³	Wplz=485.66 cm ³	

EFFORTS INTERNES ET RESISTANCES ULTIMES:

N,Ed = 116.33 kN	My,Ed = 404.28 kN*m	
Nc,Rd = 3665.62 kN	My,Ed,max = 404.28 kN*m	
Nb,Rd = 1433.97 kN	My,c,Rd = 825.47 kN*m	Vz,Ed = 67.04 kN
	MN,y,Rd = 825.47 kN*m	Vz,c,Rd = 1136.76 kN
		Classe de la section = 1



PARAMETRES DE DEVERSEMENT:

PARAMETRES DE FLAMBEMENT:



en y:

Ly = 6.03 m	Lam_y = 0.26
Lcr,y = 6.03 m	Xy = 0.99
Lamy = 24.82	ky = 0.79

flambement par torsion:

Courbe,T=b	alfa,T=0.34
Lt=6.03 m	fi,T=0.99
Ncr,T=4855.47 kN	X,T=0.68
Lam_T=0.87	Nb,T,Rd=2496.77 kN



en z:

Lz = 6.03 m	Lam_z = 1.38
Lcr,z = 6.03 m	Xz = 0.39
Lamz = 129.40	kzy = 0.41

flambement en flexion-torsion

Courbe,TF=b	alfa,TF=0.34
Ncr,y=52488.69 kN	fi,TF=0.55
Ncr,TF=52488.69 kN	X,TF=0.98
Lam_TF=0.26	Nb,TF,Rd=3581.63 kN

FORMULES DE VERIFICATION:

Contrôle de la résistance de la section:

$$N_{Ed}/N_{c,Rd} = 0.03 < 1.00 \quad (6.2.4.(1))$$

$$M_{y,Ed}/M_{y,c,Rd} = 0.49 < 1.00 \quad (6.2.5.(1))$$

$$V_{z,Ed}/V_{z,c,Rd} = 0.06 < 1.00 \quad (6.2.6.(1))$$

Contrôle de la stabilité globale de la barre:

$$\Lambda_{b,y} = 24.82 < \Lambda_{b,max} = 210.00 \quad \Lambda_{b,z} = 129.40 < \Lambda_{b,max} = 210.00 \quad \text{STABLE}$$

$$N_{Ed}/\min(N_{b,Rd}, N_{b,T,Rd}, N_{b,TF,Rd}) = 0.08 < 1.00 \quad (6.3.1)$$

$$N_{Ed}/(X_y \cdot N_{Rk}/gM1) + k_{yy} \cdot M_{y,Ed,max}/(XLT \cdot M_{y,Rk}/gM1) = 0.42 < 1.00 \quad (6.3.3.(4))$$

$$N_{Ed}/(X_z \cdot N_{Rk}/gM1) + k_{zy} \cdot M_{y,Ed,max}/(XLT \cdot M_{y,Rk}/gM1) = 0.28 < 1.00 \quad (6.3.3.(4))$$

DEPLACEMENTS LIMITES



Flèches (REPERE LOCAL): Non analysé



Déplacements (REPERE GLOBAL):

$v_x = 1.9 \text{ cm} < v_{x \text{ max}} = L/150.00 = 4.0 \text{ cm}$

Vérifié

Cas de charge décisif: 7 COMB2 (1+2)*1.00+3*0.50+4*0.70

$v_y = 0.0 \text{ cm} < v_{y \text{ max}} = L/150.00 = 4.0 \text{ cm}$

Vérifié

Cas de charge décisif: 1 PERM1

Profil correct !!!

CALCUL DES STRUCTURES ACIER

NORME: NF EN 1993-1-1:2005/NA:2013/A1:2014, Eurocode 3: Design of steel structures.

TYPE D'ANALYSE: Vérification des pièces

FAMILLE:

PIECE: 3
0.84 m

POINT: 2

COORDONNEE: $x = 0.14 L =$

CHARGEMENTS:

Cas de charge décisif: 6 COMB1 (1+2)*1.35+3*1.50+4*0.90

MATERIAU:

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



PARAMETRES DE LA SECTION: IPE 360

$h=36.0 \text{ cm}$	$gM0=1.00$	$gM1=1.00$	
$b=17.0 \text{ cm}$	$A_y=48.84 \text{ cm}^2$	$A_z=35.14 \text{ cm}^2$	$A_x=72.73 \text{ cm}^2$
$tw=0.8 \text{ cm}$	$I_y=16265.60 \text{ cm}^4$	$I_z=1043.45 \text{ cm}^4$	$I_x=36.20 \text{ cm}^4$
$tf=1.3 \text{ cm}$	$W_{ply}=1019.22 \text{ cm}^3$	$W_{plz}=191.10 \text{ cm}^3$	

EFFORTS INTERNES ET RESISTANCES ULTIMES:

$N_{Ed} = 231.40 \text{ kN}$	$M_{y,Ed} = -3.78 \text{ kN}\cdot\text{m}$	
$N_{c,Rd} = 1709.14 \text{ kN}$	$M_{y,Ed,max} = -27.18 \text{ kN}\cdot\text{m}$	
$N_{b,Rd} = 477.54 \text{ kN}$	$M_{y,c,Rd} = 239.52 \text{ kN}\cdot\text{m}$	$V_{z,Ed} = -4.51 \text{ kN}$
	$M_{N,y,Rd} = 239.52 \text{ kN}\cdot\text{m}$	$V_{z,c,Rd} = 476.73 \text{ kN}$
		Classe de la section = 1



PARAMETRES DE DEVERSEMENT:

PARAMETRES DE FLAMBEMENT:



en y:

$L_y = 6.03 \text{ m}$	$\lambda_{m,y} = 0.43$
$L_{cr,y} = 6.03 \text{ m}$	$X_y = 0.94$
$\lambda_{m,y} = 40.32$	$k_{yy} = 0.84$

flambement par torsion:

Courbe, T=b	$\alpha_f, T=0.34$
$L_t=6.03 \text{ m}$	$f_i, T=1.05$
$N_{cr,T}=1982.14 \text{ kN}$	$X, T=0.64$
$\lambda_{m,T}=0.93$	$N_{b,T,Rd}=1098.60 \text{ kN}$



en z:

