

GRAND THEATRE

56 - LORIENT

Vérification structure support plancher scène

*Diagnostic structure métallique existante avec surcharge =
750 daN/m² au lieu de 500 daN/m²*

Révision :

ENTREPRISE : Théâtre de Lorient - 56

Date : 12/12/2022

Calculé par : Davy MENGEARD

Diag - 01

Ø



BUREAU D'ÉTUDES STRUCTURES - MÉTAL ET BOIS

CONSTRUCTIONS MÉTALLIQUES - CHARPENTE BOIS

CALCULS | PLANS | CAO | DAO

21, hent Alexandre Massé - 29700 PLOMELIN

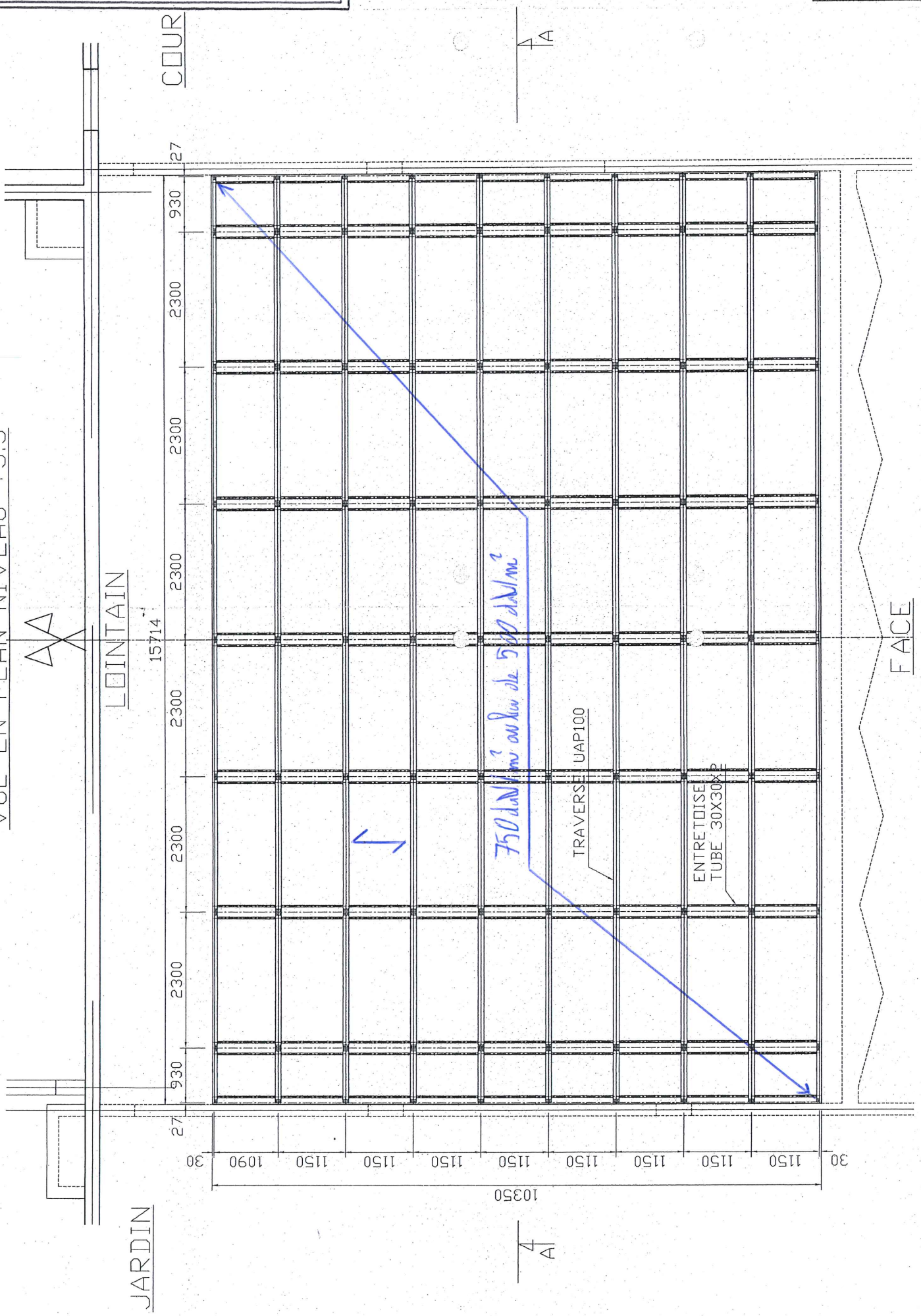
Tel. : 02 98 91 79 95 - Fax : 02 98 51 82 27

