

Note de calculs de la tour de 3000 mètres

REFERENCE DOCUMENT : 20712-000-STR-CAL-001

B	14/05/24	IFR	MISE À JOUR	S. BESSE	C. BOCQUILLON	S. BESSE
A	29/04/24	IFR	ÉMISSION ORIGINALE	S. BESSE	C. BOCQUILLON	K. BESSE
Rév	Date	Statut	Description	Rédigé par	Vérifié par	Approuvé par

SOMMAIRE

1.	OBJET	3
2.	RÉFÉRENCES	3
3.	HISTORIQUE DES RÉVISIONS	4
4.	CAS THÉORIQUE D'UN BARREAU ENCASTRÉ-LIBRE.....	5
5.	HYPOTHÈSES DE CALCULS.....	6
5.1.	Géométrie	6
5.2.	Méthodes	7
5.3.	Matériaux	8
6.	CALCULS DE LA CHARPENTE	8
6.1.	Logiciel	8
6.2.	Modélisation.....	8
6.3.	Cas de charges	9
6.4.	Combinaisons	16
6.5.	Résultats.....	17
7.	CONCLUSION.....	35
8.	ANNEXE 1 : ATMOSPHÈRE NORMALISÉE / CONDITIONS ISA	36
9.	ANNEXE 2 : PLAN GUIDE DES FONDATIONS	38
10.	ANNEXE 3 : ANALYSE SUIVANT EN 1090-2	39
11.	ANNEXE 4 : DÉTAILS DES RÉSULTATS ELU.....	40
12.	ANNEXE 5 : DÉTAILS DES NOEUDS ET DES BARRES.....	44

1. OBJET

Nous vérifions ici la tenue mécanique du rez-de-chaussée d'une tour de 3000 mètres aux Eurocodes.

Le vent, la neige, et le séisme sont pris en compte conformément aux Eurocodes 1 et 8. L'étude de la résistance au feu est exclue. Le calcul des assemblages de la charpente et l'étude du génie civil sont exclus à ce stade du projet. La tour est conçue de sorte à ce que chaque étage est plus léger que l'étage inférieur. Les assemblages seront rivetés à chaud. Concernant les contraintes thermiques liées au gradient thermique entre le pied et le sommet de la tour, les longueurs des poteaux de la tour ayant la même longueur à 3 % près, la dilatation thermique différentielle entre les poteaux est jugée négligeable.

Cette note de calcul démontre que le rez-de-chaussée d'une coupe de la tour modélisé ici est en capacité de reprendre un effort total de 12 000 tonnes par en dessus. C'est le rez-de-chaussée qui reprend l'effort maximal de compression de la tour.

Ce document sera mis à jour au fur à et mesure du projet de construction de la tour, sous réserve de trouver un terrain de 50 hectares constructible, non protégé et non boisé en France, sous réserve de financement, de l'obtention du permis de construire et d'un avis favorable de l'enquête publique.

2. RÉFÉRENCES

RÉFÉRENCES

Documents CGI :

- 20712-000-STR-DRW-001 : Plan guide de la tour, rév. A du 24/04/24
- 20712-000-STR-DRW-002 : Plan guide des fondations, rév. A du 07/05/24

Normes :

- Eurocode 0 : Bases de calcul des structures
- Eurocode 1 : Actions sur les structures
- Eurocode 3 : Calculs des structures en acier
- Eurocode 7 : Calcul géotechnique
- Eurocode 8 : Calcul des structures pour leur résistance aux séismes
- EN 1090-2 : Exécution des structures en acier : exigences techniques
- NF EN 10056 : Cornières à ailes égales et inégales en acier de construction
- NF E27-152 : Rivets à tête goutte de suif
- NF E27-153 : Rivets à tête ronde

Logiciels :

- Robot Structural Analysis (version 2024)
- Ansys Mechanical (version 2024 R1)

3. HISTORIQUE DES RÉVISIONS

Révision	Modifications
Révision B	Ajout des paragraphes §5.2, 6.5.5, 6.5.6, 8, 9, 10

Les modifications sont indiquées par un trait noir vertical dans la marge de droite.

4. CAS THÉORIQUE D'UN BARREAU ENCASTRÉ-LIBRE

Soit un poteau d'acier plein de section carrée $a \times a$ et de hauteur H . Vis-à-vis de la contrainte de compression de l'acier, l'altitude maximale $H_{crit.}$ du poteau est donnée par la formule :

$$\sigma = \frac{F}{S} \leq \frac{R_p}{\gamma_{M_0}}$$

$$\text{avec } F = mg = \rho Vg = \rho a^2 Hg$$

Il vient :

$$\frac{\rho a^2 Hg}{a^2} \leq \frac{R_p}{\gamma_{M_0}}$$

L'altitude du barreau d'acier doit rester inférieure à :

$$H \leq H_{crit.} = \frac{R_p}{\rho g \gamma_{M_0}}$$

Application numérique pour plusieurs nuances d'acier :

Données d'entrée					
Masse volumique	ρ	7850	kg/m ³	R_p	$H_{crit.}$
Gravité	g	9.81	m/s ²	235 MPa	3052 mètres
Coefficient partiel de sécurité	γ_{M_0}	1.00	-	275 MPa	3571 mètres
				355 MPa	4610 mètres
				460 MPa	5973 mètres

Pour l'acier le plus faible (S235), l'altitude maximale est de 3052 mètres.

Pour l'acier le plus fort (S460), l'altitude maximale est de 5973 mètres.

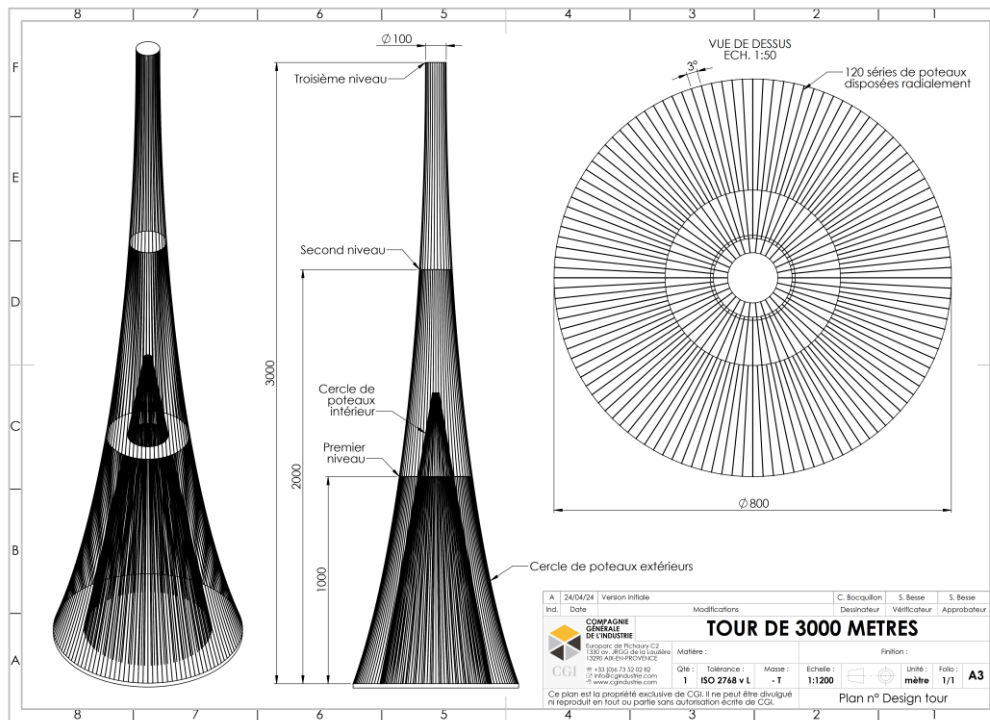
L'acier est un matériau peu couteux, simple à assembler en atelier et sur site, dont il existe déjà un prototype notable en France, la Tour Eiffel, qui pèse environ 10 000 tonnes de fer puddlé et qui existe avec succès depuis 137 ans et qui culmine à 330 mètres d'altitude relative au sol.

Nota : Ce calcul analytique ne prend pas en compte le flambement en compression pure, ni tout effort latéral (vent ou séisme). La prise en compte des efforts latéraux tel que le vent ou le séisme nécessite d'imaginer une structure élancée, plus large à la base qu'au sommet, ou alors plus résistante à la flexion à la base qu'au sommet.

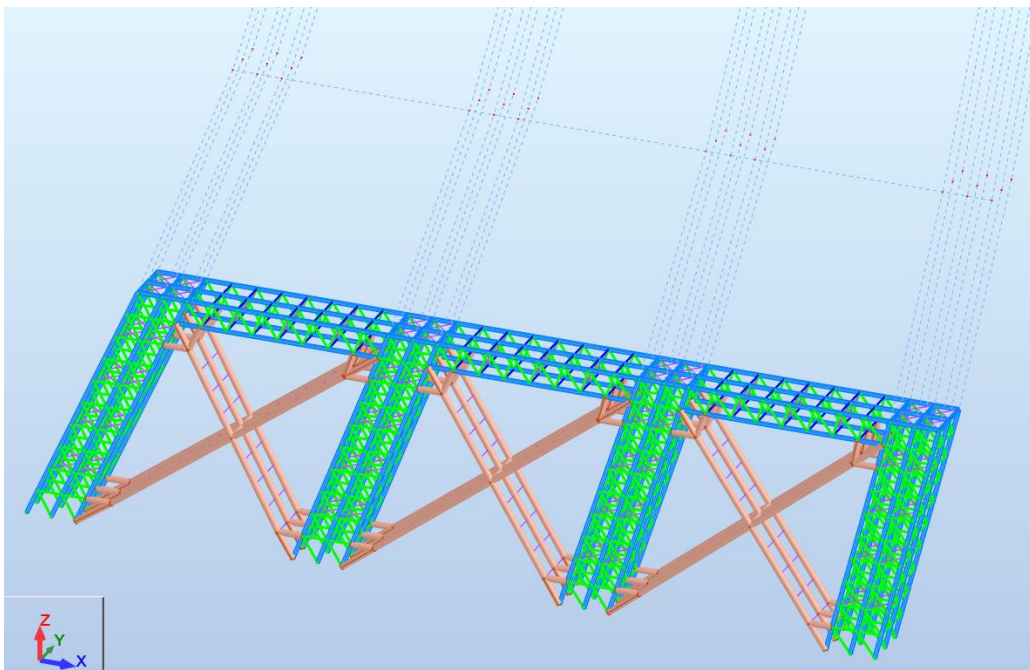
5. HYPOTHÈSES DE CALCULS

5.1. GÉOMÉTRIE

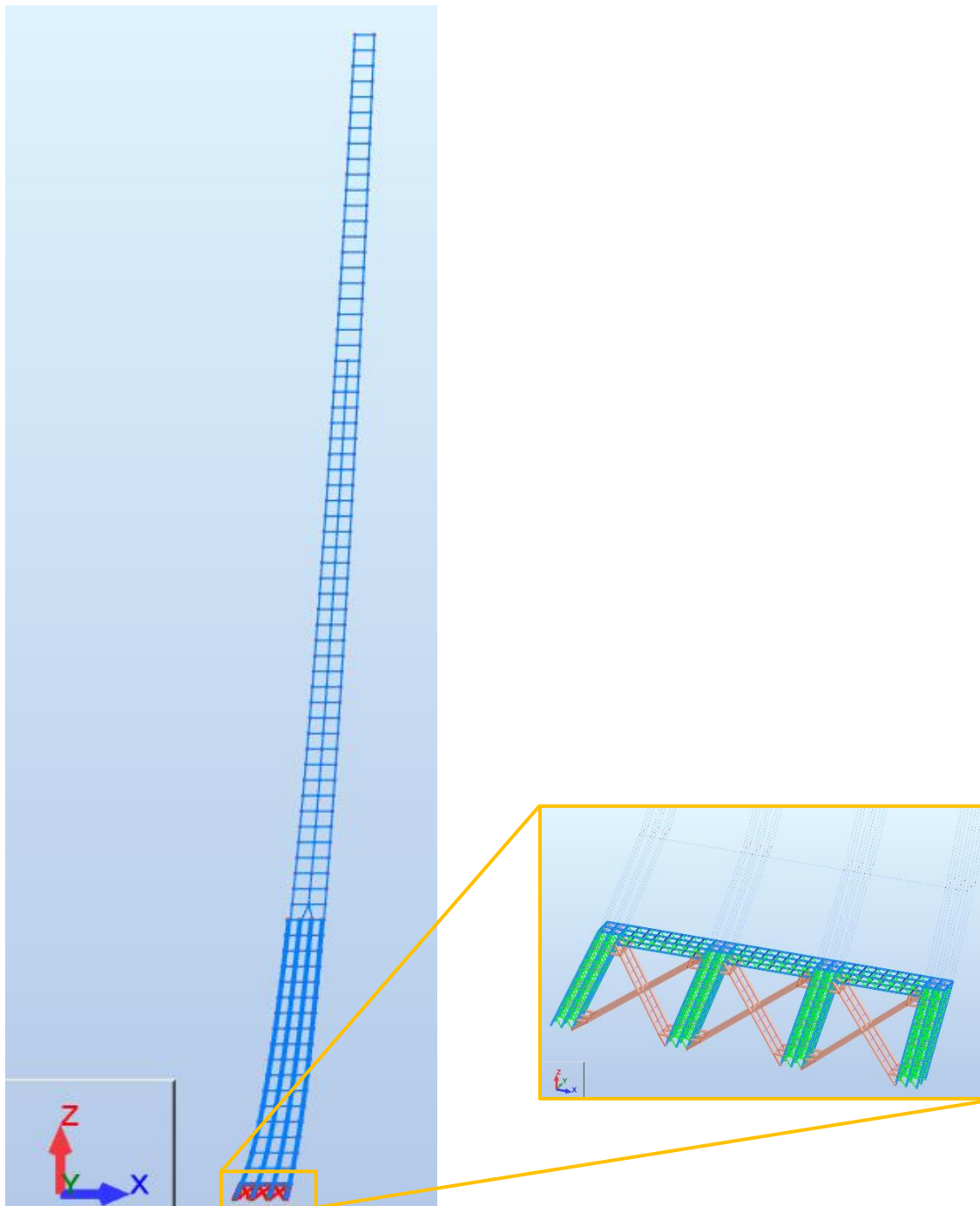
Extrait du plan guide de la tour fournit par CGI :



Géométrie d'une coupe au rez-de-chaussée ($z = 0$ à $z = +40$ mètres) :



Extrait du modèle de coupe Robot :



5.2. MÉTHODES

Les poutres à construire seront des tôles, des cornières et des rivets. Pour les calculer avec le logiciel Robot Structural Analysis, les poteaux sont modélisés comme des profilés laminés à chaud de section IPE 600, les tôles et les cornières étant dessinées de sorte à avoir une section et inerties équivalente.