$L_z = 6.03 \text{ m}$	$\lambda_{m,z} = 1.70$
$L_{cr,z} = 6.03 \text{ m}$	$X_z = 0.28$
$\lambda_{m,z} = 159.20$	$k_{zy} = 0.36$

flambement en flexion-torsion

Courbe, TF=b	$\alpha_f, TF=0.34$
$N_{cr,y}=9271.60 \text{ kN}$	$f_i, TF=0.63$
$N_{cr,TF}=9271.60 \text{ kN}$	$X, TF=0.91$
$\lambda_{m,TF}=0.43$	$N_{b,TF,Rd}=1562.59 \text{ kN}$

FORMULES DE VERIFICATION:

Contrôle de la résistance de la section:

$$N_{Ed}/N_{c,Rd} = 0.14 < 1.00 \quad (6.2.4.(1))$$
$$M_{y,Ed}/M_{y,c,Rd} = 0.02 < 1.00 \quad (6.2.5.(1))$$
$$V_{z,Ed}/V_{z,c,Rd} = 0.01 < 1.00 \quad (6.2.6.(1))$$

Contrôle de la stabilité globale de la barre:

$$\lambda_{m,y} = 40.32 < \lambda_{m,max} = 210.00 \quad \lambda_{m,z} = 159.20 < \lambda_{m,max} = 210.00 \quad \text{STABLE}$$
$$N_{Ed}/\min(N_{b,Rd}, N_{b,T,Rd}, N_{b,TF,Rd}) = 0.48 < 1.00 \quad (6.3.1)$$
$$N_{Ed}/(X_y \cdot N_{Rk}/gM1) + k_{yy} \cdot M_{y,Ed,max}/(XLT \cdot M_{y,Rk}/gM1) = 0.24 < 1.00 \quad (6.3.3.(4))$$
$$N_{Ed}/(X_z \cdot N_{Rk}/gM1) + k_{zy} \cdot M_{y,Ed,max}/(XLT \cdot M_{y,Rk}/gM1) = 0.53 < 1.00 \quad (6.3.3.(4))$$

DEPLACEMENTS LIMITES

Flèches (REPERE LOCAL): Non analysé



Déplacements (REPERE GLOBAL):

$v_x = 0.9 \text{ cm} < v_x \text{ max} = L/150.00 = 4.0 \text{ cm}$

Vérifié

Cas de charge décisif: 7 COMB2 (1+2)*1.00+3*0.50+4*0.70

$v_y = 0.0 \text{ cm} < v_y \text{ max} = L/150.00 = 4.0 \text{ cm}$

Vérifié

Cas de charge décisif: 1 PERM1

Profil correct !!!

CALCUL DES STRUCTURES ACIER

NORME: *NF EN 1993-1-1:2005/NA:2013/A1:2014, Eurocode 3: Design of steel structures.*

TYPE D'ANALYSE: Vérification des pièces

FAMILLE:

PIECE: 4
0.00 m

POINT: 1

COORDONNEE: $x = 0.00 L =$

CHARGEMENTS:

Cas de charge décisif: 6 COMB1 (1+2)*1.35+3*1.50+4*0.90

MATERIAU:

Steel (S235) $f_y = 235.00$ MPa



PARAMETRES DE LA SECTION: IPE 360

$h=36.0$ cm	$gM0=1.00$	$gM1=1.00$	
$b=17.0$ cm	$A_y=48.84$ cm ²	$A_z=35.14$ cm ²	$A_x=72.73$ cm ²
$tw=0.8$ cm	$I_y=16265.60$ cm ⁴	$I_z=1043.45$ cm ⁴	$I_x=36.20$ cm ⁴
$tf=1.3$ cm	$W_{ply}=1019.22$ cm ³	$W_{plz}=191.10$ cm ³	

EFFORTS INTERNES ET RESISTANCES ULTIMES:

$N_{Ed} = 231.40$ kN

$N_{c,Rd} = 1709.14$ kN

$N_{b,Rd} = 477.54$ kN

Classe de la section = 2



PARAMETRES DE DEVERSEMENT:

PARAMETRES DE FLAMBEMENT:



en y:

$L_y = 6.03$ m	$\lambda_{m_y} = 0.43$
$L_{cr,y} = 6.03$ m	$X_y = 0.94$
$L_{my} = 40.32$	



en z:

$L_z = 6.03$ m	$\lambda_{m_z} = 1.70$
$L_{cr,z} = 6.03$ m	$X_z = 0.28$
$L_{mz} = 159.20$	

flambement par torsion:

Courbe,T=b	$\alpha_{fa,T}=0.34$
$L_t=6.03$ m	$f_{i,T}=1.05$
$N_{cr,T}=1982.14$ kN	$X_{T,T}=0.64$
$\lambda_{m_T}=0.93$	$N_{b,T,Rd}=1098.60$ kN

flambement en flexion-torsion

Courbe,TF=b	$\alpha_{fa,TF}=0.34$
$N_{cr,y}=9271.60$ kN	$f_{i,TF}=0.63$
$N_{cr,TF}=9271.60$ kN	$X_{TF,T}=0.91$
$\lambda_{m_TF}=0.43$	$N_{b,TF,Rd}=1562.59$ kN

FORMULES DE VERIFICATION:

Contrôle de la résistance de la section:

$N_{Ed}/N_{c,Rd} = 0.14 < 1.00$ (6.2.4.(1))

Contrôle de la stabilité globale de la barre:

$\lambda_{m,y} = 40.32 < \lambda_{m,max} = 210.00$ $\lambda_{m,z} = 159.20 < \lambda_{m,max} = 210.00$ STABLE

$N_{Ed}/\min(N_{b,Rd}, N_{b,T,Rd}, N_{b,TF,Rd}) = 0.48 < 1.00$ (6.3.1)

DEPLACEMENTS LIMITES



Flèches (REPERE LOCAL): Non analysé



Déplacements (REPERE GLOBAL):

$v_x = 0.0 \text{ cm} < v_x \text{ max} = L/150.00 = 4.0 \text{ cm}$

Vérifié

Cas de charge décisif: 7 COMB2 (1+2)*1.00+3*0.50+4*0.70

$v_y = 0.0 \text{ cm} < v_y \text{ max} = L/150.00 = 4.0 \text{ cm}$

Vérifié

Cas de charge décisif: 1 PERM1

Profil correct !!!