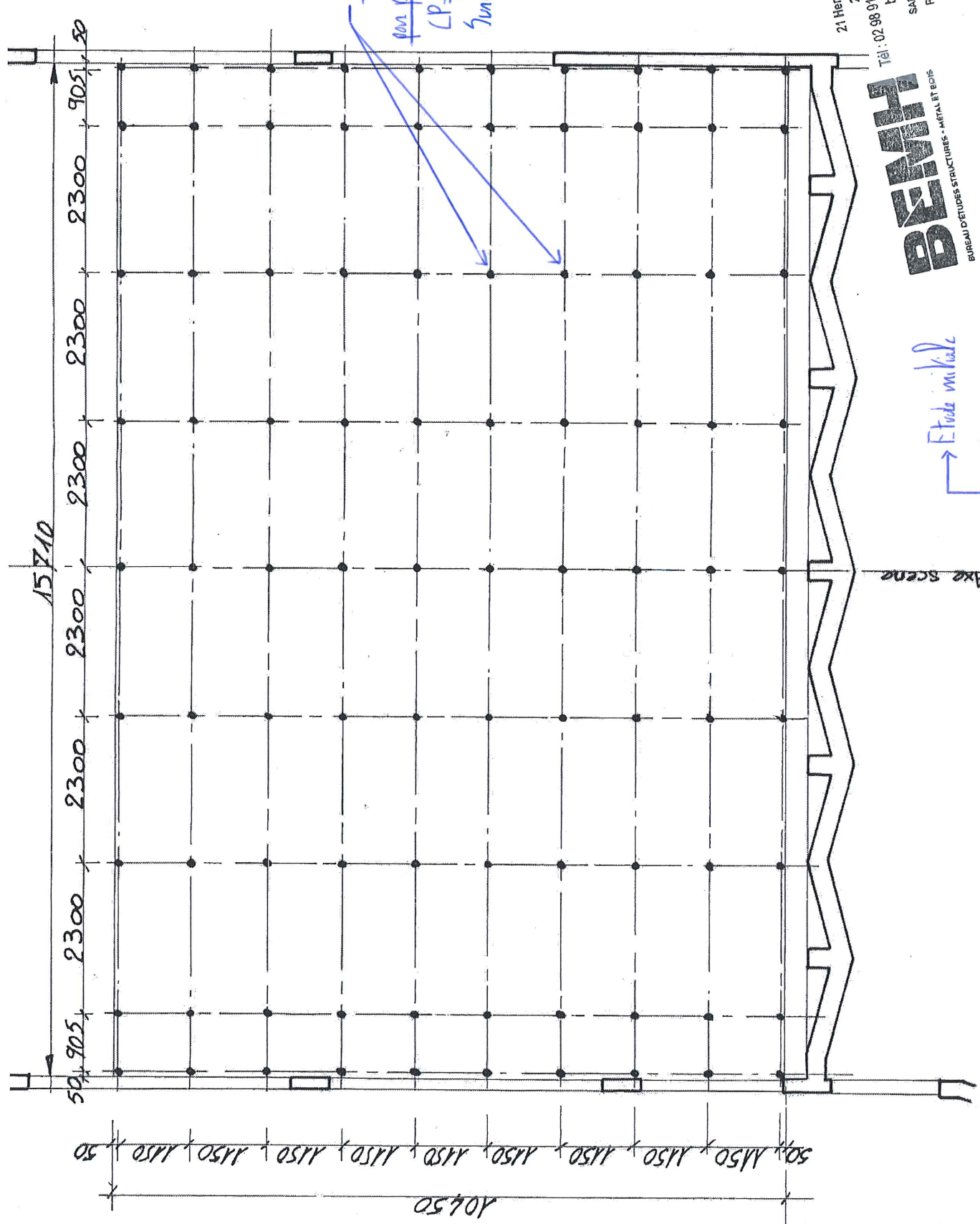
bemh@wanadoo.fr

HYPOTHESES DE CALCULS :

- Charges permanentes :
- Poids propre structure
- Platelage bois (définition non-connue) = $60 \text{ kg/m}^2 = \pm$ Poids de platelage étude initiale

- Surcharge d'exploitation :
- Charge surfacique sur platelage = 750 kg/m^2 (au lieu de 500 daN/m^2 de l'étude initiale)





Charges m² - pondérale
 par niveaux :
 CP = 280 daN
 Surcharge = 150 daN/m²

21 Henri Alexandre Massé
 29700 Plomelin
 Tél : 02 98 91 79 95 - Fax : 02 98 51 82 27
 benth@wanadoo.fr
 SARL au capital de 7622,45 €
 RCS Quimper 377 555 453

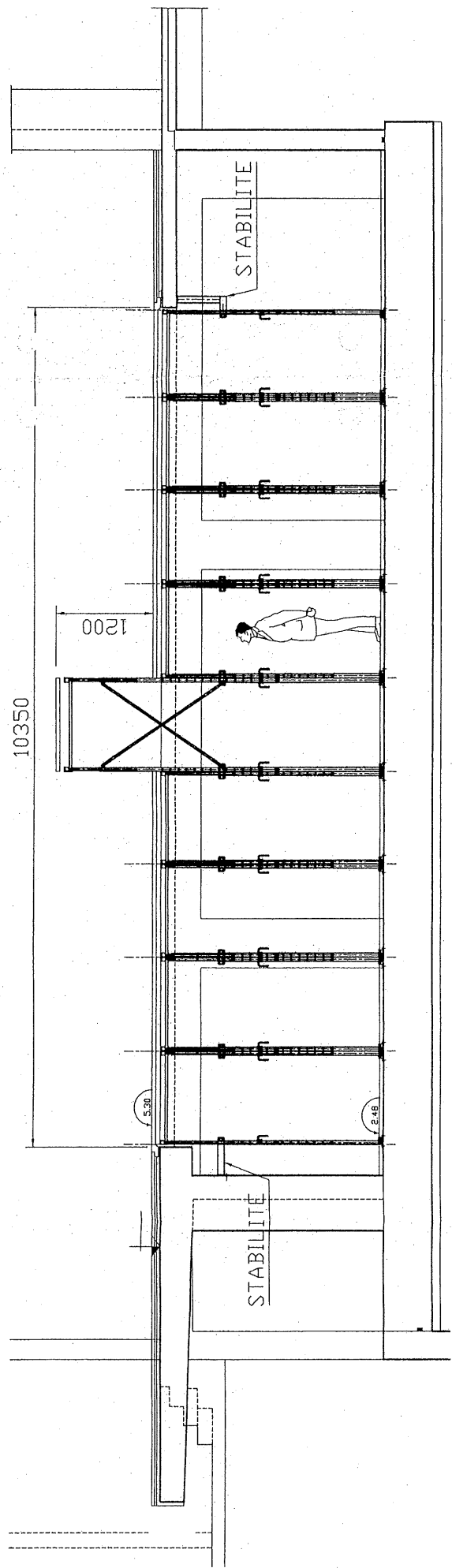
BENTH
 BUREAU D'ETUDES STRUCTURES - META ET BOIS

Etude m² / m²

CHARGES D'EXPLOITATION
 DESSOUS SCENE : P.M. Structure + plancher : 120 daN/m²
 Surcharges : 500 daN/m² → 750 daN/m² pour cette étude

Coupe sur rive

Lambordes / dalle BA * Plancher sur structure métallique * Lambordes / dalle BT *