5.3. MATÉRIAUX

Acier de construction S460 au rez-de-chaussée :

Matériau	Module d'Young E (MPa)	Module de cisaillement G (MPa)	Coefficient de Poisson ν	Masse volumique ρ (kg/m ³)	Limite élastique Re (MPa)
S235	210 000	80 800	0.3	7850	235
S275	210 000	80 800	0.3	7850	275
S355	210 000	80 800	0.3	7850	355
S460	210 000	80 800	0.3	7850	460

Il est admis que les approvisionnements de la tour pourront se faire avec des aciers mixtes, S235 / S275 / S355 / S460. Toutefois, les aciers de « faible » limite d'élasticité (S235 et S275) devront clairement être identifiés et placés sur la partie supérieure de la tour :

- De 0 à 1000 mètres : S460
- De 1000 à 2000 mètres : S460 et S355
- De 2000 mètres à 3000 mètres : S460, S355, S275, S235

6. CALCULS DE LA CHARPENTE

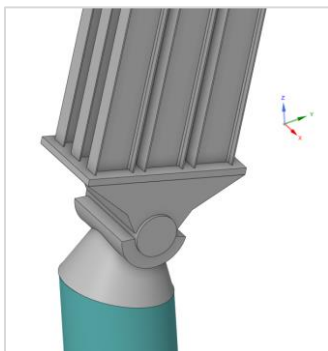
6.1. LOGICIEL

Le calcul est réalisé avec le logiciel Robot Structural Analysis.

Il s'agit d'un logiciel de calculs de poutres par la méthode des éléments finis.

6.2. MODÉLISATION

Les pieds de poteaux sont articulés avec des ronds d'acier du type :



Les cornières de contreventement sont articulées-articulées. Les liaisons mécaniques entre poutres et entre poutres/poteaux sont déclarées de manière adaptée. Les barres du modèle sont paramétrées afin de décrire le plus fidèlement possible les phénomènes de flambement des poteaux, de déversement des poutres.

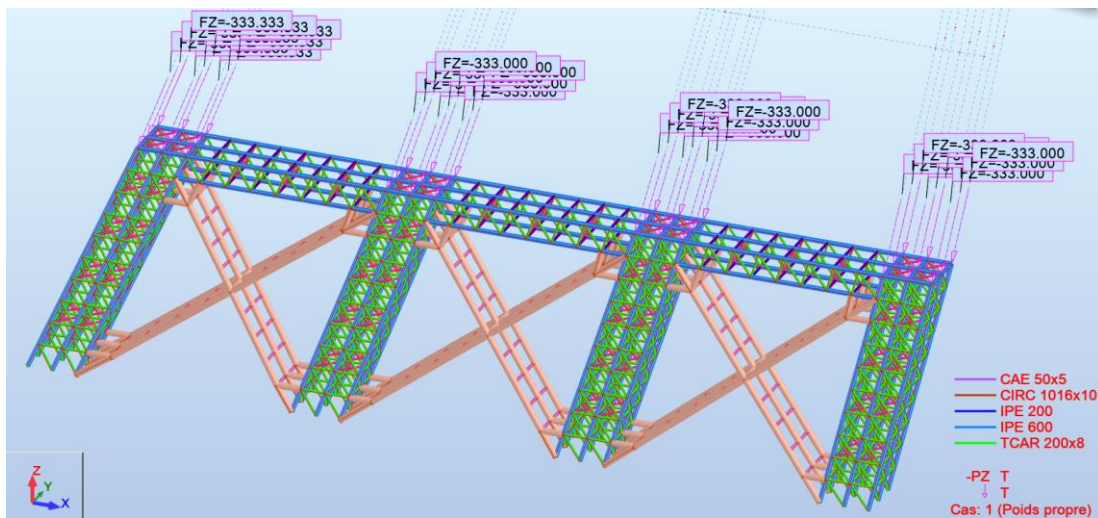
6.3. CAS DE CHARGES

6.3.1.CAS N°1 : POIDS PROPRE CHARPENTE

Poids propre des profilés :

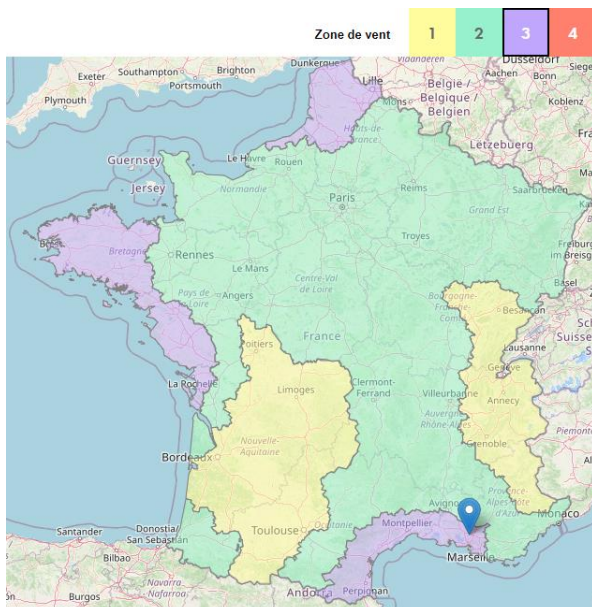
Génération automatique du poids par le logiciel. Un coefficient de majoration de 1.10 est appliqué pour tenir compte des éléments non modélisés (rivets, platines, soudures, peintures, glace).

Le poids de la charpente située aux étages supérieurs est appliqué au droit des poteaux de liaison, selon la direction du poteau supérieur. Les charges sont exprimées en tonnes. Chaque poteau est constitué de 9 sous-poteaux en IPE 600 reprenant chacun un effort de 333.333 tonnes. Chaque poteau reprend 3000 tonnes. Les 4 poteaux reprennent 12 000 tonnes en tout.



Le tonnage ci-dessus inclut les charges d'exploitation des planchers niveaux +1000 m, +2000 m, +3000m, avec une surcharge d'exploitation de plancher de 250 daN/m².

6.3.2.CAS N°3 A N°6 : CHARGES DE VENT



L'action du vent sur une structure est définie à partir de l'Eurocode 1 partie 1-4 :

Valeurs de référence:

Département	13		
Zone de vent	3		Tableau 4.3 (NA)
Vitesse du vent de référence	$V_{b,0} =$	26 m/s	Tableau 4.2 (NA)
Masse volumique de l'air	$\rho =$	1.225 kg/m ³	Clause 4.5(1) (NA)
Coefficient de direction	$C_{dir} =$	1	Figure 4.4 (NA)
Méconnaissance de la période de réalisation	$C_{season} =$	1	Figure 4.5 (NA)

On en déduit la vitesse de référence :

Vitesse de référence	$V_b =$	$C_{dir} \times C_{season} \times V_{b,0}$	§4.2
	$V_b =$	26 m/s	
Pression dynamique de référence	$q_b =$	41.41 daN/m ²	

Variation avec la hauteur:

Catégorie	Ville		
Rugosité	IV		Tableau 4.1
Hauteurs de la construction	$z =$	40 m	
	$z_{min} =$	15 m	
Longueur de rugosité	$z_0 =$	1 m	Tableau 4.1
Longueur de rugosité de référence	$z_{0,II} =$	0.05 m	Tableau 4.1
Facteur de terrain	$k_r = 0,19 \cdot (z_0 / z_{0,II})^{0,07}$		
	$k_r =$	0.23	
Coefficient de rugosité	$C_r = k_r \cdot \ln(z/z_0)$		
	$C_r =$	0.86	
Orographie : Sans dénivellation ni obstacle	$C_0(z) =$	1	§4.3

On en déduit la vitesse moyenne :

Vitesse de moyenne	$V_m =$	$C_r \times C_0 \times V_b$	§4.3
	$V_m =$	22.47 m/s	

Turbulence du vent

Coefficient de turbulence	$k_t =$	1	Annexe nationale
Intensité de la turbulence	$I_v(z) = k_t / (C_0(z) \cdot \ln(z/z_0))$		
	$I_v(z) =$	0.271	

On en déduit la pression dynamique de pointe :

Pression dynamique de pointe, à $z = 40$ m	$q_p =$	$\frac{1}{2} (1 + 7 \times I_v) \times \rho \times V_m^2$	§4.5
	$q_p =$	89.7 daN/m ²	

Profilés à angles vif IPE600

Hauteur du poteau	H	40	m	
Largeur du profilé (en moyenne sur plusieurs orientations)	b	0.41	m	
Elancement effectif	$\lambda = H/b$	97.6		
Taux de remplissage	$\phi =$	0.10		
Facteur d'effet d'extrémités	ψ_λ	0.98		Fig.7.36
Coefficient de force des structures en treillis	$c_{f,0}$	1.7		Fig.7.33
Facteur de protection	ψ_s	1.0		
Pression effective sur poteau	F/L	61	daN/m	$F/L = c_{f,0} \psi_\lambda q_p b$

Cylindres à base circulaire (contreventements)

Longueur de la poutre	L	23	m	
Diamètre	b	1.0	m	
Viscosité cinématique de l'air	ν	1.50E-05	m ² /s	
Vitesse de pointe du vent	$V = \sqrt{2q_p/v_{b,0}}$	12.1	m/s	Fig. 7.28 Note 2
Nombre de Reynolds	$Re = b V / \nu$	8.07E+05	-	Eq. 7.15
Rugosité de surface équivalente	k	0.006	-	
Ratio	k/b	0.006	-	
Coefficient de force des cylindres circulaires	$c_{f,0}$	0.7	-	Fig. 7.28
Aire de référence de la poutre	A = L b	23	m ²	
Facteur de protection	ψ_s	1		
Elancement effectif	$\lambda = L / b$	23.0		
Facteur d'effet d'extrémités	ψ_λ	0.98		Fig.7.36
Force de vent sur la poutre	F / L	61	daN/m	$F/L = c_{f,0} \psi_\lambda q_p b$

Profilés à angles vif TCAR200

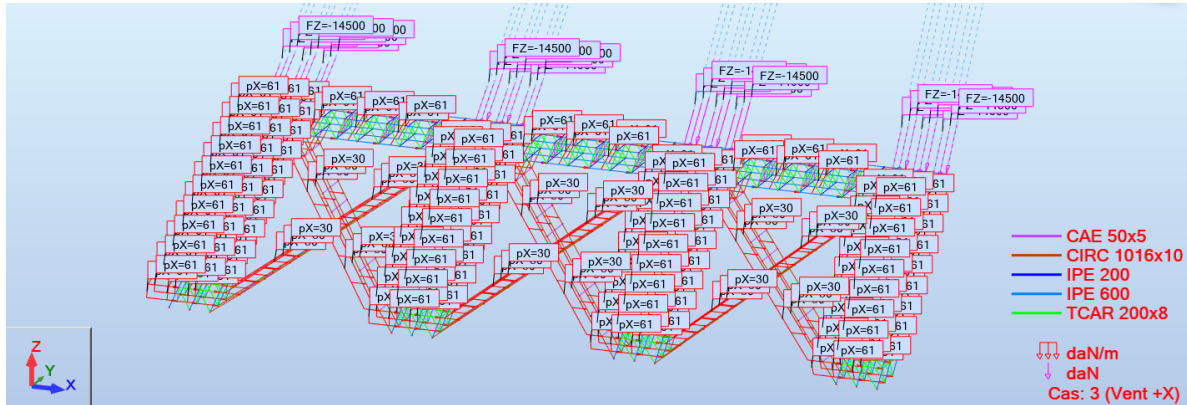
Hauteur du poteau	H	4.6	m	
Largeur du profilé (en moyenne sur plusieurs orientations)	b	0.2	m	
Elancement effectif	$\lambda = H/b$	23.0		
Taux de remplissage	$\phi =$	0.10		
Facteur d'effet d'extrémités	ψ_λ	0.98		Fig.7.36
Coefficient de force des structures en treillis	$c_{f,0}$	1.7		Fig.7.33
Facteur de protection	ψ_s	1.0		
Pression effective sur poteau	F/L	30	daN/m	$F/L = c_{f,0} \psi_\lambda q_p b$

Les charges de vent sont appliquées en tant que charge uniforme sur les poutres et les poteaux. Le vent exerce aussi un effort latéral sur toute la partie supérieure de la tour, ce qui se traduit par un moment de flexion global. Au sommet du RDC pour du vent +X, le sommet du RDC reprend un effort de compression additionnel, tandis que le RDC côté -X reprend un effort de traction qui s'oppose au poids de la tour. L'effort de vent global de la tour est chiffré à 125 tonnes / 0.03 = 4166 tonnes de vent latéral. (*) 125 tonnes est la descente de charges obtenu maximale entre +X et +Y avec le modèle Robot du RDC. Le coefficient 3% au dénominateur provient d'un calcul de poids : 3% représente la fraction massique du RDC par rapport à l'ensemble de la tour.