CALCUL DES STRUCTURES ACIER

NORME: *NF EN 1993-1-1:2005/NA:2013/A1:2014, Eurocode 3: Design of steel structures.*

TYPE D'ANALYSE: Vérification des pièces

FAMILLE:

PIECE: 5
0.84 m

POINT: 2

COORDONNEE: $x = 0.14 L =$

CHARGEMENTS:

Cas de charge décisif: 6 COMB1 (1+2)*1.35+3*1.50+4*0.90

MATERIAU:

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



PARAMETRES DE LA SECTION: IPE 360

$h=36.0 \text{ cm}$	$gM0=1.00$	$gM1=1.00$	
$b=17.0 \text{ cm}$	$A_y=48.84 \text{ cm}^2$	$A_z=35.14 \text{ cm}^2$	$A_x=72.73 \text{ cm}^2$
$tw=0.8 \text{ cm}$	$I_y=16265.60 \text{ cm}^4$	$I_z=1043.45 \text{ cm}^4$	$I_x=36.20 \text{ cm}^4$
$tf=1.3 \text{ cm}$	$W_{ply}=1019.22 \text{ cm}^3$	$W_{plz}=191.10 \text{ cm}^3$	

EFFORTS INTERNES ET RESISTANCES ULTIMES:

$N_{Ed} = 231.40 \text{ kN}$	$M_{y,Ed} = 3.78 \text{ kN}\cdot\text{m}$	
$N_{c,Rd} = 1709.14 \text{ kN}$	$M_{y,Ed,max} = 27.18 \text{ kN}\cdot\text{m}$	
$N_{b,Rd} = 477.54 \text{ kN}$	$M_{y,c,Rd} = 239.52 \text{ kN}\cdot\text{m}$	$V_{z,Ed} = 4.51 \text{ kN}$
	$M_{N,y,Rd} = 239.52 \text{ kN}\cdot\text{m}$	$V_{z,c,Rd} = 476.73 \text{ kN}$
		Classe de la section = 1



PARAMETRES DE DEVERSEMENT:

PARAMETRES DE FLAMBEMENT:



en y:

$L_y = 6.03 \text{ m}$	$\text{Lam}_y = 0.43$
$L_{cr,y} = 6.03 \text{ m}$	$X_y = 0.94$
$\text{Lam}_y = 40.32$	$k_{yy} = 0.84$

flambement par torsion:

Courbe,T=b	$\alpha_f, T=0.34$
$L_t=6.03 \text{ m}$	$f_i, T=1.05$
$N_{cr,T}=1982.14 \text{ kN}$	$X, T=0.64$
$\text{Lam}_T=0.93$	$N_{b,T,Rd}=1098.60 \text{ kN}$



en z:

$L_z = 6.03 \text{ m}$	$\text{Lam}_z = 1.70$
$L_{cr,z} = 6.03 \text{ m}$	$X_z = 0.28$
$\text{Lam}_z = 159.20$	$k_{zy} = 0.36$

flambement en flexion-torsion

Courbe,TF=b	$\alpha_f, TF=0.34$
$N_{cr,y}=9271.60 \text{ kN}$	$f_i, TF=0.63$
$N_{cr,TF}=9271.60 \text{ kN}$	$X, TF=0.91$
$\text{Lam}_{TF}=0.43$	$N_{b,TF,Rd}=1562.59 \text{ kN}$

FORMULES DE VERIFICATION:

Contrôle de la résistance de la section:

$$N_{Ed}/N_{c,Rd} = 0.14 < 1.00 \quad (6.2.4.(1))$$
$$M_{y,Ed}/M_{y,c,Rd} = 0.02 < 1.00 \quad (6.2.5.(1))$$
$$V_{z,Ed}/V_{z,c,Rd} = 0.01 < 1.00 \quad (6.2.6.(1))$$

Contrôle de la stabilité globale de la barre:

$$\text{Lamda}_y = 40.32 < \text{Lamda}_{max} = 210.00 \quad \text{Lamda}_z = 159.20 < \text{Lamda}_{max} = 210.00 \quad \text{STABLE}$$
$$N_{Ed}/\text{Min}(N_{b,Rd}, N_{b,T,Rd}, N_{b,TF,Rd}) = 0.48 < 1.00 \quad (6.3.1)$$
$$N_{Ed}/(X_y \cdot N_{Rk}/gM1) + k_{yy} \cdot M_{y,Ed,max}/(XLT \cdot M_{y,Rk}/gM1) = 0.24 < 1.00 \quad (6.3.3.(4))$$
$$N_{Ed}/(X_z \cdot N_{Rk}/gM1) + k_{zy} \cdot M_{y,Ed,max}/(XLT \cdot M_{y,Rk}/gM1) = 0.53 < 1.00 \quad (6.3.3.(4))$$

DEPLACEMENTS LIMITES**Flèches (REPERE LOCAL):** *Non analysé***Déplacements (REPERE GLOBAL):** $v_x = 0.9 \text{ cm} < v_{x \text{ max}} = L/150.00 = 4.0 \text{ cm}$

Vérifié

Cas de charge décisif: 7 COMB2 (1+2)*1.00+3*0.50+4*0.70 $v_y = 0.0 \text{ cm} < v_{y \text{ max}} = L/150.00 = 4.0 \text{ cm}$

Vérifié

Cas de charge décisif: 1 PERM1

Profil correct !!!

CALCUL DES STRUCTURES ACIER

NORME: *NF EN 1993-1-1:2005/NA:2013/A1:2014, Eurocode 3: Design of steel structures.*

TYPE D'ANALYSE: Vérification des pièces

FAMILLE:

PIECE: 6 Poutre1_6
2.58 m

POINT: 7

COORDONNEE: $x = 0.25 L =$

CHARGEMENTS:

Cas de charge décisif: 6 COMB1 (1+2)*1.35+3*1.50+4*0.90

MATERIAU:

Steel (S235) $f_y = 235.00$ MPa



PARAMETRES DE LA SECTION: IPE 360

$h=36.0$ cm	$gM0=1.00$	$gM1=1.00$	
$b=17.0$ cm	$A_y=43.18$ cm ²	$A_z=26.77$ cm ²	$A_x=72.73$ cm ²
$tw=0.8$ cm	$I_y=16265.60$ cm ⁴	$I_z=1043.45$ cm ⁴	$I_x=30.46$ cm ⁴
$tf=1.3$ cm	$W_{ely}=903.64$ cm ³	$W_{elz}=122.76$ cm ³	

EFFORTS INTERNES ET RESISTANCES ULTIMES:

$N_{Ed} = 79.47$ kN	$M_{y,Ed} = -171.47$ kN*m	
$N_{c,Rd} = 1709.14$ kN	$M_{y,el,Rd} = 212.36$ kN*m	
$N_{b,Rd} = 316.35$ kN	$M_{y,c,Rd} = 212.36$ kN*m	$V_{z,Ed} = 76.08$ kN
		$V_{z,c,Rd} = 363.18$ kN
		Classe de la section = 3