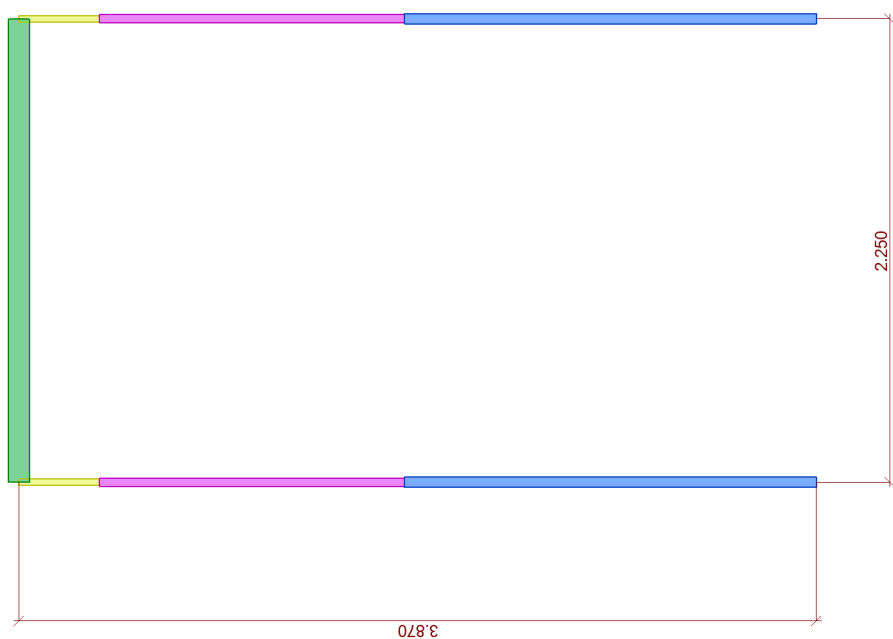


* - L'assèchement de la surcharge ($750 \text{ ou } 500 \text{ daN/m}^2$) en affectant que la dalle BA existante. Les lambordes de support planchéage sont reprises linéairement sur la dalle.

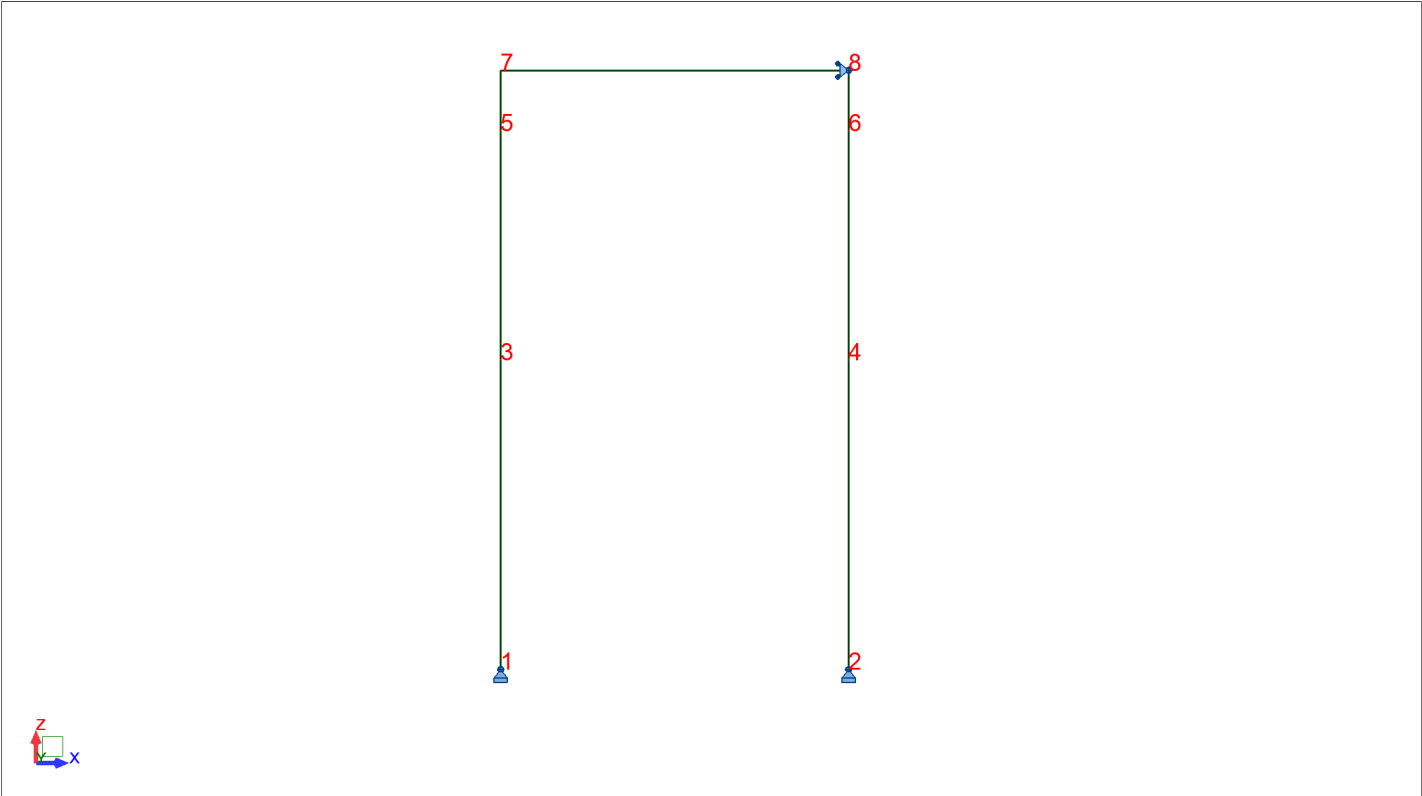
Vérification structure existante avec nouvelle surcharge (1 module en configuration surélevé) :

Structure :