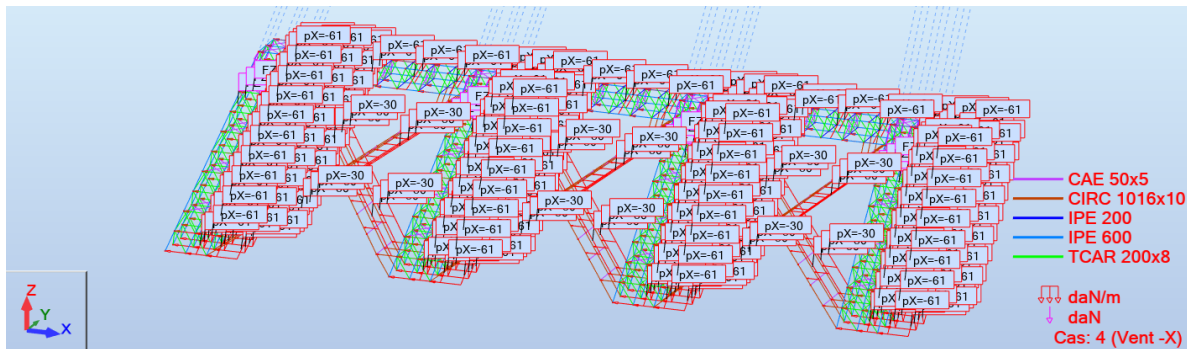
Données d'entrée

Force latérale de vent au RDC	F_{RDC}	125	tonnes
Fraction massique RDC	T	3%	-
Force latérale de vent	F	4167	tonnes
Hauteur du centre de gravité (1/3 de 3000)	H_{CDG}	1000	m
Moment de flexion	$M = F \times H_{CDG}$	4166667	tonnes.m
Diamètre extérieur de la tour à la base	D	800	mètres
Effort de compression au RDC lié au vent	M / D	5208	tonnes
Effort de compression au RDC lié au vent par poteau IPE 600	(M / D) / (9x4)	145	tonnes par IPE 600
Taux d'ajustement du au gradient de vent	t	10%	-
Effort de compression au RDC lié au vent par poteau IPE 600	t (M / D) / (9x4)	14.5	tonnes par IPE 600

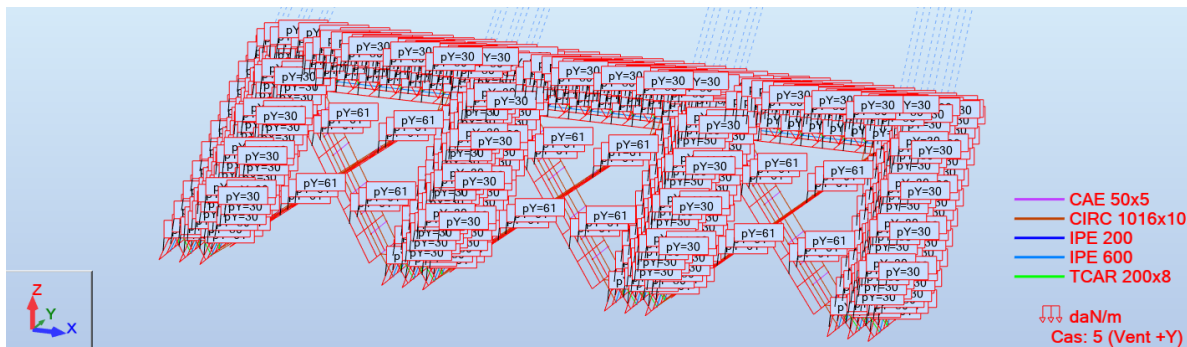
Cas N°3 : Vent +X



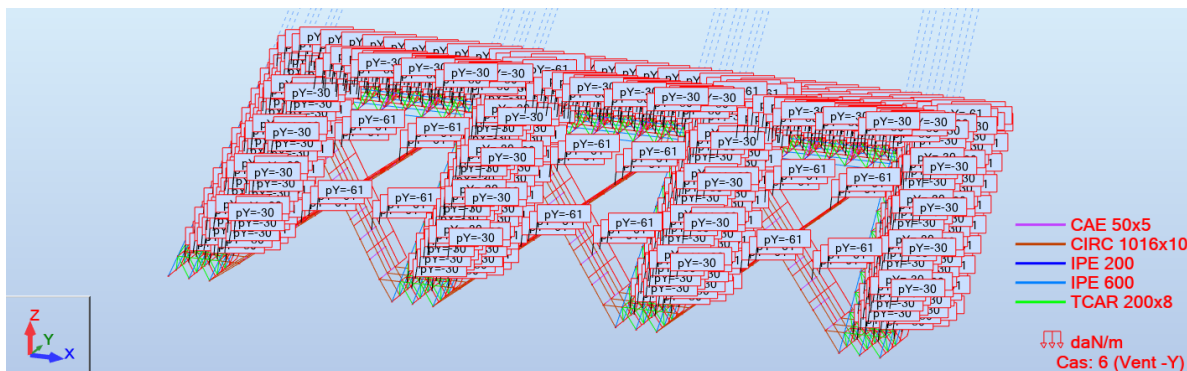
Cas N°4 : Vent -X



Cas N°5 : Vent +Y



Cas N°6 : Vent -Y



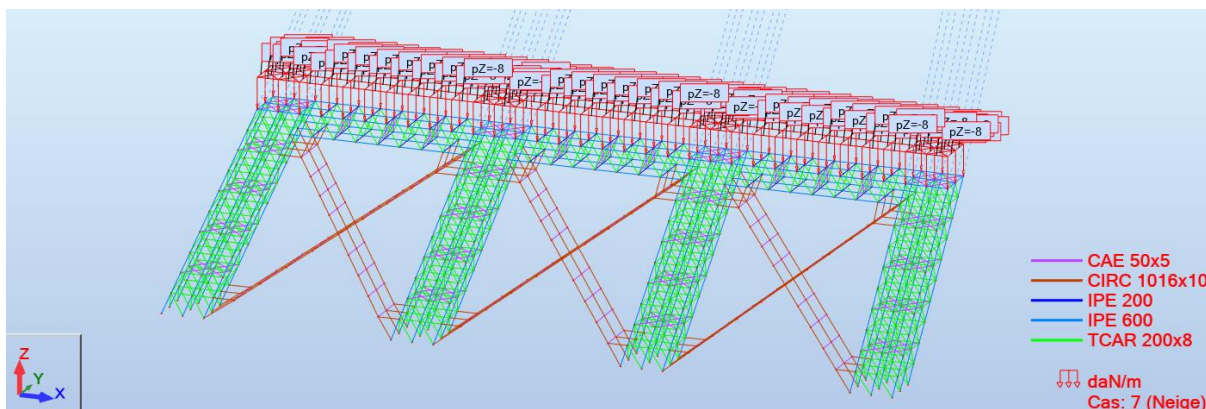
6.3.3.CAS N°7 : NEIGE

Eurocode 1 : Actions sur les structures

Partie 1-3 : Actions générales: charges de neige

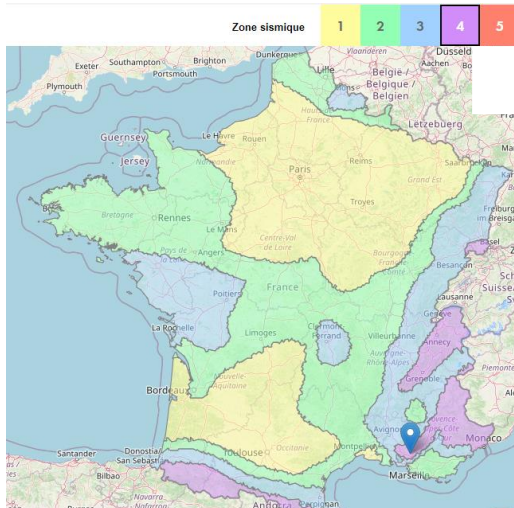
Données d'entrée

Ville		Aix-en-Provence (13)		
Région		A2		
Angle des poutres horizontales	α	0°		
Coefficient de forme pour la charge de neige	μ_1	0.8		Figure 5.1
Coefficient d'exposition	C_e	1		
Coefficient thermique	C_T	1		
Valeur caractéristique de la charge de neige sur le sol	S_K	45	daN/m ²	
Charge de neige sur une poutre IPE600	S	36	daN/m ²	$S = \mu_1 C_e C_T S_K$
Largeur de la poutre	b	0.22	m	
Poids de la neige par mètre linéaire de poutre	$F/L = S \times b$	8	daN/m	



6.3.4. CAS N°8 : SÉISME

Une analyse statique équivalente est mise en œuvre.



Les spectres élastiques horizontaux et verticaux sont calculés à partir des données de l'Eurocode 8. On en déduit les spectres de calcul horizontaux et verticaux.

Spectre horizontal de calcul :

Eurocode 8 : calcul des structures pour leur résistance au séisme

Partie 1 : Règles générales, actions sismiques et règles pour les bâtiments

Type de spectre
Zone de sismicité (4)
Accélération maximale de référence pour un sol de classe A
Catégorie d'importance
Coefficient d'importance
Coefficient de comportement
Coefficient correspondant à la limite inférieure du spectre de calcul horizontal
Pourcentage d'amortissement visqueux

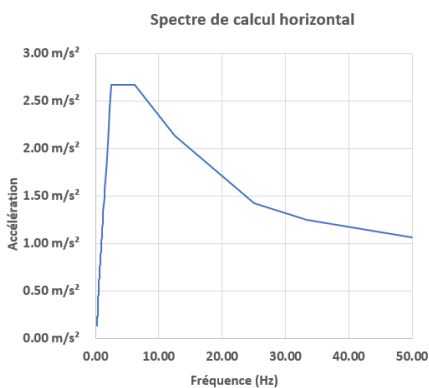
	1	
	moyenne	
a_{Rr}	1.6	m/s ²
	II	
Y_1	1	
q	1.5	§ 3.2.2.5
β	0.2	§ 3.2.2.5
ζ	5	%

3.2.2.5 Spectre de calcul pour l'analyse élastique

Spectre horizontal

Classe de sol
Accélération de calcul pour un sol de classe A
Limite inférieure des périodes correspondant au palier d'accélération spectrale constant
Limite supérieure des périodes correspondant au palier d'accélération spectrale
Valeur définissant le début de la branche à déplacement spectral constant
Paramètre du sol
Coefficient de correction de l'amortissement $\eta = \sqrt{10/(5 + \zeta)} \geq 0,55$

	A	
$a_g = Y_1 a_{Rr}$	1.6	m/s ²
T_B	0.15	s
T_C	0.40	s
T_D	2.00	s
S	1.00	
η	1.00	



Spectre vertical de calcul :

Eurocode 8 : calcul des structures pour leur résistance au séisme

Partie 1 : Règles générales, actions sismiques et règles pour les bâtiments

Type de spectre
Zone de sismicité (4)
Accélération maximale de référence pour un sol de classe A
Catégorie d'importance
Coefficient d'importance
Coefficient de comportement
Coefficient correspondant à la limite inférieure du spectre de calcul horizontal
Pourcentage d'amortissement visqueux

	1	
	moyenne	
a_{gr}	1.6	m/s ²
	III	
γ_1	1.2	
q	1.5	§ 3.2.2.5
β	0.2	§ 3.2.2.5
ζ	5	%

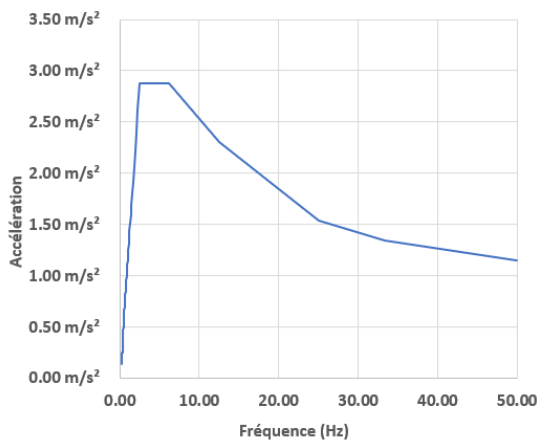
3.2.2.5 Spectre de calcul pour l'analyse élastique

Spectre horizontal

Classe de sol
Accélération de calcul pour un sol de classe A
Limite inférieure des périodes correspondant au palier d'accélération spectrale constant
Limite supérieure des périodes correspondant au palier d'accélération spectrale
Valeur définissant le début de la branche à déplacement spectral constant
Paramètre du sol
Coefficient de correction de l'amortissement $\eta = \sqrt{10/(5 + \zeta)} \geq 0,55$
Paramètre du spectre élastique vertical
Accélération vertical de calcul pour un sol de classe A

	A	
$a_g = \gamma_1 a_{gr}$	1.92	m/s ²
T_B	0.15	s
T_C	0.40	s
T_D	2.00	s
S	1.00	
η	1.00	
a_{vg} / a_g	0.90	
a_{vg}	1.73	m/s ²

Spectre de calcul vertical



Accélérations sismiques de calcul :

accélération horizontale de calcul	4.00 m/s ²
accélération verticale de calcul	4.32 m/s ²

Ces accélérations sont déterminées comme l'accélération de pic multipliée par le coefficient 1.5.

6.3.5. RÉSUMÉ DES CHARGEMENTS ROBOT

Valeurs des charges en daN.