PARAMETRES DE DEVERSEMENT:

PARAMETRES DE FLAMBEMENT:



en y:

$L_y = 10.31$ m	$\lambda_{m,y} = 0.40$
$L_{cr,y} = 7.22$ m	$\chi_y = 0.93$
$\lambda_{m,y} = 37.39$	$\chi_{yy} = 1.00$



en z:

$L_z = 10.31$ m	$\lambda_{m,z} = 2.07$
$L_{cr,z} = 7.22$ m	$\chi_z = 0.19$
$\lambda_{m,z} = 194.27$	$\chi_{zy} = 0.86$

FORMULES DE VERIFICATION:

Contrôle de la résistance de la section:

$$\begin{aligned} M_{y,Ed}/M_{y,c,Rd} &= 0.81 < 1.00 \quad (6.2.5.(1)) \\ N_{Ed}/N_{c,Rd} + M_{y,Ed}/M_{y,c,Rd} &= 0.85 < 1.00 \quad (6.2.1(7)) \\ \sqrt{(\sigma_{x,Ed})^2 + 3(\tau_{z,Ed})^2}/(f_y/gM0) &= 0.82 < 1.00 \quad (6.2.1.(5)) \\ V_{z,Ed}/V_{z,c,Rd} &= 0.21 < 1.00 \quad (6.2.6.(1)) \end{aligned}$$

Contrôle de la stabilité globale de la barre:

$$\begin{aligned} \lambda_{m,y} = 37.39 < \lambda_{m,max} = 210.00 \quad \lambda_{m,z} = 194.27 < \lambda_{m,max} = 210.00 \quad \text{STABLE} \\ N_{Ed}/(\chi_y N_{Rk}/gM1) + \chi_{yy} M_{y,Ed}/(XLT M_{y,Rk}/gM1) &= 0.86 < 1.00 \quad (6.3.3.(4)) \\ N_{Ed}/(\chi_z N_{Rk}/gM1) + \chi_{zy} M_{y,Ed}/(XLT M_{y,Rk}/gM1) &= 0.94 < 1.00 \quad (6.3.3.(4)) \end{aligned}$$

DEPLACEMENTS LIMITES



Flèches (REPERE LOCAL):

$u_y = 0.0$ cm < $u_{y,max} = L/200.00 = 5.2$ cm	Vérifié
Cas de charge décisif: 1 PERM1	
$u_z = 0.8$ cm < $u_{z,max} = L/200.00 = 5.2$ cm	Vérifié

Cas de charge décisif: 7 COMB2 (1+2)*1.00+3*0.50+4*0.70



Déplacements (REPERE GLOBAL): Non analysé

Profil correct !!!

CALCUL DES STRUCTURES ACIER

NORME: *NF EN 1993-1-1:2005/NA:2013/A1:2014, Eurocode 3: Design of steel structures.*

TYPE D'ANALYSE: Vérification des pièces

FAMILLE:

PIECE: 7 Poutre1_7
7.73 m

POINT: 1

COORDONNEE: $x = 0.75 L =$

CHARGEMENTS:

Cas de charge décisif: 6 COMB1 (1+2)*1.35+3*1.50+4*0.90

MATERIAU:

Steel (S235) $f_y = 235.00$ MPa



PARAMETRES DE LA SECTION: IPE 360

$h=36.0$ cm	$gM0=1.00$	$gM1=1.00$	
$b=17.0$ cm	$A_y=43.18$ cm ²	$A_z=26.77$ cm ²	$A_x=72.73$ cm ²
$tw=0.8$ cm	$I_y=16265.60$ cm ⁴	$I_z=1043.45$ cm ⁴	$I_x=30.46$ cm ⁴
$tf=1.3$ cm	$W_{ely}=903.64$ cm ³	$W_{elz}=122.76$ cm ³	

EFFORTS INTERNES ET RESISTANCES ULTIMES:

$N_{Ed} = 78.86$ kN	$M_{y,Ed} = -140.52$ kN*m	
$N_{c,Rd} = 1709.14$ kN	$M_{y,el,Rd} = 212.36$ kN*m	
$N_{b,Rd} = 316.35$ kN	$M_{y,c,Rd} = 212.36$ kN*m	$V_{z,Ed} = -72.08$ kN
		$V_{z,c,Rd} = 363.18$ kN
		Classe de la section = 3



PARAMETRES DE DEVERSEMENT:

PARAMETRES DE FLAMBEMENT:



en y:

$L_y = 10.31$ m	$\lambda_{m,y} = 0.40$
$L_{cr,y} = 7.22$ m	$\chi_y = 0.93$
$\lambda_{my} = 37.39$	$\chi_{yy} = 1.00$



en z:

$L_z = 10.31$ m	$\lambda_{m,z} = 2.07$
$L_{cr,z} = 7.22$ m	$\chi_z = 0.19$
$\lambda_{mz} = 194.27$	$\chi_{zy} = 0.86$

FORMULES DE VERIFICATION:

Contrôle de la résistance de la section:

$$\begin{aligned} M_{y,Ed}/M_{y,c,Rd} &= 0.66 < 1.00 \quad (6.2.5.(1)) \\ N_{Ed}/N_{c,Rd} + M_{y,Ed}/M_{y,c,Rd} &= 0.71 < 1.00 \quad (6.2.1(7)) \\ \sqrt{(\sigma_{x,Ed})^2 + 3(\tau_{z,Ed})^2}/(f_y/gM0) &= 0.69 < 1.00 \quad (6.2.1.(5)) \\ V_{z,Ed}/V_{z,c,Rd} &= 0.20 < 1.00 \quad (6.2.6.(1)) \end{aligned}$$

Contrôle de la stabilité globale de la barre:

$$\begin{aligned} \lambda_{m,y} = 37.39 < \lambda_{m,max} = 210.00 \quad \lambda_{m,z} = 194.27 < \lambda_{m,max} = 210.00 \quad \text{STABLE} \\ N_{Ed}/(\chi_y N_{Rk}/gM1) + \chi_{yy} M_{y,Ed}/(XLT M_{y,Rk}/gM1) &= 0.71 < 1.00 \quad (6.3.3.(4)) \\ N_{Ed}/(\chi_z N_{Rk}/gM1) + \chi_{zy} M_{y,Ed}/(XLT M_{y,Rk}/gM1) &= 0.82 < 1.00 \quad (6.3.3.(4)) \end{aligned}$$

DEPLACEMENTS LIMITES



Flèches (REPERE LOCAL):

$u_y = 0.0$ cm < $u_{y,max} = L/200.00 = 5.2$ cm	Vérifié
Cas de charge décisif: 1 PERM1	
$u_z = 0.5$ cm < $u_{z,max} = L/200.00 = 5.2$ cm	Vérifié

Cas de charge décisif: 7 COMB2 (1+2)*1.00+3*0.50+4*0.70



Déplacements (REPERE GLOBAL): Non analysé

Profil correct !!!