Tube 30x3
Tube 40x3.2
Tube 50x3.2
UAP 100



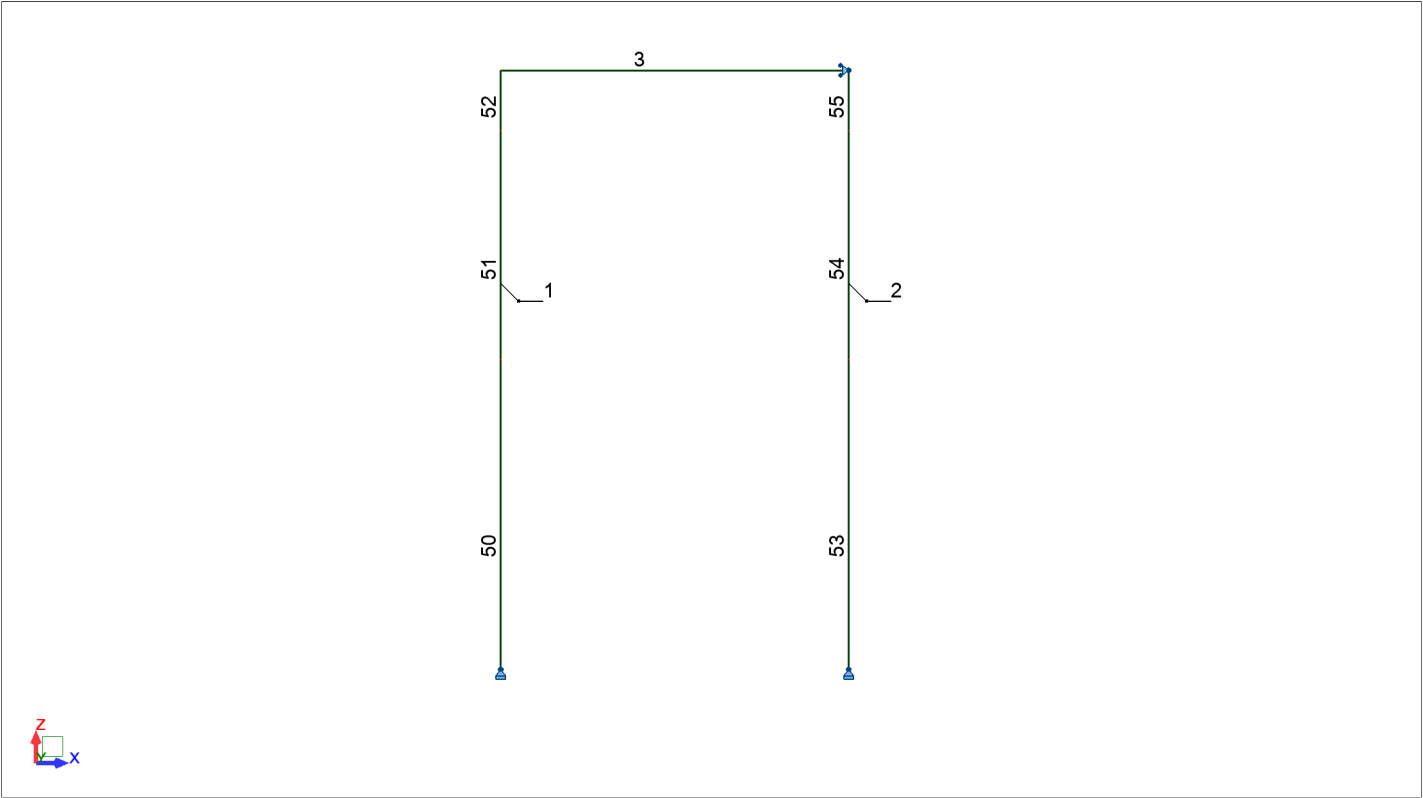
Vue noeuds :



Noeuds :

Noeud	X [m]	Z [m]	Code de l'appui	Appui
1	0	0	bbl	Rotule
2	2,250	0	bbl	Rotule
3	0	2,000		
4	2,250	2,000		
5	0	3,480		
6	2,250	3,480		
7	0	3,870		
8	2,250	3,870	bll	Appui simple UX

Vue barres :



Barres :

Barre	Section	Matériau	Longueur [m]
1	Aucun	S 235	3,870
2	Aucun	S 235	3,870
3	UAP 100	S 235	2,250
50	Tube 50x3.2	S 235	2,000
51	Tube 40x3.2	S 235	1,480
52	Tube 30x3	S 235	0,390
53	Tube 50x3.2	S 235	2,000
54	Tube 40x3.2	S 235	1,480
55	Tube 30x3	S 235	0,390

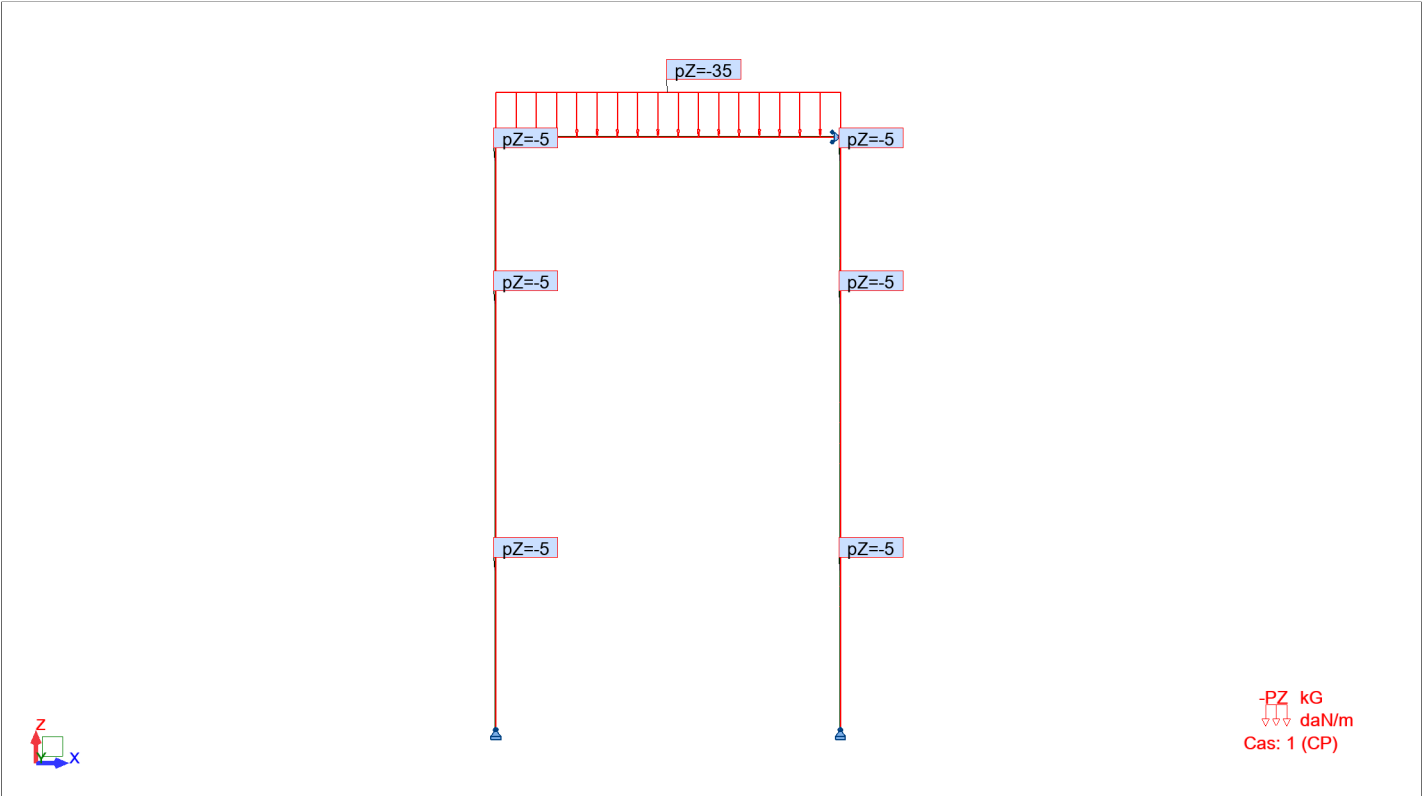
Super-barres :