Cas	Type de charge	Liste					
1.Poids propre	poids propre	1A1254 10259 10260 10279A10425 10460A10479 10488A10659 10708A11288 11290A11453 11455A12071 12073A	Structure entière	-Z	Coef=1,10	Normal	MEMO:
1.Poids propre	force nodale	5 604 606 805 809 811 829 833 835	FX=0,0	FY=0,0	FZ=-326561	CX=0,0	CY=0,0
1.Poids propre	force nodale	3 608 614 807A843P12 813 837	FX=0,0	FY=0,0	FZ=-326561	CX=0,0	CY=0,0
1.Poids propre	force nodale	2 610 616 815 821 825 839 845 849	FX=0,0	FY=0,0	FZ=-326561	CX=0,0	CY=0,0
1.Poids propre	force nodale	306 612 618 817 823 827 841 847 851	FX=0,0	FY=0,0	FZ=-326561	CX=0,0	CY=0,0
3.Vent +X	charge uniforme	4A9 204A290 292A547 549A558	PX=0,0	PY=0,0	PZ=0,0	global	non projetés
3.Vent +X	charge uniforme	721A737P2 873A879P2 11229A11288 11452A11491P13 11455A11463P2 11467A11512P15 11469A11529P15 11472	PX=61	PY=0,0	PZ=0,0	global	non projetés
3.Vent +X	charge uniforme	1066A1077 1112 1114 1121 1122 1127 1131A1133 1142 1146A1148 1187 1190 1193 1194 1199 1204A1206 1213 12	PX=30	PY=0,0	PZ=0,0	global	non projetés
4.Vent -X	charge uniforme	4A9 204A290 292A547 549A558	PX=-61	PY=0,0	PZ=0,0	global	non projetés
4.Vent -X	charge uniforme	721A737P2 873A879P2 11229A11288 11452A11491P13 11455A11463P2 11467A11512P15 11469A11529P15 11472	PX=-61	PY=0,0	PZ=0,0	global	non projetés
4.Vent -X	charge uniforme	1066A1077 1112 1114 1121 1122 1127 1131A1133 1142 1146A1148 1187 1190 1193 1194 1199 1204A1206 1213 12	PX=-30	PY=0,0	PZ=0,0	global	non projetés
5.Vent +Y	charge uniforme	1A290 292A558 561 562 605A608 740A786 864A871 882A919 998A1001 1013A1051 10279A10425 880 921 922 10	PX=0,0	PY=61	PZ=0,0	global	non projetés
5.Vent +Y	charge uniforme	291 559 560 571A604 609A720 787A831 860A863 872A879 923A965 994A997 1002A1009 1052A1065 11116A1122	PX=0,0	PY=30	PZ=0,0	global	non projetés
5.Vent +Y	charge uniforme	1066A1077 1112 1114 1121 1122 1127 1131A1133 1142 1146A1148 1187 1190 1193 1194 1199 1204A1206 1213 12	PX=0,0	PY=61	PZ=0,0	global	non projetés
6.Vent -Y	charge uniforme	1A290 292A558 561 562 605A608 740A786 864A871 882A919 998A1001 1013A1051 10279A10425 880 921 922 10	PX=0,0	PY=-61	PZ=0,0	global	non projetés
6.Vent -Y	charge uniforme	291 559 560 571A604 609A720 787A831 860A863 872A879 923A965 994A997 1002A1009 1052A1065 11116A1122	PX=0,0	PY=-30	PZ=0,0	global	non projetés
6.Vent -Y	charge uniforme	1066A1077 1112 1114 1121 1122 1127 1131A1133 1142 1146A1148 1187 1190 1193 1194 1199 1204A1206 1213 12	PX=0,0	PY=-61	PZ=0,0	global	non projetés
7.Neige	charge uniforme	1 561A570 605A608 764A786 832A845 892A898 906A919 968A971 976A979 984A987 998A1001 1014A1023 1031	PX=0,0	PY=0,0	PZ=-8	global	non projetés
8.Séisme	forces d'inertie	1A1254 10259 10260 10279A10425 10460A10479 10488A10659 10708A11288 11290A11453 11455A12071 12073A	AX=4,000	AY=0,0	AZ=0,0	objets	absolues
8.Séisme	forces d'inertie		AX=4,000	AY=0,0	AZ=0,0	masses	absolues
8.Séisme	forces d'inertie	1A1254 10259 10260 10279A10425 10460A10479 10488A10659 10708A11288 11290A11453 11455A12071 12073A	AX=0,0	AY=4,000	AZ=0,0	objets	absolues
8.Séisme	forces d'inertie		AX=0,0	AY=4,000	AZ=0,0	masses	absolues
8.Séisme	forces d'inertie	1A1254 10259 10260 10279A10425 10460A10479 10488A10659 10708A11288 11290A11453 11455A12071 12073A	AX=0,0	AY=0,0	AZ=4,320	objets	absolues
8.Séisme	forces d'inertie		AX=0,0	AY=0,0	AZ=4,320	masses	absolues
3.Vent +X	force nodale	5 604 606 805 809 811 829 833 835	FX=0,0	FY=0,0	FZ=-14500	CX=0,0	CY=0,0
3.Vent +X	force nodale	3 608 614 807A843P12 813 837	FX=0,0	FY=0,0	FZ=-14500	CX=0,0	CY=0,0
3.Vent +X	force nodale	2 610 616 815 821 825 839 845 849	FX=0,0	FY=0,0	FZ=-14500	CX=0,0	CY=0,0
3.Vent +X	force nodale	306 612 618 817 823 827 841 847 851	FX=0,0	FY=0,0	FZ=-14500	CX=0,0	CY=0,0
4.Vent -X	force nodale	5 604 606 805 809 811 829 833 835	FX=0,0	FY=0,0	FZ=14500	CX=0,0	CY=0,0
4.Vent -X	force nodale	3 608 614 807A843P12 813 837	FX=0,0	FY=0,0	FZ=14500	CX=0,0	CY=0,0
4.Vent -X	force nodale	2 610 616 815 821 825 839 845 849	FX=0,0	FY=0,0	FZ=14500	CX=0,0	CY=0,0
4.Vent -X	force nodale	306 612 618 817 823 827 841 847 851	FX=0,0	FY=0,0	FZ=14500	CX=0,0	CY=0,0

6.4. COMBINAISONS

Les combinaisons des cas de charge sont réalisées conformément aux règles des Eurocodes.

Combinaison/Comp.	Définition
ELU/ 1	1*1.35 + 2*1.50 + 3*0.90
ELU/ 2	1*1.35 + 2*1.50
ELU/ 3	1*1.35
ELU/ 4	1*1.00 + 2*1.50 + 3*0.90
ELU/ 5	1*1.00 + 2*1.50
ELU/ 6	1*1.00
ELU/ 7	1*1.35 + 2*1.50 + 4*0.90
ELU/ 8	1*1.00 + 2*1.50 + 4*0.90
ELU/ 9	1*1.35 + 2*1.50 + 5*0.90
ELU/ 10	1*1.00 + 2*1.50 + 5*0.90
ELU/ 11	1*1.35 + 2*1.50 + 6*0.90
ELU/ 12	1*1.00 + 2*1.50 + 6*0.90
ELU/ 13	1*1.35 + 2*1.05 + 3*1.50
ELU/ 14	1*1.35 + 3*1.50
ELU/ 15	1*1.00 + 2*1.05 + 3*1.50
ELU/ 16	1*1.00 + 3*1.50
ELU/ 17	1*1.35 + 2*1.05 + 4*1.50
ELU/ 18	1*1.35 + 4*1.50
ELU/ 19	1*1.00 + 2*1.05 + 4*1.50
ELU/ 20	1*1.00 + 4*1.50
ELU/ 21	1*1.35 + 2*1.05 + 5*1.50
ELU/ 22	1*1.35 + 5*1.50
ELU/ 23	1*1.00 + 2*1.05 + 5*1.50
ELU/ 24	1*1.00 + 5*1.50
ELU/ 25	1*1.35 + 2*1.05 + 6*1.50
ELU/ 26	1*1.35 + 6*1.50
ELU/ 27	1*1.00 + 2*1.05 + 6*1.50
ELU/ 28	1*1.00 + 6*1.50
ELS/CAR/ 1	1*1.00 + 2*1.00 + 3*0.60
ELS/CAR/ 2	1*1.00 + 2*1.00
ELS/CAR/ 3	1*1.00
ELS/CAR/ 4	1*1.00 + 2*1.00 + 4*0.60
ELS/CAR/ 5	1*1.00 + 2*1.00 + 5*0.60
ELS/CAR/ 6	1*1.00 + 2*1.00 + 6*0.60
ELS/CAR/ 7	1*1.00 + 2*0.70 + 3*1.00
ELS/CAR/ 8	1*1.00 + 3*1.00
ELS/CAR/ 9	1*1.00 + 2*0.70 + 4*1.00
ELS/CAR/ 10	1*1.00 + 4*1.00
ELS/CAR/ 11	1*1.00 + 2*0.70 + 5*1.00
ELS/CAR/ 12	1*1.00 + 5*1.00
ELS/CAR/ 13	1*1.00 + 2*0.70 + 6*1.00
ELS/CAR/ 14	1*1.00 + 6*1.00
ELS/FRE/ 1	1*1.00 + 2*0.50
ELS/FRE/ 2	1*1.00
ELS/FRE/ 3	1*1.00 + 2*0.30 + 3*0.20
ELS/FRE/ 4	1*1.00 + 3*0.20
ELS/FRE/ 5	1*1.00 + 2*0.30 + 4*0.20
ELS/FRE/ 6	1*1.00 + 4*0.20
ELS/FRE/ 7	1*1.00 + 2*0.30 + 5*0.20
ELS/FRE/ 8	1*1.00 + 5*0.20
ELS/FRE/ 9	1*1.00 + 2*0.30 + 6*0.20
ELS/FRE/ 10	1*1.00 + 6*0.20
ELS/QPR/ 1	1*1.00 + 2*0.30
ELS/QPR/ 2	1*1.00
ACC/SEI/ 1	1*1.00 + 2*0.30 + 8*1.00
ACC/SEI/ 2	1*1.00 + 8*1.00
ACC/SEI/ 3	1*1.00
ACC/SEI/ 4	1*1.00 + 2*0.30 + 8*1.00
ACC/SEI/ 5	1*1.00 + 8*1.00

Combinaison/Comp.	Définition
EL.S/FRE/ 24	1*1.00 + 6*0.20
EL.S/QPR/ 25	1*1.00 + 2*0.30
EL.S/QPR/ 26	1*1.00
EL.S/CAR/ 1	1*1.00 + 2*1.00 + 3*0.60
EL.S/CAR/ 2	1*1.00 + 2*1.00
EL.S/CAR/ 3	1*1.00
EL.S/CAR/ 4	1*1.00 + 2*1.00 + 4*0.60
EL.S/CAR/ 5	1*1.00 + 2*1.00 + 5*0.60
EL.S/CAR/ 6	1*1.00 + 2*1.00 + 6*0.60
EL.S/CAR/ 7	1*1.00 + 2*0.70 + 3*1.00
EL.S/CAR/ 8	1*1.00 + 3*1.00
EL.S/CAR/ 9	1*1.00 + 2*0.70 + 4*1.00
EL.S/CAR/ 10	1*1.00 + 4*1.00
EL.S/CAR/ 11	1*1.00 + 2*0.70 + 5*1.00
EL.S/CAR/ 12	1*1.00 + 5*1.00
EL.S/CAR/ 13	1*1.00 + 2*0.70 + 6*1.00
EL.S/CAR/ 14	1*1.00 + 6*1.00
EL.S/FRE/ 1	1*1.00 + 2*0.50
EL.S/FRE/ 2	1*1.00
EL.S/FRE/ 3	1*1.00 + 2*0.30 + 3*0.20
EL.S/FRE/ 4	1*1.00 + 3*0.20
EL.S/FRE/ 5	1*1.00 + 2*0.30 + 4*0.20
EL.S/FRE/ 6	1*1.00 + 4*0.20
EL.S/FRE/ 7	1*1.00 + 2*0.30 + 5*0.20
EL.S/FRE/ 8	1*1.00 + 5*0.20
EL.S/FRE/ 9	1*1.00 + 2*0.30 + 6*0.20
EL.S/FRE/ 10	1*1.00 + 6*0.20
EL.S/QPR/ 1	1*1.00 + 2*0.30
EL.S/QPR/ 2	1*1.00
ACC/SEI/ 1	1*1.00 + 2*0.30 + 8*1.00
ACC/SEI/ 2	1*1.00 + 8*1.00
ACC/SEI/ 3	1*1.00
ACC/SEI/ 4	1*1.00 + 2*0.30 + 8*1.00
ACC/SEI/ 5	1*1.00 + 8*1.00

6.5. RÉSULTATS

6.5.1. VÉRIFICATION À L'ELU

ELU : Etat Limite Ultime

Combinaisons ELU : N°27 à 54 et sismique N°107 à 111

Taux de travail des éléments les plus sollicités (incluant les combinaisons sismiques) :

Pièce	Profil	Matériau	Lay	Laz	Ratio▲	Cas
479	OK IPE 600	S 460 M	2.06	10.73	0.99	39 ELU/13=1*1.35 + 2*1.05 + 3*1.50
529	OK IPE 600	S 460 M	2.06	10.73	0.99	39 ELU/13=1*1.35 + 2*1.05 + 3*1.50
321	OK IPE 600	S 460 M	2.06	10.73	0.98	110 ACC:SEV4=1*1.00 + 2*0.30 + 8*-1.00
519	OK IPE 600	S 460 M	2.06	10.73	0.97	39 ELU/13=1*1.35 + 2*1.05 + 3*1.50
550	OK IPE 600	S 460 M	2.06	10.73	0.95	39 ELU/13=1*1.35 + 2*1.05 + 3*1.50
410	OK IPE 600	S 460 M	2.06	10.73	0.95	39 ELU/13=1*1.35 + 2*1.05 + 3*1.50
509	OK IPE 600	S 460 M	2.06	10.73	0.93	39 ELU/13=1*1.35 + 2*1.05 + 3*1.50
311	OK IPE 600	S 460 M	2.06	10.73	0.93	110 ACC:SEV4=1*1.00 + 2*0.30 + 8*-1.00
272	OK IPE 600	S 460 M	2.06	10.73	0.92	47 ELU/21=1*1.35 + 2*1.05 + 5*1.50
301	OK IPE 600	S 460 M	2.06	10.73	0.91	110 ACC:SEV4=1*1.00 + 2*0.30 + 8*-1.00
551	OK IPE 600	S 460 M	2.06	10.73	0.90	39 ELU/13=1*1.35 + 2*1.05 + 3*1.50
282	OK IPE 600	S 460 M	2.06	10.73	0.90	47 ELU/21=1*1.35 + 2*1.05 + 5*1.50
400	OK IPE 600	S 460 M	2.06	10.73	0.89	110 ACC:SEV4=1*1.00 + 2*0.30 + 8*-1.00
262	OK IPE 600	S 460 M	2.06	10.73	0.89	47 ELU/21=1*1.35 + 2*1.05 + 5*1.50
390	OK IPE 600	S 460 M	2.06	10.73	0.88	110 ACC:SEV4=1*1.00 + 2*0.30 + 8*-1.00
548	OK IPE 600	S 460 M	2.06	10.73	0.87	39 ELU/13=1*1.35 + 2*1.05 + 3*1.50
558	OK IPE 600	S 460 M	2.06	10.73	0.87	39 ELU/13=1*1.35 + 2*1.05 + 3*1.50
539	OK IPE 600	S 460 M	2.06	10.73	0.86	39 ELU/13=1*1.35 + 2*1.05 + 3*1.50
461	OK IPE 600	S 460 M	2.06	10.73	0.84	39 ELU/13=1*1.35 + 2*1.05 + 3*1.50
552	OK IPE 600	S 460 M	2.06	10.73	0.84	39 ELU/13=1*1.35 + 2*1.05 + 3*1.50
9	OK IPE 600	S 460 M	2.06	10.73	0.83	51 ELU/25=1*1.35 + 2*1.05 + 6*1.50
273	OK IPE 600	S 460 M	2.06	10.73	0.82	110 ACC:SEV4=1*1.00 + 2*0.30 + 8*-1.00
553	OK IPE 600	S 460 M	2.06	10.73	0.81	39 ELU/13=1*1.35 + 2*1.05 + 3*1.50
372	OK IPE 600	S 460 M	2.06	10.73	0.81	39 ELU/13=1*1.35 + 2*1.05 + 3*1.50
263	OK IPE 600	S 460 M	2.06	10.73	0.80	47 ELU/21=1*1.35 + 2*1.05 + 5*1.50
540	OK IPE 600	S 460 M	2.06	10.73	0.80	39 ELU/13=1*1.35 + 2*1.05 + 3*1.50
520	OK IPE 600	S 460 M	2.06	10.73	0.79	39 ELU/13=1*1.35 + 2*1.05 + 3*1.50
541	OK IPE 600	S 460 M	2.06	10.73	0.78	39 ELU/13=1*1.35 + 2*1.05 + 3*1.50
521	OK IPE 600	S 460 M	2.06	10.73	0.77	39 ELU/13=1*1.35 + 2*1.05 + 3*1.50
274	OK IPE 600	S 460 M	2.06	10.73	0.77	110 ACC:SEV4=1*1.00 + 2*0.30 + 8*-1.00
554	OK IPE 600	S 460 M	2.06	10.73	0.76	39 ELU/13=1*1.35 + 2*1.05 + 3*1.50
542	OK IPE 600	S 460 M	2.06	10.73	0.76	39 ELU/13=1*1.35 + 2*1.05 + 3*1.50
469	OK IPE 600	S 460 M	2.06	10.73	0.76	39 ELU/13=1*1.35 + 2*1.05 + 3*1.50
522	OK IPE 600	S 460 M	2.06	10.73	0.76	39 ELU/13=1*1.35 + 2*1.05 + 3*1.50
528	OK IPE 600	S 460 M	2.06	10.73	0.75	39 ELU/13=1*1.35 + 2*1.05 + 3*1.50
283	OK IPE 600	S 460 M	2.06	10.73	0.75	51 ELU/25=1*1.35 + 2*1.05 + 6*1.50
264	OK IPE 600	S 460 M	2.06	10.73	0.75	110 ACC:SEV4=1*1.00 + 2*0.30 + 8*-1.00
380	OK IPE 600	S 460 M	2.06	10.73	0.75	39 ELU/13=1*1.35 + 2*1.05 + 3*1.50
842 Poutre st	OK IPE 200	S 460 M	48.43	178.90	0.74	51 ELU/25=1*1.35 + 2*1.05 + 6*1.50
543	OK IPE 600	S 460 M	2.06	10.73	0.74	39 ELU/13=1*1.35 + 2*1.05 + 3*1.50
265	OK IPE 600	S 460 M	2.06	10.73	0.74	47 ELU/21=1*1.35 + 2*1.05 + 5*1.50
987 Poutre st	OK IPE 200	S 460 M	48.43	178.90	0.74	47 ELU/21=1*1.35 + 2*1.05 + 5*1.50
518	OK IPE 600	S 460 M	2.06	10.73	0.74	39 ELU/13=1*1.35 + 2*1.05 + 3*1.50
547	OK IPE 600	S 460 M	2.06	10.73	0.74	39 ELU/13=1*1.35 + 2*1.05 + 3*1.50
523	OK IPE 600	S 460 M	2.06	10.73	0.74	39 ELU/13=1*1.35 + 2*1.05 + 3*1.50
557	OK IPE 600	S 460 M	2.06	10.73	0.74	39 ELU/13=1*1.35 + 2*1.05 + 3*1.50