CALCUL DES STRUCTURES ACIER

NORME: *NF EN 1993-1-1:2005/NA:2013/A1:2014, Eurocode 3: Design of steel structures.*

TYPE D'ANALYSE: Vérification des pièces

FAMILLE:

PIECE: 8
2.58 m

POINT: 7

COORDONNEE: $x = 0.25 L =$

CHARGEMENTS:

Cas de charge décisif: 6 COMB1 (1+2)*1.35+3*1.50+4*0.90

MATERIAU:

Steel (S235) $f_y = 235.00$ MPa



PARAMETRES DE LA SECTION: IPE 360

$h=36.0$ cm	$gM0=1.00$	$gM1=1.00$	
$b=17.0$ cm	$A_y=43.18$ cm ²	$A_z=26.77$ cm ²	$A_x=72.73$ cm ²
$tw=0.8$ cm	$I_y=16265.60$ cm ⁴	$I_z=1043.45$ cm ⁴	$I_x=30.46$ cm ⁴
$tf=1.3$ cm	$W_{ely}=903.64$ cm ³	$W_{elz}=122.76$ cm ³	

EFFORTS INTERNES ET RESISTANCES ULTIMES:

$N_{Ed} = 83.76$ kN	$M_{y,Ed} = -162.05$ kN*m	
$N_{c,Rd} = 1709.14$ kN	$M_{y,el,Rd} = 212.36$ kN*m	
$N_{b,Rd} = 316.35$ kN	$M_{y,c,Rd} = 212.36$ kN*m	$V_{z,Ed} = 74.27$ kN
		$V_{z,c,Rd} = 363.18$ kN
		Classe de la section = 3



PARAMETRES DE DEVERSEMENT:

PARAMETRES DE FLAMBEMENT:



en y:

$L_y = 10.31$ m	$\lambda_{m,y} = 0.40$
$L_{cr,y} = 7.22$ m	$\chi_y = 0.93$
$\lambda_{my} = 37.39$	$\chi_{yy} = 1.00$



en z:

$L_z = 10.31$ m	$\lambda_{m,z} = 2.07$
$L_{cr,z} = 7.22$ m	$\chi_z = 0.19$
$\lambda_{mz} = 194.27$	$\chi_{zy} = 0.85$

FORMULES DE VERIFICATION:

Contrôle de la résistance de la section:

$$\begin{aligned} M_{y,Ed}/M_{y,c,Rd} &= 0.76 < 1.00 \quad (6.2.5.(1)) \\ N_{Ed}/N_{c,Rd} + M_{y,Ed}/M_{y,c,Rd} &= 0.81 < 1.00 \quad (6.2.1(7)) \\ \sqrt{(\sigma_{x,Ed})^2 + 3(\tau_{z,Ed})^2}/(f_y/gM0) &= 0.79 < 1.00 \quad (6.2.1.(5)) \\ V_{z,Ed}/V_{z,c,Rd} &= 0.20 < 1.00 \quad (6.2.6.(1)) \end{aligned}$$

Contrôle de la stabilité globale de la barre:

$$\begin{aligned} \lambda_{m,y} = 37.39 < \lambda_{m,max} = 210.00 \quad \lambda_{m,z} = 194.27 < \lambda_{m,max} = 210.00 \quad \text{STABLE} \\ N_{Ed}/(\chi_y N_{Rk}/gM1) + \chi_{yy} M_{y,Ed}/(X_{LT} M_{y,Rk}/gM1) &= 0.82 < 1.00 \quad (6.3.3.(4)) \\ N_{Ed}/(\chi_z N_{Rk}/gM1) + \chi_{zy} M_{y,Ed}/(X_{LT} M_{y,Rk}/gM1) &= 0.91 < 1.00 \quad (6.3.3.(4)) \end{aligned}$$

DEPLACEMENTS LIMITES



Flèches (REPERE LOCAL):

$u_y = 0.0$ cm < $u_{y,max} = L/200.00 = 5.2$ cm	Vérifié
<i>Cas de charge décisif:</i> 1 PERM1	
$u_z = 0.7$ cm < $u_{z,max} = L/200.00 = 5.2$ cm	Vérifié

Cas de charge décisif: 7 COMB2 (1+2)*1.00+3*0.50+4*0.70



Déplacements (REPERE GLOBAL): Non analysé

Profil correct !!!

CALCUL DES STRUCTURES ACIER

NORME: *NF EN 1993-1-1:2005/NA:2013/A1:2014, Eurocode 3: Design of steel structures.*

TYPE D'ANALYSE: Vérification des pièces

FAMILLE:

PIECE: 9
7.73 m

POINT: 1

COORDONNEE: $x = 0.75 L =$

CHARGEMENTS:

Cas de charge décisif: 6 COMB1 (1+2)*1.35+3*1.50+4*0.90

MATERIAU:

Steel (S235) $f_y = 235.00$ MPa



PARAMETRES DE LA SECTION: IPE 360

$h=36.0$ cm	$gM0=1.00$	$gM1=1.00$	
$b=17.0$ cm	$A_y=43.18$ cm ²	$A_z=26.77$ cm ²	$A_x=72.73$ cm ²
$tw=0.8$ cm	$I_y=16265.60$ cm ⁴	$I_z=1043.45$ cm ⁴	$I_x=30.46$ cm ⁴
$tf=1.3$ cm	$W_{ely}=903.64$ cm ³	$W_{elz}=122.76$ cm ³	

EFFORTS INTERNES ET RESISTANCES ULTIMES:

$N_{Ed} = 83.49$ kN	$M_{y,Ed} = -148.53$ kN*m	
$N_{c,Rd} = 1709.14$ kN	$M_{y,el,Rd} = 212.36$ kN*m	
$N_{b,Rd} = 316.35$ kN	$M_{y,c,Rd} = 212.36$ kN*m	$V_{z,Ed} = -72.52$ kN
		$V_{z,c,Rd} = 363.18$ kN
		Classe de la section = 3



PARAMETRES DE DEVERSEMENT:

PARAMETRES DE FLAMBEMENT:



en y:

$L_y = 10.31$ m	$\lambda_{m,y} = 0.40$
$L_{cr,y} = 7.22$ m	$\chi_y = 0.93$
$\lambda_{m,y} = 37.39$	$\chi_{yy} = 1.00$



en z:

$L_z = 10.31$ m	$\lambda_{m,z} = 2.07$
$L_{cr,z} = 7.22$ m	$\chi_z = 0.19$
$\lambda_{m,z} = 194.27$	$\chi_{zy} = 0.85$

FORMULES DE VERIFICATION:

Contrôle de la résistance de la section:

$$\begin{aligned} M_{y,Ed}/M_{y,c,Rd} &= 0.70 < 1.00 \quad (6.2.5.(1)) \\ N_{Ed}/N_{c,Rd} + M_{y,Ed}/M_{y,c,Rd} &= 0.75 < 1.00 \quad (6.2.1(7)) \\ \sqrt{(\sigma_{x,Ed})^2 + 3(\tau_{z,Ed})^2}/(f_y/gM0) &= 0.73 < 1.00 \quad (6.2.1.(5)) \\ V_{z,Ed}/V_{z,c,Rd} &= 0.20 < 1.00 \quad (6.2.6.(1)) \end{aligned}$$

Contrôle de la stabilité globale de la barre:

$$\begin{aligned} \lambda_{m,y} &= 37.39 < \lambda_{m,max} = 210.00 & \lambda_{m,z} &= 194.27 < \lambda_{m,max} = 210.00 & \text{STABLE} \\ N_{Ed}/(\chi_y N_{Rk}/gM1) + \chi_{yy} M_{y,Ed}/(XLT M_{y,Rk}/gM1) &= 0.75 < 1.00 \quad (6.3.3.(4)) \\ N_{Ed}/(\chi_z N_{Rk}/gM1) + \chi_{zy} M_{y,Ed}/(XLT M_{y,Rk}/gM1) &= 0.86 < 1.00 \quad (6.3.3.(4)) \end{aligned}$$

DEPLACEMENTS LIMITES



Flèches (REPERE LOCAL):

$u_y = 0.0$ cm < $u_{y,max} = L/200.00 = 5.2$ cm	Vérifié
Cas de charge décisif: 1 PERM1	
$u_z = 0.5$ cm < $u_{z,max} = L/200.00 = 5.2$ cm	Vérifié

Cas de charge décisif: 7 COMB2 (1+2)*1.00+3*0.50+4*0.70



Déplacements (REPERE GLOBAL): Non analysé

Profil correct !!!

CALCUL DES STRUCTURES ACIER

NORME: *NF EN 1993-1-1:2005/NA:2013/A1:2014, Eurocode 3: Design of steel structures.*

TYPE D'ANALYSE: Vérification des pièces

FAMILLE:

PIECE: 10
2.58 m

POINT: 7

COORDONNEE: $x = 0.25 L =$

CHARGEMENTS:

Cas de charge décisif: 6 COMB1 (1+2)*1.35+3*1.50+4*0.90

MATERIAU:

Steel (S235) $f_y = 235.00$ MPa



PARAMETRES DE LA SECTION: IPE 360

$h=36.0$ cm	$gM0=1.00$	$gM1=1.00$	
$b=17.0$ cm	$A_y=43.18$ cm ²	$A_z=26.77$ cm ²	$A_x=72.73$ cm ²
$tw=0.8$ cm	$I_y=16265.60$ cm ⁴	$I_z=1043.45$ cm ⁴	$I_x=30.46$ cm ⁴
$tf=1.3$ cm	$W_{ely}=903.64$ cm ³	$W_{elz}=122.76$ cm ³	

EFFORTS INTERNES ET RESISTANCES ULTIMES:

$N_{Ed} = 83.49$ kN	$M_{y,Ed} = -148.53$ kN*m	
$N_{c,Rd} = 1709.14$ kN	$M_{y,el,Rd} = 212.36$ kN*m	
$N_{b,Rd} = 316.35$ kN	$M_{y,c,Rd} = 212.36$ kN*m	$V_{z,Ed} = 72.52$ kN
		$V_{z,c,Rd} = 363.18$ kN
		Classe de la section = 3



PARAMETRES DE DEVERSEMENT:

PARAMETRES DE FLAMBEMENT:



en y:

$L_y = 10.31$ m	$\lambda_{m,y} = 0.40$
$L_{cr,y} = 7.22$ m	$\chi_y = 0.93$
$\lambda_{my} = 37.39$	$\chi_{yy} = 1.00$



en z:

$L_z = 10.31$ m	$\lambda_{m,z} = 2.07$
$L_{cr,z} = 7.22$ m	$\chi_z = 0.19$
$\lambda_{mz} = 194.27$	$\chi_{zy} = 0.85$

FORMULES DE VERIFICATION:

Contrôle de la résistance de la section:

$M_{y,Ed}/M_{y,c,Rd} = 0.70 < 1.00$ (6.2.5.(1))
 $N_{Ed}/N_{c,Rd} + M_{y,Ed}/M_{y,c,Rd} = 0.75 < 1.00$ (6.2.1(7))
 $\sqrt{(\sigma_{x,Ed})^2 + 3(\tau_{z,Ed})^2}/(f_y/gM0) = 0.73 < 1.00$ (6.2.1.(5))
 $V_{z,Ed}/V_{z,c,Rd} = 0.20 < 1.00$ (6.2.6.(1))

Contrôle de la stabilité globale de la barre:

$\lambda_{m,y} = 37.39 < \lambda_{m,max} = 210.00$ $\lambda_{m,z} = 194.27 < \lambda_{m,max} = 210.00$ STABLE
 $N_{Ed}/(\chi_y N_{Rk}/gM1) + \chi_{yy} M_{y,Ed}/(XLT M_{y,Rk}/gM1) = 0.75 < 1.00$ (6.3.3.(4))
 $N_{Ed}/(\chi_z N_{Rk}/gM1) + \chi_{zy} M_{y,Ed}/(XLT M_{y,Rk}/gM1) = 0.86 < 1.00$ (6.3.3.(4))

DEPLACEMENTS LIMITES



Flèches (REPERE LOCAL):

$u_y = 0.0$ cm $< u_{y,max} = L/200.00 = 5.2$ cm Vérifié
Cas de charge décisif: 1 PERM1
 $u_z = 0.5$ cm $< u_{z,max} = L/200.00 = 5.2$ cm Vérifié

Cas de charge décisif: 7 COMB2 (1+2)*1.00+3*0.50+4*0.70



Déplacements (REPERE GLOBAL): Non analysé

Profil correct !!!