Pièce	Composants
1	50A52
2	53A55

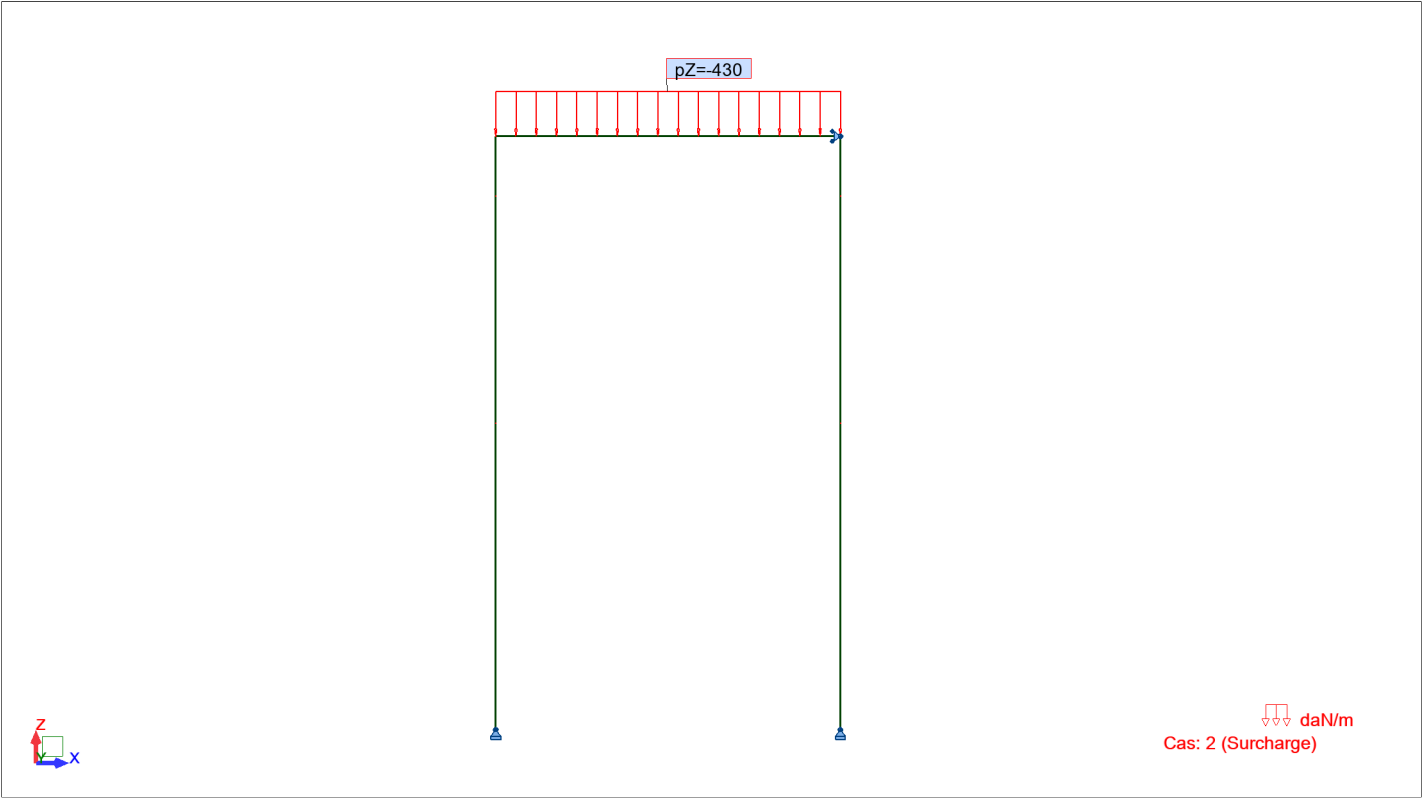
Chargements - Cas

Cas	Nom du cas	Nature
1	CP	Structurelle
2	Surcharge	Catégorie A
3	ELU	
4	ELU+	
5	ELU-	
6	ELS	
7	ELS+	
8	ELS-	

Vue - Cas: 1 (CP)



Vue - Cas: 2 (Surcharge)



Descente de charges :

Repère global - Format DDC - Cas: 1 2

Cas/Noeud	FZ [daN]
Nom du cas	CP
1/ 1	-70
1/ 2	-70
1/ 8	0
Nom du cas	Surcharge
2/ 1	-484
2/ 2	-484
2/ 8	0
Nom du cas	ELU+
ELU+/1	-821
ELU+/2	-821
ELU+/8	0

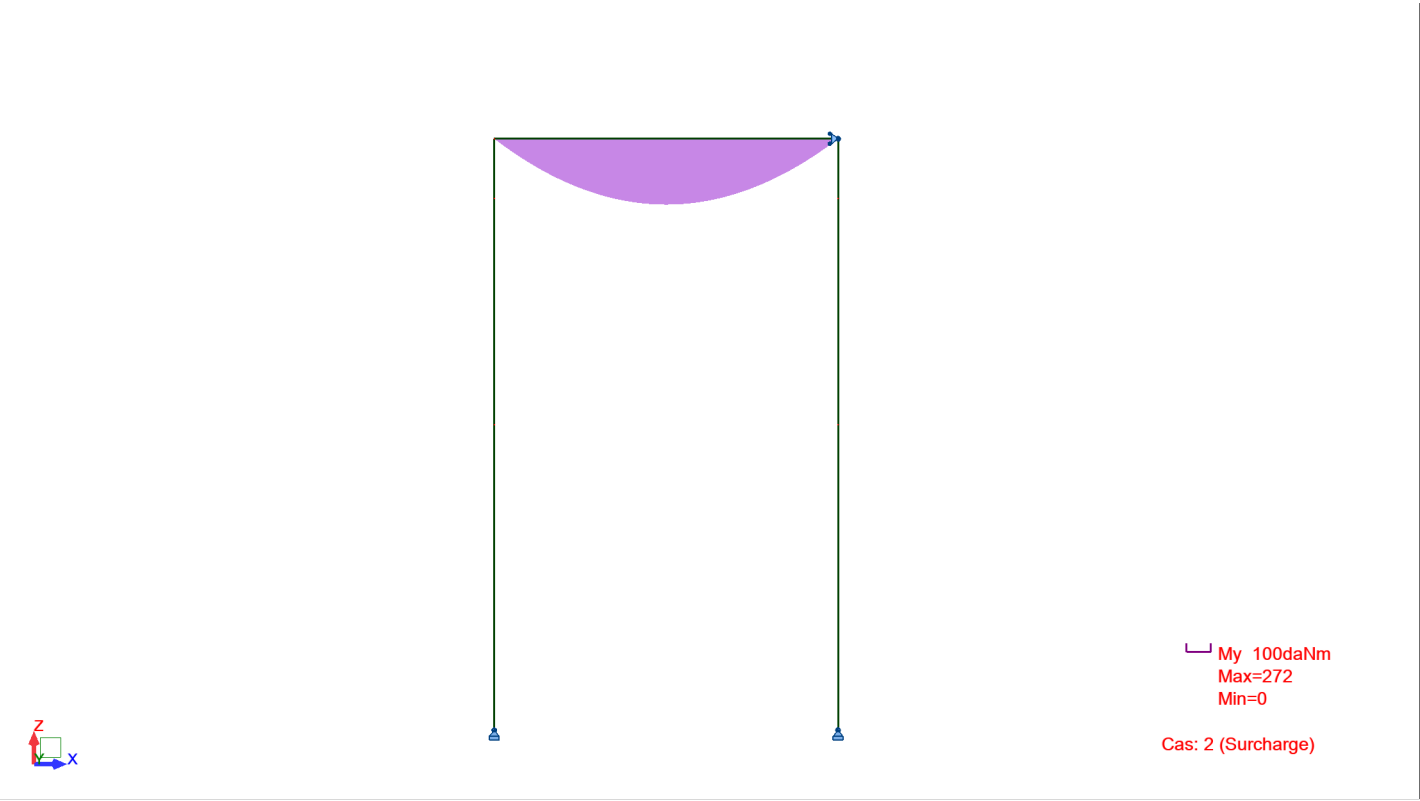
Charges à multiplier par 4 pour avoir la réaction en pied (4 poteaux)