La contrainte maximale dans la structure à l'Etat Limite Ultime est de 454 MPa.

Elle est inférieure à la limite élastique de l'acier S460 (460 MPa), soit un taux de travail de 99% (localisé). Les taux de travail des poutres et des poteaux à l'ELU sont acceptables.

Le détail des calculs pour les premiers éléments les plus sollicités est présenté en Annexe 10.

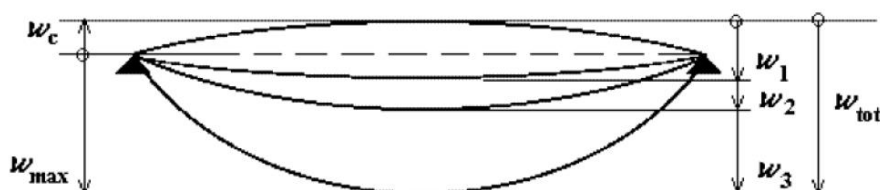
6.5.2. VÉRIFICATION À L'ELS

ELS : Etat Limite de Service

Combinaisons ELS : N° 55 à 106

Vérification des flèches :

Critère retenu : flèche inférieure à $L/200$ avec L longueur de la poutre



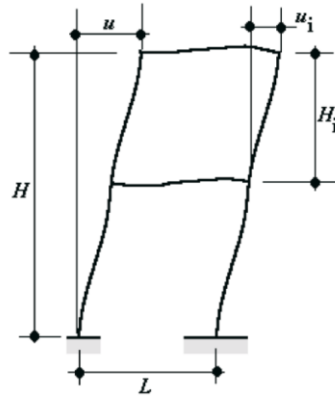
Légende

- w_c Contre-flèche dans l'élément structural non chargé
- w_1 Partie initiale de la flèche sous les charges permanentes de la combinaison d'actions correspondante selon les expressions (6.14a) à (6.16b).
- w_2 Partie à long terme de la flèche sous les charges permanentes.
- w_3 Partie additionnelle de la flèche due aux actions variables de la combinaison d'actions correspondante d'après les expressions (6.14a) à (6.16b).
- w_{tot} Flèche totale, soit somme de w_1 , w_2 , w_3 .
- w_{max} Flèche résiduelle totale compte tenu de la contre-flèche.

Pièce	Profil	Matériau	Ratio(uy)	Cas (uy)	Ratio(uz)	Cas (uz)
1045	IPE 600	S 460 M	0.31	67 ELS:CAR/13=1*1.00 + 2*0.70 + 6*1.00	0.01	63 ELS:CAR/9=1*1.00 + 2*0.70 + 4*1.00
1024	IPE 600	S 460 M	0.31	67 ELS:CAR/13=1*1.00 + 2*0.70 + 6*1.00	0.00	63 ELS:CAR/9=1*1.00 + 2*0.70 + 4*1.00
1038	IPE 600	S 460 M	0.30	67 ELS:CAR/13=1*1.00 + 2*0.70 + 6*1.00	0.01	63 ELS:CAR/9=1*1.00 + 2*0.70 + 4*1.00
865	IPE 600	S 460 M	0.30	67 ELS:CAR/13=1*1.00 + 2*0.70 + 6*1.00	0.01	63 ELS:CAR/9=1*1.00 + 2*0.70 + 4*1.00
899	IPE 600	S 460 M	0.29	67 ELS:CAR/13=1*1.00 + 2*0.70 + 6*1.00	0.01	63 ELS:CAR/9=1*1.00 + 2*0.70 + 4*1.00
885	IPE 600	S 460 M	0.29	67 ELS:CAR/13=1*1.00 + 2*0.70 + 6*1.00	0.01	63 ELS:CAR/9=1*1.00 + 2*0.70 + 4*1.00
757	IPE 600	S 460 M	0.28	65 ELS:CAR/11=1*1.00 + 2*0.70 + 5*1.00	0.00	63 ELS:CAR/9=1*1.00 + 2*0.70 + 4*1.00
741	IPE 600	S 460 M	0.28	65 ELS:CAR/11=1*1.00 + 2*0.70 + 5*1.00	0.01	63 ELS:CAR/9=1*1.00 + 2*0.70 + 4*1.00
1050	IPE 600	S 460 M	0.28	67 ELS:CAR/13=1*1.00 + 2*0.70 + 6*1.00	0.01	61 ELS:CAR/7=1*1.00 + 2*0.70 + 3*1.00
1029	IPE 600	S 460 M	0.27	67 ELS:CAR/13=1*1.00 + 2*0.70 + 6*1.00	0.01	61 ELS:CAR/7=1*1.00 + 2*0.70 + 3*1.00
749	IPE 600	S 460 M	0.27	65 ELS:CAR/11=1*1.00 + 2*0.70 + 5*1.00	0.01	63 ELS:CAR/9=1*1.00 + 2*0.70 + 4*1.00
1043	IPE 600	S 460 M	0.27	67 ELS:CAR/13=1*1.00 + 2*0.70 + 6*1.00	0.01	61 ELS:CAR/7=1*1.00 + 2*0.70 + 3*1.00
870	IPE 600	S 460 M	0.26	67 ELS:CAR/13=1*1.00 + 2*0.70 + 6*1.00	0.01	63 ELS:CAR/9=1*1.00 + 2*0.70 + 4*1.00
904	IPE 600	S 460 M	0.26	67 ELS:CAR/13=1*1.00 + 2*0.70 + 6*1.00	0.02	63 ELS:CAR/9=1*1.00 + 2*0.70 + 4*1.00
890	IPE 600	S 460 M	0.26	67 ELS:CAR/13=1*1.00 + 2*0.70 + 6*1.00	0.02	63 ELS:CAR/9=1*1.00 + 2*0.70 + 4*1.00
746	IPE 600	S 460 M	0.25	67 ELS:CAR/13=1*1.00 + 2*0.70 + 6*1.00	0.02	63 ELS:CAR/9=1*1.00 + 2*0.70 + 4*1.00
762	IPE 600	S 460 M	0.25	67 ELS:CAR/13=1*1.00 + 2*0.70 + 6*1.00	0.01	63 ELS:CAR/9=1*1.00 + 2*0.70 + 4*1.00
1033	IPE 600	S 460 M	0.25	65 ELS:CAR/11=1*1.00 + 2*0.70 + 5*1.00	0.00	65 ELS:CAR/11=1*1.00 + 2*0.70 + 5*1.00
999	IPE 600	S 460 M	0.25	65 ELS:CAR/11=1*1.00 + 2*0.70 + 5*1.00	0.00	67 ELS:CAR/13=1*1.00 + 2*0.70 + 6*1.00
12047 Poutre stab IPE200_12047	IPE 200	S 460 M	0.25	65 ELS:CAR/11=1*1.00 + 2*0.70 + 5*1.00	0.04	67 ELS:CAR/13=1*1.00 + 2*0.70 + 6*1.00
12046 Poutre stab IPE200_12046	IPE 200	S 460 M	0.25	65 ELS:CAR/11=1*1.00 + 2*0.70 + 5*1.00	0.05	65 ELS:CAR/11=1*1.00 + 2*0.70 + 5*1.00

Vérification des déplacements horizontaux :

Critère retenu : déplacement inférieur à $H/150$ avec H hauteur du poteau



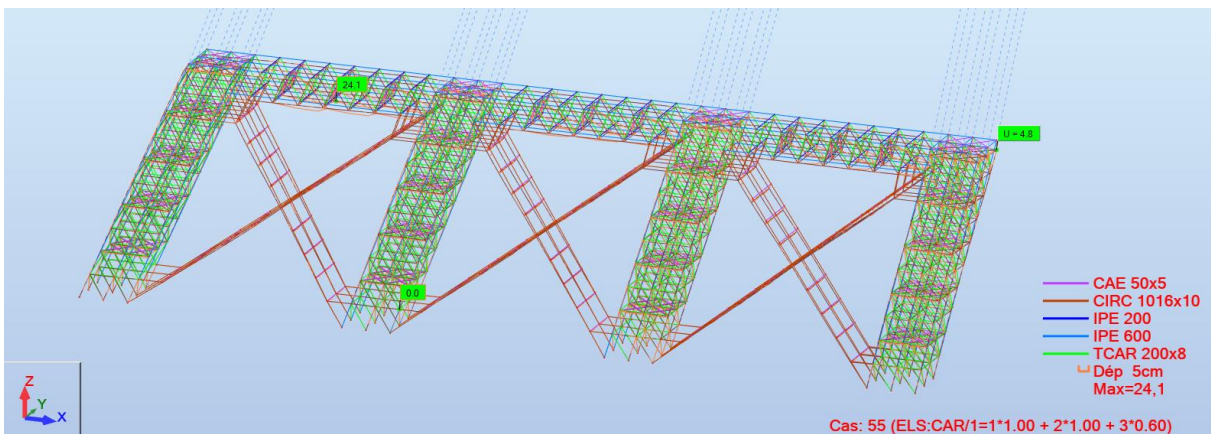
Légende

u Déplacement horizontal général sur la hauteur H du bâtiment

u_i Déplacement horizontal sur la hauteur H_i d'un étage

Pièce	Profil	Matériau	Ratio(vx)	Cas (vx)	Ratio(vy)▲	Cas (vy)
267	OK IPE 600	S 460 M	0.07	61 ELS:CAR/7=1*1.00 + 2*0.70 + 3*1.00	0.18	65 ELS:CAR/11=1*1.00 + 2*0.70 + 5*1.00
232	OK IPE 600	S 460 M	0.11	63 ELS:CAR/9=1*1.00 + 2*0.70 + 4*1.00	0.17	65 ELS:CAR/11=1*1.00 + 2*0.70 + 5*1.00
282	OK IPE 600	S 460 M	0.14	63 ELS:CAR/9=1*1.00 + 2*0.70 + 4*1.00	0.17	65 ELS:CAR/11=1*1.00 + 2*0.70 + 5*1.00
272	OK IPE 600	S 460 M	0.14	63 ELS:CAR/9=1*1.00 + 2*0.70 + 4*1.00	0.17	65 ELS:CAR/11=1*1.00 + 2*0.70 + 5*1.00
209	OK IPE 600	S 460 M	0.05	61 ELS:CAR/7=1*1.00 + 2*0.70 + 3*1.00	0.16	65 ELS:CAR/11=1*1.00 + 2*0.70 + 5*1.00
219	OK IPE 600	S 460 M	0.06	61 ELS:CAR/7=1*1.00 + 2*0.70 + 3*1.00	0.16	65 ELS:CAR/11=1*1.00 + 2*0.70 + 5*1.00
273	OK IPE 600	S 460 M	0.11	63 ELS:CAR/9=1*1.00 + 2*0.70 + 4*1.00	0.16	67 ELS:CAR/13=1*1.00 + 2*0.70 + 6*1.00
277	OK IPE 600	S 460 M	0.07	61 ELS:CAR/7=1*1.00 + 2*0.70 + 3*1.00	0.15	65 ELS:CAR/11=1*1.00 + 2*0.70 + 5*1.00
242	OK IPE 600	S 460 M	0.11	63 ELS:CAR/9=1*1.00 + 2*0.70 + 4*1.00	0.15	65 ELS:CAR/11=1*1.00 + 2*0.70 + 5*1.00
229	OK IPE 600	S 460 M	0.07	61 ELS:CAR/7=1*1.00 + 2*0.70 + 3*1.00	0.15	65 ELS:CAR/11=1*1.00 + 2*0.70 + 5*1.00
222	OK IPE 600	S 460 M	0.09	63 ELS:CAR/9=1*1.00 + 2*0.70 + 4*1.00	0.15	65 ELS:CAR/11=1*1.00 + 2*0.70 + 5*1.00
234	OK IPE 600	S 460 M	0.09	63 ELS:CAR/9=1*1.00 + 2*0.70 + 4*1.00	0.15	65 ELS:CAR/11=1*1.00 + 2*0.70 + 5*1.00
212	OK IPE 600	S 460 M	0.10	63 ELS:CAR/9=1*1.00 + 2*0.70 + 4*1.00	0.14	65 ELS:CAR/11=1*1.00 + 2*0.70 + 5*1.00