CALCUL DES STRUCTURES ACIER

NORME: *NF EN 1993-1-1:2005/NA:2013/A1:2014, Eurocode 3: Design of steel structures.*

TYPE D'ANALYSE: Vérification des pièces

FAMILLE:

PIECE: 11
7.73 m

POINT: 1

COORDONNEE: $x = 0.75 L =$

CHARGEMENTS:

Cas de charge décisif: 6 COMB1 (1+2)*1.35+3*1.50+4*0.90

MATERIAU:

Steel (S235) $f_y = 235.00$ MPa



PARAMETRES DE LA SECTION: IPE 360

$h=36.0$ cm	$gM0=1.00$	$gM1=1.00$	
$b=17.0$ cm	$A_y=43.18$ cm ²	$A_z=26.77$ cm ²	$A_x=72.73$ cm ²
$tw=0.8$ cm	$I_y=16265.60$ cm ⁴	$I_z=1043.45$ cm ⁴	$I_x=30.46$ cm ⁴
$tf=1.3$ cm	$W_{ely}=903.64$ cm ³	$W_{elz}=122.76$ cm ³	

EFFORTS INTERNES ET RESISTANCES ULTIMES:

$N_{Ed} = 83.76$ kN	$M_{y,Ed} = -162.05$ kN*m	
$N_{c,Rd} = 1709.14$ kN	$M_{y,el,Rd} = 212.36$ kN*m	
$N_{b,Rd} = 316.35$ kN	$M_{y,c,Rd} = 212.36$ kN*m	$V_{z,Ed} = -74.27$ kN
		$V_{z,c,Rd} = 363.18$ kN
		Classe de la section = 3



PARAMETRES DE DEVERSEMENT:

PARAMETRES DE FLAMBEMENT:



en y:

$L_y = 10.31$ m	$\lambda_{m,y} = 0.40$
$L_{cr,y} = 7.22$ m	$\chi_y = 0.93$
$\lambda_{m,y} = 37.39$	$\chi_{yy} = 1.00$



en z:

$L_z = 10.31$ m	$\lambda_{m,z} = 2.07$
$L_{cr,z} = 7.22$ m	$\chi_z = 0.19$
$\lambda_{m,z} = 194.27$	$\chi_{zy} = 0.85$

FORMULES DE VERIFICATION:

Contrôle de la résistance de la section:

$$\begin{aligned} M_{y,Ed}/M_{y,c,Rd} &= 0.76 < 1.00 \quad (6.2.5.(1)) \\ N_{Ed}/N_{c,Rd} + M_{y,Ed}/M_{y,c,Rd} &= 0.81 < 1.00 \quad (6.2.1(7)) \\ \sqrt{(\sigma_{x,Ed})^2 + 3(\tau_{z,Ed})^2}/(f_y/gM0) &= 0.79 < 1.00 \quad (6.2.1.(5)) \\ V_{z,Ed}/V_{z,c,Rd} &= 0.20 < 1.00 \quad (6.2.6.(1)) \end{aligned}$$

Contrôle de la stabilité globale de la barre:

$$\begin{aligned} \lambda_{m,y} = 37.39 < \lambda_{m,max} = 210.00 \quad \lambda_{m,z} = 194.27 < \lambda_{m,max} = 210.00 \quad \text{STABLE} \\ N_{Ed}/(\chi_y N_{Rk}/gM1) + \chi_{yy} M_{y,Ed}/(XLT M_{y,Rk}/gM1) &= 0.82 < 1.00 \quad (6.3.3.(4)) \\ N_{Ed}/(\chi_z N_{Rk}/gM1) + \chi_{zy} M_{y,Ed}/(XLT M_{y,Rk}/gM1) &= 0.91 < 1.00 \quad (6.3.3.(4)) \end{aligned}$$

DEPLACEMENTS LIMITES



Flèches (REPERE LOCAL):

$u_y = 0.0$ cm < $u_{y,max} = L/200.00 = 5.2$ cm	Vérifié
<i>Cas de charge décisif:</i> 1 PERM1	
$u_z = 0.7$ cm < $u_{z,max} = L/200.00 = 5.2$ cm	Vérifié

Cas de charge décisif: 7 COMB2 (1+2)*1.00+3*0.50+4*0.70



Déplacements (REPERE GLOBAL): Non analysé

Profil correct !!!

CALCUL DES STRUCTURES ACIER

NORME: *NF EN 1993-1-1:2005/NA:2013/A1:2014, Eurocode 3: Design of steel structures.*

TYPE D'ANALYSE: Vérification des pièces

FAMILLE:

PIECE: 12
2.58 m

POINT: 7

COORDONNEE: $x = 0.25 L =$

CHARGEMENTS:

Cas de charge décisif: 6 COMB1 (1+2)*1.35+3*1.50+4*0.90

MATERIAU:

Steel (S235) $f_y = 235.00$ MPa



PARAMETRES DE LA SECTION: IPE 360

$h=36.0$ cm	$gM0=1.00$	$gM1=1.00$	
$b=17.0$ cm	$A_y=43.18$ cm ²	$A_z=26.77$ cm ²	$A_x=72.73$ cm ²
$tw=0.8$ cm	$I_y=16265.60$ cm ⁴	$I_z=1043.45$ cm ⁴	$I_x=30.46$ cm ⁴
$tf=1.3$ cm	$W_{ely}=903.64$ cm ³	$W_{elz}=122.76$ cm ³	

EFFORTS INTERNES ET RESISTANCES ULTIMES:

$N_{Ed} = 78.86$ kN	$M_{y,Ed} = -140.52$ kN*m	
$N_{c,Rd} = 1709.14$ kN	$M_{y,el,Rd} = 212.36$ kN*m	
$N_{b,Rd} = 316.35$ kN	$M_{y,c,Rd} = 212.36$ kN*m	$V_{z,Ed} = 72.08$ kN
		$V_{z,c,Rd} = 363.18$ kN
		Classe de la section = 3



PARAMETRES DE DEVERSEMENT:

PARAMETRES DE FLAMBEMENT:



en y:

$L_y = 10.31$ m	$\lambda_{m,y} = 0.40$
$L_{cr,y} = 7.22$ m	$\chi_y = 0.93$
$\lambda_{my} = 37.39$	$\chi_{yy} = 1.00$



en z:

$L_z = 10.31$ m	$\lambda_{m,z} = 2.07$
$L_{cr,z} = 7.22$ m	$\chi_z = 0.19$
$\lambda_{mz} = 194.27$	$\chi_{zy} = 0.86$