Efforts de compression max dans poteau (pour pression diamétrale) :

- Cas: 4 5

	FX [daN]
MAX	821
Barre	53
Noeud	2
Cas	ELU/1
MIN	51
Barre	52
Noeud	7
Cas	ELU/4

Courbe My :



Résultats ELU :

Pièce	Profil	Matériau	Lay	Laz	Ratio	Cas
1	OK Tube 30x3	S 235	222.16	222.16	0.72	3 ELU /1/
2	OK Tube 30x3	S 235	222.16	222.16	0.72	3 ELU /1/
3	OK UAP 100	S 235	56.86	143.64	0.38	3 ELU /1/

Résultats ELS :

Pièce	Profil	Matériau	Ratio(uz)	Cas (uz)
3	OK UAP 100	S 235	0.51	1*2

CALCUL DES STRUCTURES ACIER

NORME: NF EN 1993-1:2005/NA:2007/AC:2009, Eurocode 3: Design of steel structures.

TYPE D'ANALYSE: Vérification des pièces

FAMILLE:

PIECE: 1

POINT: 1

COORDONNEE: $x = 0.90 L = 3.480 \text{ m}$

CHARGEMENTS:

Cas de charge décisif: 3 ELU /1/ $1 \cdot 1.35 + 2 \cdot 1.50$

MATERIAU:

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



PARAMETRES DE LA SECTION: Tube 30x3

$h = 30.0 \text{ mm}$

$gM0 = 1.00$

$gM1 = 1.00$

$b = 30.0 \text{ mm}$

$A_y = 1.44 \text{ cm}^2$

$A_z = 1.44 \text{ cm}^2$

$A_x = 3.24 \text{ cm}^2$

$tw = 3.0 \text{ mm}$

$I_y = 3.99 \text{ cm}^4$

$I_z = 3.99 \text{ cm}^4$

$I_x = 22.06 \text{ cm}^4$

$tf = 3.0 \text{ mm}$

$W_{ply} = 3.29 \text{ cm}^3$

$W_{plz} = 3.29 \text{ cm}^3$

EFFORTS INTERNES ET RESISTANCES ULTIMES:

$N_{Ed} = 797 \text{ daN}$

$N_{c,Rd} = 7614 \text{ daN}$

$N_{b,Rd} = 1113 \text{ daN}$

Classe de la section = 1



PARAMETRES DE DEVERSEMENT:

PARAMETRES DE FLAMBEMENT:



en y:

$L_y = 3.870 \text{ m}$

$\lambda_{m_y} = 2.37$

$L_{cr,y} = 3.870 \text{ m}$

$X_y = 0.15$

$\lambda_{my} = 222.16$



en z:

$L_z = 3.870 \text{ m}$

$\lambda_{m_z} = 2.37$

$L_{cr,z} = 3.870 \text{ m}$

$X_z = 0.15$

$\lambda_{mz} = 222.16$

FORMULES DE VERIFICATION:

Contrôle de la résistance de la section:

$N_{Ed}/N_{c,Rd} = 0.10 < 1.00$ (6.2.4.(1))

Contrôle de la stabilité globale de la barre:

$\lambda_{m,y} = 222.16 < \lambda_{m,max} = 225.00$

$\lambda_{m,z} = 222.16 < \lambda_{m,max} = 225.00$ STABLE

$N_{Ed}/N_{b,Rd} = 0.72 < 1.00$ (6.3.1.1.(1))

Profil correct !!!

CALCUL DES STRUCTURES ACIER

NORME: NF EN 1993-1:2005/NA:2007/AC:2009, Eurocode 3: Design of steel structures.

TYPE D'ANALYSE: Vérification des pièces

FAMILLE:

PIECE: 2

POINT: 1

COORDONNEE: $x = 0.90 L = 3.480 \text{ m}$

CHARGEMENTS:

Cas de charge décisif: 3 ELU /1/ $1 \cdot 1.35 + 2 \cdot 1.50$

MATERIAU:

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



PARAMETRES DE LA SECTION: Tube 30x3

$h = 30.0 \text{ mm}$

$gM0 = 1.00$

$gM1 = 1.00$

$b = 30.0 \text{ mm}$

$A_y = 1.44 \text{ cm}^2$

$A_z = 1.44 \text{ cm}^2$

$A_x = 3.24 \text{ cm}^2$

$t_w = 3.0 \text{ mm}$

$I_y = 3.99 \text{ cm}^4$

$I_z = 3.99 \text{ cm}^4$

$I_x = 22.06 \text{ cm}^4$

$t_f = 3.0 \text{ mm}$

$W_{ply} = 3.29 \text{ cm}^3$

$W_{plz} = 3.29 \text{ cm}^3$

EFFORTS INTERNES ET RESISTANCES ULTIMES:

$N_{Ed} = 797 \text{ daN}$

$N_{c,Rd} = 7614 \text{ daN}$

$N_{b,Rd} = 1113 \text{ daN}$

Classe de la section = 1



PARAMETRES DE DEVERSEMENT:

PARAMETRES DE FLAMBEMENT:



en y:

$L_y = 3.870 \text{ m}$

$L_{am_y} = 2.37$

$L_{cr,y} = 3.870 \text{ m}$

$X_y = 0.15$

$L_{am} = 222.16$



en z:

$L_z = 3.870 \text{ m}$

$L_{am_z} = 2.37$

$L_{cr,z} = 3.870 \text{ m}$

$X_z = 0.15$

$L_{amz} = 222.16$

FORMULES DE VERIFICATION:

Contrôle de la résistance de la section:

$N_{Ed}/N_{c,Rd} = 0.10 < 1.00$ (6.2.4.(1))

Contrôle de la stabilité globale de la barre:

$\lambda_{b,y} = 222.16 < \lambda_{b,max} = 225.00$

$\lambda_{b,z} = 222.16 < \lambda_{b,max} = 225.00$ STABLE

$N_{Ed}/N_{b,Rd} = 0.72 < 1.00$ (6.3.1.1.(1))

Profil correct !!!

CALCUL DES STRUCTURES ACIER

NORME: NF EN 1993-1:2005/NA:2007/AC:2009, Eurocode 3: Design of steel structures.

TYPE D'ANALYSE: Vérification des pièces

FAMILLE:

PIECE: 3

POINT: 4

COORDONNEE: $x = 0.50 L = 1.125 \text{ m}$

CHARGEMENTS:

Cas de charge décisif: 3 ELU /1/ $1 \cdot 1.35 + 2 \cdot 1.50$

MATERIAU:

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



PARAMETRES DE LA SECTION: UAP 100

$h = 100.0 \text{ mm}$

$gM0 = 1.00$

$gM1 = 1.00$

$b = 50.0 \text{ mm}$

$A_y = 9.75 \text{ cm}^2$

$A_z = 6.07 \text{ cm}^2$

$A_x = 13.38 \text{ cm}^2$

$t_w = 5.5 \text{ mm}$

$I_y = 209.50 \text{ cm}^4$

$I_z = 32.83 \text{ cm}^4$

$I_x = 2.65 \text{ cm}^4$

$t_f = 8.5 \text{ mm}$

$W_{ply} = 49.59 \text{ cm}^3$

$W_{plz} = 18.54 \text{ cm}^3$

EFFORTS INTERNES ET RESISTANCES ULTIMES:

$M_{y,Ed} = 447 \text{ daN}\cdot\text{m}$

$M_{y,pl,Rd} = 1165 \text{ daN}\cdot\text{m}$

$M_{y,c,Rd} = 1165 \text{ daN}\cdot\text{m}$

Classe de la section = 1



PARAMETRES DE DEVERSEMENT:

PARAMETRES DE FLAMBEMENT:



en y:



en z:

FORMULES DE VERIFICATION:

Contrôle de la résistance de la section:

$M_{y,Ed}/M_{y,c,Rd} = 0.38 < 1.00 \quad (6.2.5.(1))$

DEPLACEMENTS LIMITES



Flèches (REPERE LOCAL):

$u_z = 4 \text{ mm} < u_{z \text{ max}} = L/250.00 = 9 \text{ mm}$

Vérifié

Cas de charge décisif: 6 ELS /1/ $1 \cdot 1.00 + 2 \cdot 1.00$

$u_{\text{inst},z} = 3 \text{ mm} < u_{\text{inst,max},z} = L/350.00 = 6 \text{ mm}$