Le déplacement maximal de la structure est inférieur à 24 mm à l'Etat Limite de Service, voir figure ci-dessous. Les flèches et les déplacements des poutres et des poteaux à l'ELS sont acceptables. La déformée associée au déplacement maximal est :



6.5.3.MÉTRÉ

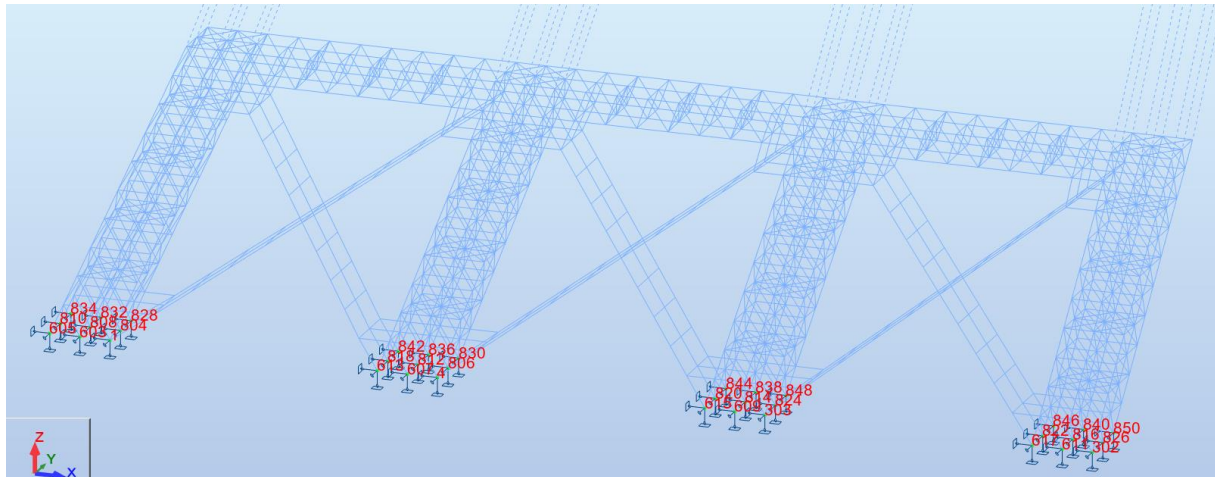
Type	Nombre	Longueur [m]	Poids unitaire [T/m]	Poids pièce [T]	Poids total [T]	Surf. peinture [m2]
Total par section						
CAE 50x5	292	1500,000	0,00	5,66	6	290,99
CIRC 1016x10	48	766,320	0,25	190,16	190	2444,56
IPE 200	84	336,000	0,02	7,51	8	258,05
IPE 600	552	2323,380	0,12	284,59	285	4681,61
TCAR 200x8	993	4674,360	0,05	218,27	218	3591,83
Totaux nets:					706	11267,04

La masse des sections est d'environ 706 tonnes (hors assemblages).

6.5.4.DESCENTES DE CHARGES

Elles sont exprimées dans le repère global de Robot. Une valeur de Fz positive indique un effort de traction tandis qu'une valeur négative indique un effort de compression.

Repérage des pieds de poteaux :



Descentes de charges des cas de charge non combinées :

Cas/Noeud	FX [T]	FY [T]	FZ [T]	MX [Tm]	MY [Tm]	MZ [Tm]
Nom du cas	Poids propre					
1/ 1	-364	-7	-534	25	-0	-12
1/ 4	-250	-2	-358	9	-0	-6
1/ 302	-66	-0	-291	1	0	0
1/ 303	-233	-2	-389	10	-0	-6
1/ 603	-66	-0	-191	1	0	-0
1/ 605	-79	-0	-175	0	-0	-0
1/ 607	-51	-0	-87	0	-0	-0
1/ 609	-37	-0	-101	0	0	-0
1/ 611	-56	-0	-212	1	0	0
1/ 613	68	-1	-416	5	-0	-2
1/ 615	50	-2	-338	10	-0	3
1/ 617	81	-3	-364	12	0	1
1/ 804	-379	-2	-541	17	-0	-8
1/ 806	-290	5	-441	-14	-0	3
1/ 808	-70	6	-202	2	-0	-0
1/ 810	-84	5	-186	1	-0	-0
1/ 812	-62	4	-114	0	0	-0
1/ 814	-46	4	-129	0	0	-0
1/ 816	-69	4	-268	1	0	-0
1/ 818	48	3	-445	-6	0	3
1/ 820	56	2	-406	1	-0	6
1/ 822	86	2	-431	13	-0	1
1/ 824	-274	5	-478	-13	-0	1
1/ 826	-82	7	-372	1	0	-0
1/ 828	-396	3	-551	-2	0	-1
1/ 830	-339	15	-550	-53	-0	18
1/ 832	-76	7	-214	0	0	-0
1/ 834	-90	5	-198	0	0	-0
1/ 836	-79	8	-153	0	-0	-0
1/ 838	-61	8	-169	0	0	-0
1/ 840	-89	13	-351	1	0	-0
1/ 842	19	10	-492	-33	-0	14
1/ 844	56	8	-494	-24	-0	14
1/ 846	85	8	-518	11	-0	1
1/ 848	-322	16	-593	-53	0	14
1/ 850	-107	19	-487	1	0	-0
Cas 1	Poids propre					
Somme totale	-3566,915	146,550	-12236,459	-70,442	-0,000	43,161
Somme réactions	-3446	-0	-12236	-48946	1030577	13783
Somme efforts	-3446	-0	-12236	-48946	1030577	13783
Vérification	0	0	0	0	-0	0

Cas/Noeud	FX [T]	FY [T]	FZ [T]	MX [Tm]	MY [Tm]	MZ [Tm]
Nom du cas	Vent +X					
3/ 1	-11	-0	-23	1	-0	-1
3/ 4	-8	-0	-16	0	0	-0
3/ 302	-2	-0	-14	0	-0	0
3/ 303	-8	-0	-19	0	-0	-0
3/ 603	-1	-0	-7	0	0	0
3/ 605	-2	0	-4	-0	0	0
3/ 607	-1	0	-4	0	0	-0
3/ 609	-0	0	-5	0	-0	-0
3/ 611	-1	-0	-9	0	0,0	0
3/ 613	6	-0	-16	0	-0	-0
3/ 615	5	-0	-13	0	0	0
3/ 617	5	-0	-14	0	-0	0
3/ 804	-11	-0	-24	0	0	-0
3/ 806	-9	0	-20	-0	0	0
3/ 808	-1	0	-8	0	-0	0
3/ 810	-2	0	-4	0	0	0
3/ 812	-1	0	-5	0	0	0
3/ 814	-0	0	-6	0	-0	0
3/ 816	-1	0	-11	0	-0	0
3/ 818	6	0	-17	-0	-0	0
3/ 820	6	0	-15	-0	0	0
3/ 822	5	0	-17	0	-0	0
3/ 824	-9	0	-23	-0	0	0
3/ 826	-2	0	-18	0	-0	0
3/ 828	-13	0	-24	-0	0	0
3/ 830	-11	1	-24	-2	0	1
3/ 832	-2	0	-8	0	-0	0
3/ 834	-2	0	-4	0	0	0
3/ 836	-2	0	-6	0	0	0
3/ 838	-1	0	-7	0	-0	0
3/ 840	-2	1	-15	0	-0	0
3/ 842	4	0	-19	-1	-0	1
3/ 844	5	0	-19	-1	0	1
3/ 846	5	0	-20	0	0	0
3/ 848	-12	1	-27	-2	0	1
3/ 850	-3	1	-22	0	-0	0
Cas 3	Vent +X					
Somme totale	-70,404	5,950	-508,883	-4,065	0,000	4,459
Somme réactions	-44	-0	-509	-2036	44789	176
Somme efforts	-44	0	-509	-2036	44789	176
Vérification	-0	0	0	0	-0	0

Cas/Noeud	FX [T]	FY [T]	FZ [T]	MX [Tm]	MY [Tm]	MZ [Tm]
Nom du cas	Vent -X					
4/ 1	8	0	25	-1	-0	1
4/ 4	5	0	19	-0	0	0
4/ 302	0	0	16	-0	-0	-0
4/ 303	7	0	22	-1	-0	0
4/ 603	-1	0	6	-0	0	-0
4/ 605	-0	-0	-1	0	-0	-0
4/ 607	-1	-0	4	0	-0	-0
4/ 609	-1	-0	5	0	0	-0
4/ 611	-0	0	9	-0	0,0	0
4/ 613	-9	-0	15	0	0	0
4/ 615	-8	0	11	-0	-0	-0
4/ 617	-6	0	13	-0	0	-0
4/ 804	8	0	27	-0	-0	0
4/ 806	6	-0	23	0	0	-0
4/ 808	-1	-0	7	-0	0	-0
4/ 810	-0	-0	-0	0	-0	-0
4/ 812	-1	-0	5	-0	0	-0
4/ 814	-1	-0	6	-0	0	-0
4/ 816	-0	-0	11	-0	0	-0
4/ 818	-9	-0	15	1	-0	-0
4/ 820	-8	-0	13	0	-0	-0
4/ 822	-7	-0	15	-0	-0	-0
4/ 824	8	-0	26	0	-0	-0
4/ 826	0	-0	20	-0	0	-0
4/ 828	9	-0	26	0	-0	-0
4/ 830	9	-1	26	2	-0	-1
4/ 832	-0	-0	6	-0	0	-0
4/ 834	-0	-0	-0	0	-0	-0
4/ 836	0	-0	7	-0	-0	-0
4/ 838	-0	-0	8	-0	-0	-0
4/ 840	1	-1	14	-0	0	-0
4/ 842	-8	-0	17	1	-0	-1
4/ 844	-8	-0	17	1	0	-1
4/ 846	-7	-0	19	-0	-0	-0
4/ 848	10	-1	30	2	0	-1
4/ 850	2	-1	24	-0	-0	-0
Cas 4	Vent -X					
Somme totale	-2,970	-5,762	508,883	4,871	-0,000	-4,544
Somme réactions	-51	0	509	2036	-46686	204
Somme efforts	-51	-0	509	2036	-46686	204
Vérification	0	-0	-0	-0	0	-0

Cas/Noeud	FX [T]	FY [T]	FZ [T]	MX [Tm]	MY [Tm]	MZ [Tm]
Nom du cas	Vent +Y					
5/ 1	3	6	6	-31	-0	26
5/ 4	3	2	6	-18	-0	20
5/ 302	1	0	6	-0	-0	-0
5/ 303	3	3	6	-22	-0	25
5/ 603	2	0	5	-0	0	0
5/ 605	2	0	4	-0	0	0
5/ 607	1	0	3	-0	-0	0
5/ 609	1	0	3	-0	-0	0
5/ 611	1	0	6	-0	0	0
5/ 613	-1	4	9	-37	-0	-18
5/ 615	-1	4	8	-34	0	-17
5/ 617	0	2	8	-15	-0	-10
5/ 804	0	5	1	-28	-0	26
5/ 806	-0	5	0	-27	-0	23
5/ 808	-1	4	-1	-0	-0	0
5/ 810	-0	3	-0	-0	0	0
5/ 812	-0	2	-1	-0	0	0
5/ 814	-0	2	-1	-0	-0	0
5/ 816	-0	3	-0	-0	-0	0
5/ 818	0	6	-0	-46	-0	-14
5/ 820	-0	6	-0	-43	0	-14
5/ 822	-0	5	-0	-15	0	-10
5/ 824	0	5	0	-32	0	28
5/ 826	-0	3	-0	-0	-0	-0
5/ 828	-2	2	-5	-17	0	20
5/ 830	-2	6	-5	-31	-0	25
5/ 832	-2	3	-5	-1	-0	-0
5/ 834	-2	3	-5	-0	0	0
5/ 836	-2	3	-4	-0	0,0	0
5/ 838	-1	3	-4	-0	0	0
5/ 840	-1	4	-6	-0	-0	0
5/ 842	1	7	-9	-51	0	-12
5/ 844	0	7	-7	-48	0	-13
5/ 846	-1	6	-7	-15	0	-10
5/ 848	-2	6	-5	-36	0	29
5/ 850	-1	4	-5	-0	-0	-0
Cas 5	Vent +Y					
Somme totale	0,181	127,256	-0,000	-547,978	-0,000	103,132
Somme réactions	-0	297	-0	-7218	-0	26517
Somme efforts	0,0	297	0,0	-7218	-0	26517
Vérification	0	0	0	-0	0	0

Cas/Noeud	FX [T]	FY [T]	FZ [T]	MX [Tm]	MY [Tm]	MZ [Tm]
Nom du cas	Vent -Y					
6/ 1	-3	-6	-6	31	0	-26
6/ 4	-3	-2	-6	18	0	-20
6/ 302	-1	-0	-6	0	0	0
6/ 303	-3	-3	-6	22	0	-25
6/ 603	-2	-0	-5	0	-0	-0
6/ 605	-2	-0	-4	0	-0	-0
6/ 607	-1	-0	-3	0	0	-0
6/ 609	-1	-0	-3	0	0	-0
6/ 611	-1	-0	-6	0	-0	-0
6/ 613	1	-4	-9	37	0	18
6/ 615	1	-4	-8	34	-0	17
6/ 617	-0	-2	-8	15	0	10
6/ 804	-0	-5	-1	28	0	-26
6/ 806	0	-5	-0	27	0	-23
6/ 808	1	-4	1	0	0	-0
6/ 810	0	-3	0	0	-0	-0
6/ 812	0	-2	1	0	-0	-0
6/ 814	0	-2	1	0	0	-0
6/ 816	0	-3	0	0	0	-0
6/ 818	-0	-6	0	46	0	14
6/ 820	0	-6	0	43	-0	14
6/ 822	0	-5	0	15	-0	10
6/ 824	-0	-5	-0	32	-0	-28
6/ 826	0	-3	0	0	0	0
6/ 828	2	-2	5	17	-0	-20
6/ 830	2	-6	5	31	0	-25
6/ 832	2	-3	5	1	0	0
6/ 834	2	-3	5	0	-0	-0
6/ 836	2	-3	4	0	0,0	-0
6/ 838	1	-3	4	0	-0	-0
6/ 840	1	-4	6	0	0	-0
6/ 842	-1	-7	9	51	-0	12
6/ 844	-0	-7	7	48	-0	13
6/ 846	1	-6	7	15	-0	10
6/ 848	2	-6	5	36	-0	-29
6/ 850	1	-4	5	0	0	0
Cas 6	Vent -Y					
Somme totale	-0,181	-127,256	0,000	547,978	0,000	-103,132
Somme réactions	0	-297	0	7218	0	-26517
Somme efforts	0,0	-297	0,0	7218	0	-26517
Vérification	-0	-0	-0	0	-0	-0