FORMULES DE VERIFICATION:

Contrôle de la résistance de la section:

$$\begin{aligned} M_{y,Ed}/M_{y,c,Rd} &= 0.66 < 1.00 \quad (6.2.5.(1)) \\ N_{Ed}/N_{c,Rd} + M_{y,Ed}/M_{y,c,Rd} &= 0.71 < 1.00 \quad (6.2.1(7)) \\ \sqrt{(\sigma_{x,Ed})^2 + 3(\tau_{z,Ed})^2}/(f_y/gM0) &= 0.69 < 1.00 \quad (6.2.1.(5)) \\ V_{z,Ed}/V_{z,c,Rd} &= 0.20 < 1.00 \quad (6.2.6.(1)) \end{aligned}$$

Contrôle de la stabilité globale de la barre:

$$\begin{aligned} \lambda_{m,y} = 37.39 < \lambda_{m,max} = 210.00 \quad \lambda_{m,z} = 194.27 < \lambda_{m,max} = 210.00 \quad \text{STABLE} \\ N_{Ed}/(\chi_y N_{Rk}/gM1) + \chi_{yy} M_{y,Ed}/(XLT M_{y,Rk}/gM1) &= 0.71 < 1.00 \quad (6.3.3.(4)) \\ N_{Ed}/(\chi_z N_{Rk}/gM1) + \chi_{zy} M_{y,Ed}/(XLT M_{y,Rk}/gM1) &= 0.82 < 1.00 \quad (6.3.3.(4)) \end{aligned}$$

DEPLACEMENTS LIMITES



Flèches (REPERE LOCAL):

$u_y = 0.0$ cm < $u_{y,max} = L/200.00 = 5.2$ cm	Vérifié
Cas de charge décisif: 1 PERM1	
$u_z = 0.5$ cm < $u_{z,max} = L/200.00 = 5.2$ cm	Vérifié

Cas de charge décisif: 7 COMB2 (1+2)*1.00+3*0.50+4*0.70



Déplacements (REPERE GLOBAL): Non analysé

Profil correct !!!

CALCUL DES STRUCTURES ACIER

NORME: *NF EN 1993-1-1:2005/NA:2013/A1:2014, Eurocode 3: Design of steel structures.*

TYPE D'ANALYSE: Vérification des pièces

FAMILLE:

PIECE: 13
7.73 m

POINT: 1

COORDONNEE: $x = 0.75 L =$

CHARGEMENTS:

Cas de charge décisif: 6 COMB1 (1+2)*1.35+3*1.50+4*0.90

MATERIAU:

Steel (S235) $f_y = 235.00$ MPa



PARAMETRES DE LA SECTION: IPE 360

$h=36.0$ cm	$gM0=1.00$	$gM1=1.00$	
$b=17.0$ cm	$A_y=43.18$ cm ²	$A_z=26.77$ cm ²	$A_x=72.73$ cm ²
$tw=0.8$ cm	$I_y=16265.60$ cm ⁴	$I_z=1043.45$ cm ⁴	$I_x=30.46$ cm ⁴
$tf=1.3$ cm	$W_{ely}=903.64$ cm ³	$W_{elz}=122.76$ cm ³	

EFFORTS INTERNES ET RESISTANCES ULTIMES:

$N_{Ed} = 79.47$ kN	$M_{y,Ed} = -171.47$ kN*m	
$N_{c,Rd} = 1709.14$ kN	$M_{y,el,Rd} = 212.36$ kN*m	
$N_{b,Rd} = 316.35$ kN	$M_{y,c,Rd} = 212.36$ kN*m	$V_{z,Ed} = -76.08$ kN
		$V_{z,c,Rd} = 363.18$ kN
		Classe de la section = 3



PARAMETRES DE DEVERSEMENT:

PARAMETRES DE FLAMBEMENT:



en y:

$L_y = 10.31$ m	$\lambda_{m,y} = 0.40$
$L_{cr,y} = 7.22$ m	$\chi_y = 0.93$
$\lambda_{m,y} = 37.39$	$\chi_{yy} = 1.00$



en z:

$L_z = 10.31$ m	$\lambda_{m,z} = 2.07$
$L_{cr,z} = 7.22$ m	$\chi_z = 0.19$
$\lambda_{m,z} = 194.27$	$\chi_{zy} = 0.86$

FORMULES DE VERIFICATION:

Contrôle de la résistance de la section:

$$\begin{aligned} M_{y,Ed}/M_{y,c,Rd} &= 0.81 < 1.00 \quad (6.2.5.(1)) \\ N_{Ed}/N_{c,Rd} + M_{y,Ed}/M_{y,c,Rd} &= 0.85 < 1.00 \quad (6.2.1(7)) \\ \sqrt{(\sigma_{x,Ed})^2 + 3(\tau_{z,Ed})^2}/(f_y/gM0) &= 0.82 < 1.00 \quad (6.2.1.(5)) \\ V_{z,Ed}/V_{z,c,Rd} &= 0.21 < 1.00 \quad (6.2.6.(1)) \end{aligned}$$

Contrôle de la stabilité globale de la barre:

$$\begin{aligned} \lambda_{m,y} = 37.39 < \lambda_{m,max} = 210.00 \quad \lambda_{m,z} = 194.27 < \lambda_{m,max} = 210.00 \quad \text{STABLE} \\ N_{Ed}/(\chi_y N_{Rk}/gM1) + \chi_{yy} M_{y,Ed}/(XLT M_{y,Rk}/gM1) &= 0.86 < 1.00 \quad (6.3.3.(4)) \\ N_{Ed}/(\chi_z N_{Rk}/gM1) + \chi_{zy} M_{y,Ed}/(XLT M_{y,Rk}/gM1) &= 0.94 < 1.00 \quad (6.3.3.(4)) \end{aligned}$$

DEPLACEMENTS LIMITES



Flèches (REPERE LOCAL):

$u_y = 0.0$ cm < $u_{y,max} = L/200.00 = 5.2$ cm	Vérifié
<i>Cas de charge décisif:</i> 1 PERM1	
$u_z = 0.8$ cm < $u_{z,max} = L/200.00 = 5.2$ cm	Vérifié

Cas de charge décisif: 7 COMB2 (1+2)*1.00+3*0.50+4*0.70



Déplacements (REPERE GLOBAL): Non analysé

Profil correct !!!

Vérification des familles des pièces acier

Dimensionnement des familles des pièces acier