Vérifié

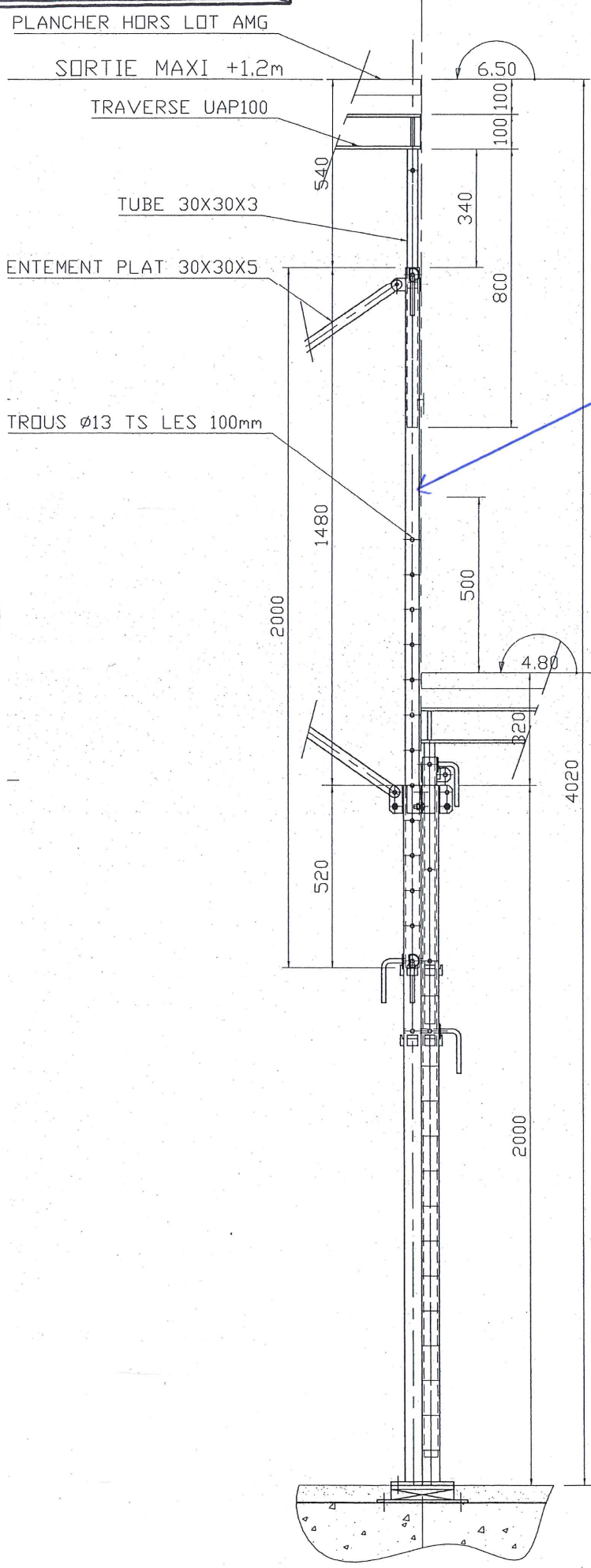
Cas de charge décisif: $1 \cdot 2$



Déplacements (REPERE GLOBAL): Non analysé

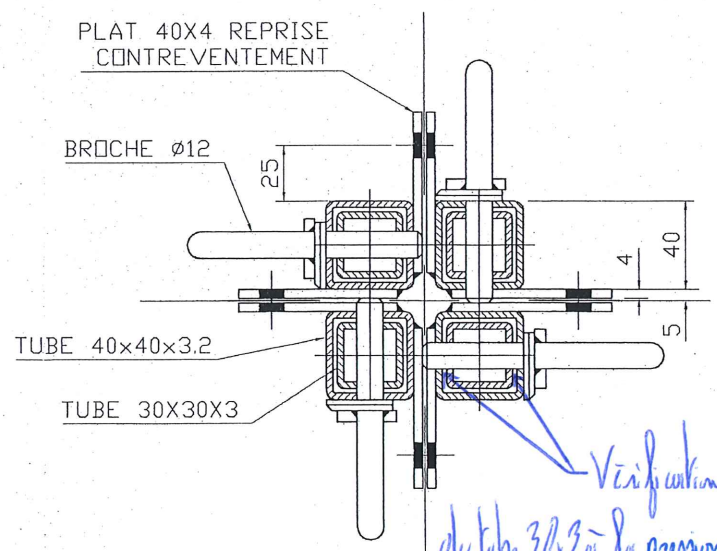
Profil correct !!!

Effort dans un poteau



Effort de compression max pondéré dans un poteau = 820 kN

COUPE 4-4



Vérification du tube 30x30 à la pression
 ci-après : Effort = 820 kN
 12 = 610 kN car 2 plans de cisaillement.

Vérification pression diamétral tube 30x3

Données boulons

Nbr bls	2
m	1
4.6	0,6
fub	400
Ø bls	12
As	84,3
Trou	normal
Type	tige filetée

Classe	4.6	4.8	5.6	5.8	6.8	8.8	10.9
f_{yb} (MPa)	240	320	300	400	480	640	900
f_{ub} (MPa)	400	400	500	500	600	800	1000

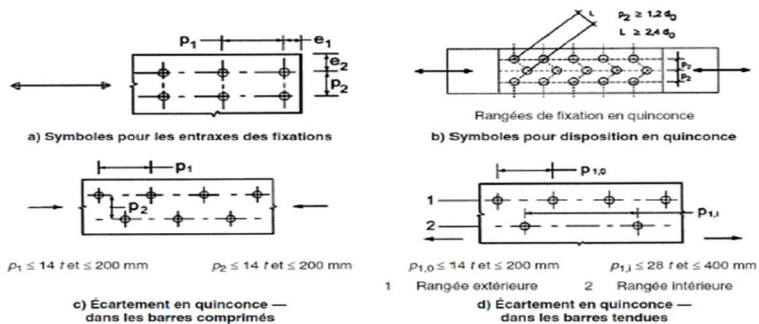
Diamètre nominal d (mm)	8	10	12	14	16	18	20	22	24	27	30
Diamètre du trou d_0 (mm)	9	11	13	16	18	20	22	24	26	30	33
Ø rondelle (mm)	16	20	24	27	30	34	37	40	44	50	55
Épaisseur rondelle (mm)	2,5	2,5	3	3	3	4	4	4	4	5	5
Hauteur d'écrou (mm)	6,8	8,4	10,8	12,8	14,8	15,8	18	19,4	21,5	23,8	25,6
Hauteur de tête (mm)	5,3	6,4	7,5	8,8	10	11,5	12,5	14	15	17,5	19
Section nominale A (mm ²)	50,2	78,5	113	154	201	254	314	380	452	573	707
Section résistante A_s (mm ²)	36,6	58	84,3	115	157	192	245	303	353	459	561

$\alpha_v = 0,6$ pour 4.6 - 5.6 - 8.8

$\alpha_v = 0,5$ pour 4.8 - 5.8 - 6.8 - 10.9

Données gousset

t	3
d0	14
e1	20
p1	0
e2	15
p2	0



Données efforts

Cisaillement ass :	821	daN
Traction ass :	0	daN

Fv,ed par bls :	411	daN
Ft,ed par bls :	0	daN

RESISTANCE DES BOULONS AU CISAILLEMENT

Fv,Rd = 1619 daN

$$F_{Ed} \leq F_{v,Rd} = m \cdot \alpha_v \cdot f_{ub} \cdot \frac{A_b}{\gamma_{M2}}$$

0,25 doit être <1

- lorsque le plan de cisaillement passe par la partie filetée du boulon (A est l'aire de la section résistante en traction du boulon A_b) :
 - pour les classes 4.6, 5.6 et 8.8 : $\alpha_v = 0,6$
 - pour les classes 4.8, 5.8, 6.8 et 10.9 : $\alpha_v = 0,5$
- lorsque le plan de cisaillement passe par la partie non filetée du boulon (A est l'aire de la section brute du boulon) : $\alpha_v = 0,6$

RESISTANCE DES BOULONS A LA PRESSION DIAMETRALE

$$F_{b,Rd} = \frac{k_1 \cdot \alpha_d \cdot f_u \cdot d \cdot t}{\gamma_{M2}}$$

où α_d est la plus petite des valeurs de α_d : $\frac{f_{ub}}{f_u}$ ou 1,0 ;

dans la direction des efforts :

— pour boulons de rive : $\alpha_d = \frac{e_1}{3d_0}$; pour boulons intérieurs $\alpha_d = \frac{p_1}{3d_0} - \frac{1}{4}$

perpendiculairement à la direction des efforts :

— pour boulons de rive : k_1 est la plus petite valeur de $(2,8 \frac{e_2^2}{d_0^2} - 1,7)$ et 2,5

— pour boulons intérieurs : k_1 est la plus petite valeur de $(1,4 \frac{p_2^2}{d_0^2} - 1,7)$ et 2,5

$\alpha_d = \min$ (0,5	-	1,1	1
$k_1 = \min$ (1,3	-	2,5	/

$\alpha_d =$	0,5
$k_1 =$	1,3

Fb,Rd = 642 daN

$$F_{v,Ed} \leq F_{b,Rd} = k_1 \cdot \alpha_d \cdot d \cdot t \cdot \frac{f_u}{\gamma_{M2}}$$

Trou normal : 0,64 doit être <1