Cas/Noeud	FX [T]	FY [T]	FZ [T]	MX [Tm]	MY [Tm]	MZ [Tm]
Nom du cas	Neige					
7/ 1	-0	-0	-0	0	0	-0
7/ 4	-0	-0	-0	0	-0	-0
7/ 302	-0	-0	-0	0	-0	-0
7/ 303	-0	-0	-0	0	0	-0
7/ 603	-0	-0	-0	0	-0	0
7/ 605	-0	-0	-0	0	-0	-0
7/ 607	-0	-0	-0	0	0	-0
7/ 609	-0	-0	-0	0	0	-0
7/ 611	-0	-0	-0	0	-0	-0
7/ 613	0	-0	-0	0	-0	-0
7/ 615	0	-0	-0	0	0	0
7/ 617	0	-0	-0	0	-0	0
7/ 804	-0	-0	-0	0	-0	-0
7/ 806	-0	0	-0	-0	0	0
7/ 808	-0	0	-0	0	0	-0
7/ 810	-0	0	-0	0	-0	-0
7/ 812	-0	0	-0	0	-0	-0
7/ 814	-0	0	-0	0	-0	-0
7/ 816	-0	0	-0	0	-0	-0
7/ 818	0	0	-0	-0	0	0
7/ 820	0	0	-0	-0	0	0
7/ 822	0	0	-0	0	-0	0
7/ 824	-0	0	-0	-0	-0	0
7/ 826	-0	0	-0	0	-0	-0
7/ 828	-0	0	-0	0	-0	-0
7/ 830	-0	0	-0	-0	0	0
7/ 832	-0	0	-0	0	-0	-0
7/ 834	-0	0	-0	0	0	-0
7/ 836	-0	0	-0	0	-0	-0
7/ 838	-0	0	-0	0	-0	-0
7/ 840	-0	0	-0	0	-0	-0
7/ 842	0	0	-0	-0	0	0
7/ 844	0	0	-0	-0	-0	0
7/ 846	0	0	-0	0	-0	0
7/ 848	-0	0	-0	-0	0	0
7/ 850	-0	0	-0	0	-0	-0
Cas 7	Neige					
Somme totale	-0,765	0,086	-6,836	-0,093	0,000	0,042
Somme réactions	0	-0	-7	-27	650	-0
Somme efforts	0,0	0,0	-7	-27	650	0,0
Vérification	-0	0	0	0	-0	0

Cas/Noeud	FX [T]	FY [T]	FZ [T]	MX [Tm]	MY [Tm]	MZ [Tm]
Nom du cas	Séisme					
8/ 1	191	8	221	-44	-0	38
8/ 4	123	4	122	-26	0	29
8/ 302	22	0	77	-0	-0	-0
8/ 303	73	4	95	-33	-0	36
8/ 603	35	0	88	-1	0	0
8/ 605	44	0	97	-0	0	0
8/ 607	23	0	33	-0	0	0
8/ 609	19	0	31	-0	-0	0
8/ 611	20	0	60	-0	0	0
8/ 613	52	6	70	-50	0	-23
8/ 615	50	5	36	-48	0	-25
8/ 617	16	4	55	-24	-0	-15
8/ 804	194	6	218	-38	0	36
8/ 806	135	4	143	-29	0	31
8/ 808	35	1	88	-1	0	0
8/ 810	44	1	98	-1	0	0
8/ 812	26	1	39	-0	-0	0
8/ 814	21	1	36	-0	-0	0
8/ 816	23	1	69	-0	-0	0
8/ 818	61	6	73	-54	-0	-21
8/ 820	48	6	53	-54	0	-23
8/ 822	13	6	67	-24	0	-15
8/ 824	82	5	114	-38	0	38
8/ 826	25	1	92	-1	-0	0
8/ 828	198	2	217	-21	0	28
8/ 830	149	2	174	-20	-0	27
8/ 832	36	-0	90	-1	0	0
8/ 834	45	0	99	-1	0	0
8/ 836	31	-0	50	-0	-0	0
8/ 838	24	0	45	-0	-0	0
8/ 840	27	0	86	-0	-0	0
8/ 842	73	4	83	-47	-0	-24
8/ 844	48	5	76	-48	-0	-25
8/ 846	12	5	85	-24	0	-15
8/ 848	93	3	142	-30	0	35
8/ 850	31	-1	119	-1	-0	0
Cas 8	Séisme					
Somme totale	2141,855	91,974	3339,926	-660,632	0,000	115,738
Somme réactions	3093	3093	3340	-105443	-199561	282411
Somme efforts	3093	3093	3340	-105443	-199561	282411
Vérification	-0	0	0	-0	0	0

Descentes de charges combinées ELU (combinaisons 27 à 54) :

	FX [T]	FY [T]	FZ [T]	MX [Tm]	MY [Tm]	MZ [Tm]
MAX	124	32	-80	80	0	63
Noeud	822	850	607	1	848	848
Cas	39 (C)	47 (C)	45 (C)	51 (C)	39 (C)	47 (C)
MIN	-554	-18	-841	-125	-0	-56
Noeud	828	1	848	848	842	1
Cas	39 (C)	51 (C)	39 (C)	47 (C)	43 (C)	51 (C)

Descentes de charges combinées ELS (combinaisons 55 à 106) :

	FX [T]	FY [T]	FZ [T]	MX [Tm]	MY [Tm]	MZ [Tm]
MAX	91	23	-83	56	0	43
Noeud	822	850	607	1	848	848
Cas	61 (C)	65 (C)	63 (C)	67 (C)	61 (C)	65 (C)
MIN	-409	-12	-620	-89	-0	-39
Noeud	828	1	848	848	842	1
Cas	61 (C)	67 (C)	61 (C)	65 (C)	63 (C)	67 (C)

Descentes de charges combinées Séisme (combinaisons 107 à 111) :

	FX [T]	FY [T]	FZ [T]	MX [Tm]	MY [Tm]	MZ [Tm]
MAX	120	21	-54	69	0	50
Noeud	613	850	607	1	830	848
Cas	107 (C)	110 (C)	107 (C)	110 (C)	110 (C)	107 (C)
MIN	-594	-15	-768	-83	-0	-50
Noeud	828	1	828	848	830	1
Cas	110 (C)	110 (C)	110 (C)	107 (C)	107 (C)	110 (C)

6.5.5. CAS THERMIQUE

La longueur principale de la tour est sa hauteur, 3000 mètres. Avec les gradients thermiques entre le pied et le sommet, la longueur du poteau varie faiblement. Le poteau externe et le poteau interne ont des longueurs légèrement différentes, puisque l'équation parabolique qui détermine sa forme est légèrement différente. Le tableau ci-dessous montre que l'écart relatif entre le poteau externe et le poteau interne est inférieur à 3%, les contraintes thermiques sont négligeables.

Parabole externe		Parabole interne	
Barre	Longueur	Barre	Longueur
10351	40.059 m	10353	40.037 m
10350	40.060 m	10354	40.037 m
10349	40.061 m	10355	40.038 m
10348	40.062 m	10356	40.038 m
10347	40.062 m	10357	40.039 m
10346	40.063 m	10358	40.040 m
10345	40.064 m	10359	40.040 m
10344	40.065 m	10360	40.041 m
10343	40.066 m	10361	40.041 m
10342	40.067 m	10362	40.042 m
10341	40.068 m	10363	40.043 m
10340	40.069 m	10364	40.043 m
10339	40.070 m	10365	40.044 m
10338	40.072 m	10366	40.045 m
10337	40.073 m	10367	40.045 m
10336	40.074 m	10368	40.046 m
10335	40.075 m	10369	40.047 m
10334	40.076 m	10370	40.048 m
10333	40.078 m	10371	40.048 m
10332	40.079 m	10372	40.049 m
10331	40.081 m	10373	40.050 m
10330	40.082 m	10374	40.051 m
10329	40.084 m	10375	40.052 m
10328	40.085 m	10376	40.053 m
10327	40.087 m	10377	40.054 m
10326	40.089 m	10378	40.055 m
10325	40.091 m	10379	40.056 m
10324	40.093 m	10380	40.057 m
10323	40.094 m	10381	40.058 m
10322	40.097 m	10382	40.060 m
10321	40.099 m	10383	40.061 m
10320	40.101 m	10384	40.062 m
10319	40.103 m	10385	40.064 m
10318	40.106 m	10386	40.065 m
10317	40.109 m	10387	40.067 m
10316	40.111 m	10388	40.068 m
10315	40.114 m	10389	40.070 m
10314	40.117 m	10390	40.072 m
10313	40.120 m	10391	40.074 m

Parabole externe		Parabole interne	
Barre	Longueur	Barre	Longueur
10312	40.124 m	10392	40.076 m
10311	40.127 m	10393	40.078 m
10310	40.131 m	10394	40.080 m
10309	40.135 m	10395	40.083 m
10308	40.139 m	10396	40.085 m
10307	40.144 m	10397	40.088 m
10306	40.149 m	10398	40.090 m
10305	40.154 m	10399	40.093 m
10304	40.160 m	10400	40.097 m
10303	40.166 m	10401	40.100 m
10302	40.172 m	10402	40.104 m
10301	40.179 m	10403	40.108 m
10300	40.187 m	10404	40.112 m
10299	40.195 m	10405	40.117 m
10298	40.204 m	10406	40.122 m
10297	40.214 m	10407	40.127 m
10296	40.225 m	10408	40.133 m
10295	40.237 m	10409	40.140 m
10294	40.251 m	10410	40.147 m
10293	40.266 m	10411	40.155 m
10292	40.283 m	10412	40.165 m
10291	40.302 m	10413	40.175 m
10290	40.325 m	10414	40.186 m
10289	40.351 m	10415	40.200 m
10288	40.381 m	10416	40.215 m
10287	40.417 m	10417	40.233 m
10286	40.461 m	10418	40.254 m
10285	40.515 m	10419	40.279 m
10284	40.583 m	10420	40.309 m
10283	40.672 m	10421	40.348 m
10282	40.794 m	10422	40.397 m
10281	40.969 m	10423	40.462 m
10280	41.245 m	10424	40.553 m
10279	41.741 m	10425	40.689 m
10259	42.914 m	10260	40.914 m
multiple	43.925 m	multiple	41.361 m

Total 3022.663 m

3010.875 m

Ecart relatif 0.4%

Calcul de l'allongement du poteau parabolique en fonction de la variation de température

Données d'entrée			
Longueur du poteau le plus long (parabole externe)	L_0	3022.663	m
Variation de température non pondéré	ΔT	20	°C
Coefficient de sécurité	s	2	-
Variation de température pondéré	$s \Delta T$	40	°C
Coefficient de dilatation thermique de l'acier	α	0.000012	°C ⁻¹
Variation non pondérée de longueur du poteau	$\Delta L = \alpha \Delta T L_0$	0.725	m
Variation pondérée de longueur du poteau	$\Delta L = \alpha s \Delta T L_0$	1.451	m
Longueur du poteau le plus court (parabole interne)	L_0	3010.875	m
Variation de température non pondéré	ΔT	20	°C
Coefficient de sécurité	s	2	-
Variation de température pondéré	$s \Delta T$	40	°C
Coefficient de dilatation thermique de l'acier	α	0.000012	°C ⁻¹
Variation non pondérée de longueur du poteau	$\Delta L = \alpha \Delta T L_0$	0.723	m
Variation pondérée de longueur du poteau	$\Delta L = \alpha s \Delta T L_0$	1.445	m
Variation d'allongement pondéré entre poteau externe et interne	$\Delta L_{\text{ext}} - \Delta L_{\text{int}}$	0.006	m

L'allongement thermique différentiel est de 6 mm pour une variation de température de 40°C entre le sommet et le sol. Ce différentiel d'allongement est négligeable.

6.5.6. JUSTIFICATION DU POIDS TOTAL DE LA TOUR

La tour est composée de 75 niveaux de 40 mètres. Chaque niveau a un poids. Le poids total est la somme des poids par niveau. On note P_{tot} le poids total et P_1 le poids du niveau 1 (entre $z = 0$ et $z = 40$ mètres). On modélise le poids total comme le poids du niveau 1 pondéré par un facteur α . Nous présentons ci-dessous une méthode réaliste pour estimer le facteur α et donc le poids de la tour.

$$P_{tot} = \alpha P_1 = P_1 \sum_{i=1}^N \prod_{k=0}^{i-1} (1 - t_k)^k$$

Avec :

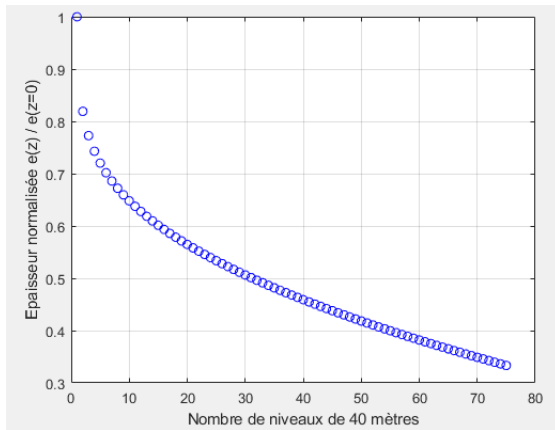
- P_{tot} le poids total de la tour, en tonnes
- Facteur α
- N le nombre de niveaux de la tour.
- P_1 le poids du niveau 1 (entre $z = 0$ et $z = 40$ mètres), en tonnes
- t le taux de réduction de poids du niveau $k-1$ au niveau k , exprimé en %

Cette approche « grossière » a permis de construire le tableau ci-dessous avec $N = 75$:

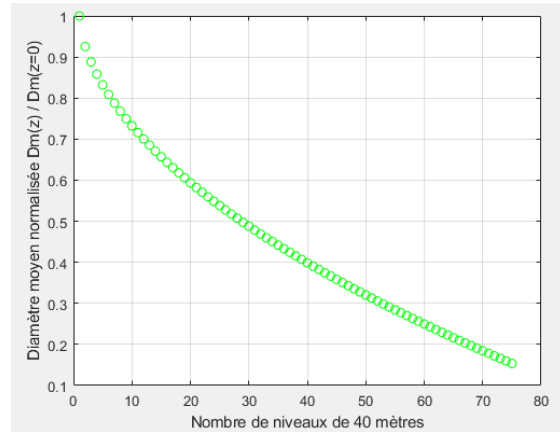
Taux de réduction t (%)	Facteur α
0.020 (2% constant)	39.012
0.025 (2.5% constant)	34.010
0.030 (3% constant)	29.939
0.035 (3.5% constant)	26.597
0.04 (4% constant)	23.830
0.052 (5.2% constant)	18.88

La formulation à droite de l'équation ci-dessus fait intervenir un taux de réduction t constant quelque soit le niveau de la tour de proche en proche. Ce n'est pas aussi réaliste que possible puisque d'une part le diamètre moyen de la tour diminue en fonction de l'altitude, et d'autre part l'épaisseur de la tour diminue en fonction de l'altitude.

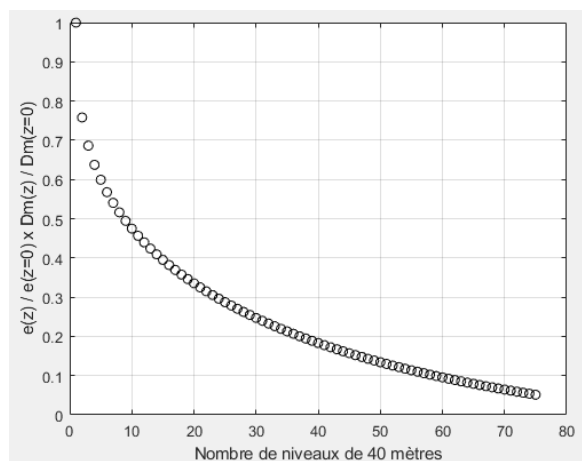
Donc on a mis en œuvre un taux de réduction : $t_k = \frac{e(z)}{e(z=0)} \times \frac{D_m(z)}{D_m(z=0)}$



X



=



Par ailleurs, il faut que le chargement de poids sur les 4 poteaux du rez-de-chaussée soit inférieur à 3000 tonnes par macro-poteau (unités de 9 poteaux), conformément à cette note de calculs, voir §6.3.1, donc il vient :

$$\frac{(P_{tot} - P_1)}{120 \text{ séries} \times 4 \text{ macropoteaux}} < 3000 \text{ tonnes}$$

Le poids total de la tour doit donc impérativement être inférieur à :

$$P_{tot} < P_1 + 120 \times 4 \times 3000 \text{ tonnes}$$

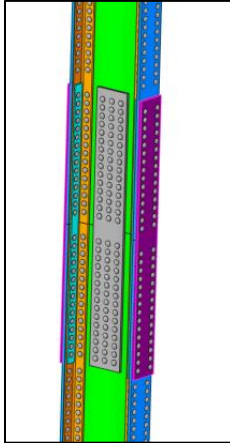
Et donc :

$$\alpha P_1 < P_1 + 120 \times 4 \times 3000 \text{ tonnes}$$

Soit :

$$\alpha < 1 + \frac{120 \times 4 \times 3000 \text{ tonnes}}{P_1}$$

Le poids P_1 est calibré à partir d'un modèle 3D réaliste produit avec le logiciel Space Claim :



Calcul du poids P_1 du niveau 1 entre $z = 0$ et $z = 40$ mètres

1 poteau de 40 mètres en tôles, cornières et rivets

Volume d'acier (Space Claim) V

Masse volumique de l'acier ρ

Masse d'un poteau $m = \rho V$

m

Données d'entrée

1113122714 mm^3

7850 kg/m^3

8738 kg

218 $\text{kg} / \text{mètre linéaire de poteau}$

1 macro-poteau de 40 mètres

Masse d'un macro-poteau $m_g = 9 \text{ m}$

79 T

Treillis entre les poteaux du macro-poteau

Fraction de masse f_t

$m_t = f_t \times m_g$

15%

12 T

Cornières

Fraction de masse f_c

$m_c = f_c \times m_g$

$m_g + m_t + m_c$

10%

8 T

98 T

3 poutres radiales

Fraction de masse f_{pr}

$m_{pr} = f_{pr} \times m_g$

40%

31 T

4 poutres circonférentielles

Fraction de masse f_{pc}

$m_{pc} = f_{pc} \times m_g$

8%

6 T

3 croix de contreventements radiales

Fraction de masse f_{cr}

$m_{cr} = 3 f_{cr} \times m_g$

50%

118 T

Croix de contreventements circonférentielles

$m_{cc} = 1/4 \times m_{cr}$

29 T

4 x 9 poteaux + 3 poutres radiales

$m_g + m_t + m_c + m_{pr} + m_{pc} + m_{cr} + m_{cc}$

660 T

Nombre de série de poteaux au niveau 1 (Rez-de-chaussée)

120

Poids P_1 entre 0 et 40 mètres

nombre de série $\times (m_g + m_t + m_c + m_{pr} + m_{pc} + m_{cr} + m_{cc})$

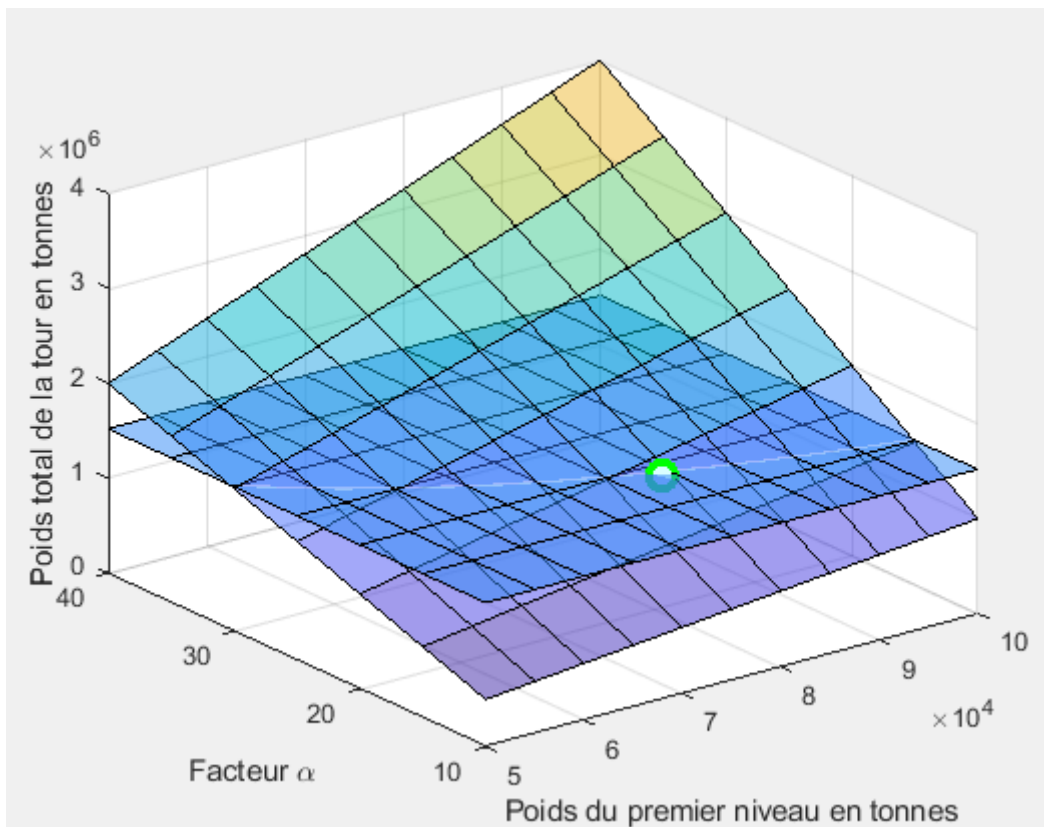
79224 T

La condition de tenue est donc :

$$P_{tot} < 79\,224 \text{ tonnes} + 120 \times 4 \times 3000 \text{ tonnes} = 1\,519\,224 \text{ tonnes}$$

Le poids total de la tour doit impérativement être inférieur à 1 519 224 tonnes.

La fonction mathématique poids total P_{tot} est une surface qui dépend de deux paramètres, le poids P_1 et le facteur α . Cette surface intersecte la surface horizontale admissible qui vaut $P_{adm} = 1\,519\,000$ tonnes.



L'intersection de la surface de poids total et de la surface admissible est une courbe hyperbolique.

Le choix de la conception de la tour consiste à définir un point dans cet espace. Le critère portant sur le poids total est satisfait à condition que ce point demeure dans la région de la courbe. Ce point a pour coordonnées $(P_1, \alpha, P_{tot}) = (79\,224 \text{ tonnes}, 18.866, 1\,494\,600 \text{ tonnes})$.

Ici nous avons respecté ce critère sur le poids total.

Les hypothèses de chargements au droit des poteaux du rez-de-chaussée sont donc respectées.

7. CONCLUSION

La tenue mécanique de la tour incluant sa charpente est vérifiée conformément aux Eurocodes.

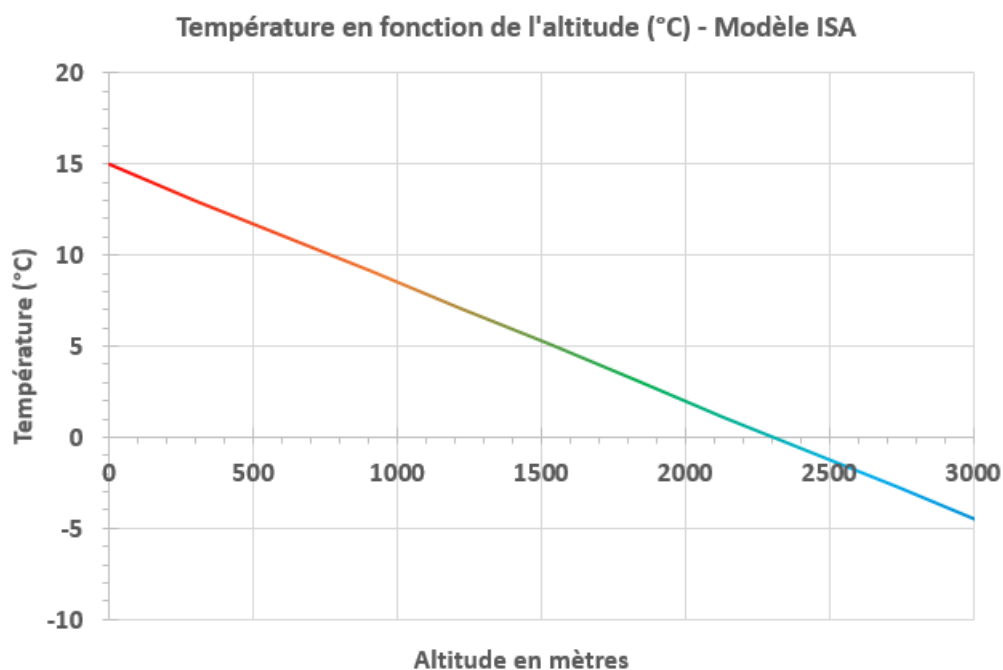
Cette note de calcul démontre que le rez-de-chaussée d'une coupe de la tour modélisée ici est en capacité de reprendre un effort total de 12 000 tonnes par en dessus. C'est le rez-de-chaussée qui reprend l'effort maximal de compression de la tour.

Ce document sera complété au fur et à mesure du projet.

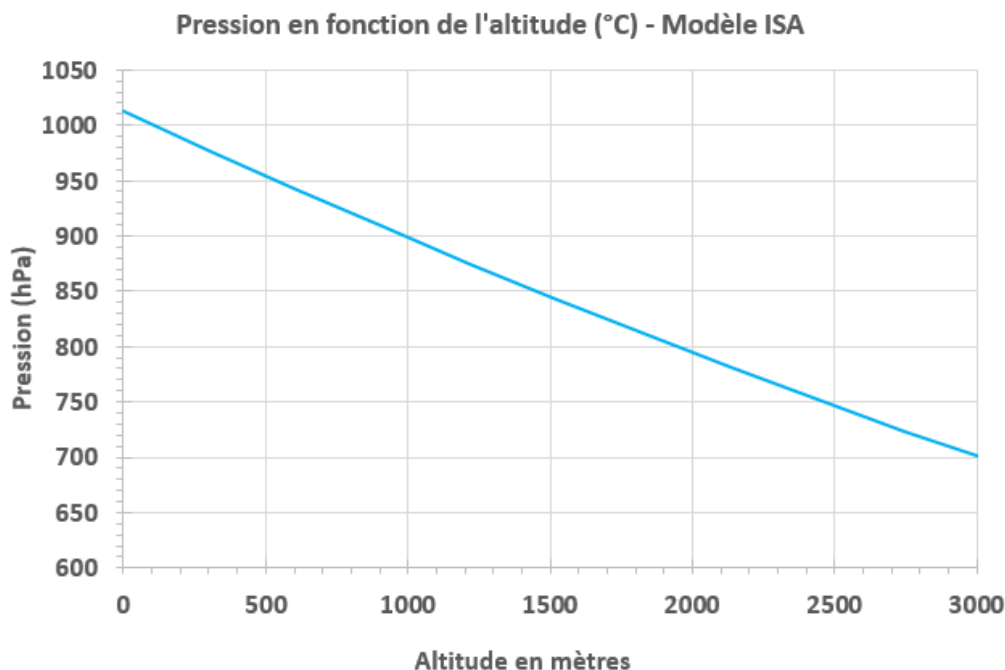
8. ANNEXE 1 : ATMOSPHÈRE NORMALISÉE / CONDITIONS ISA

D'après le site de documentation IVAO France, « L'atmosphère normalisée définit des température et pression normales (TPN) qui permettent de s'affranchir des variations de ces deux paramètres selon le lieu et le temps considérés. »

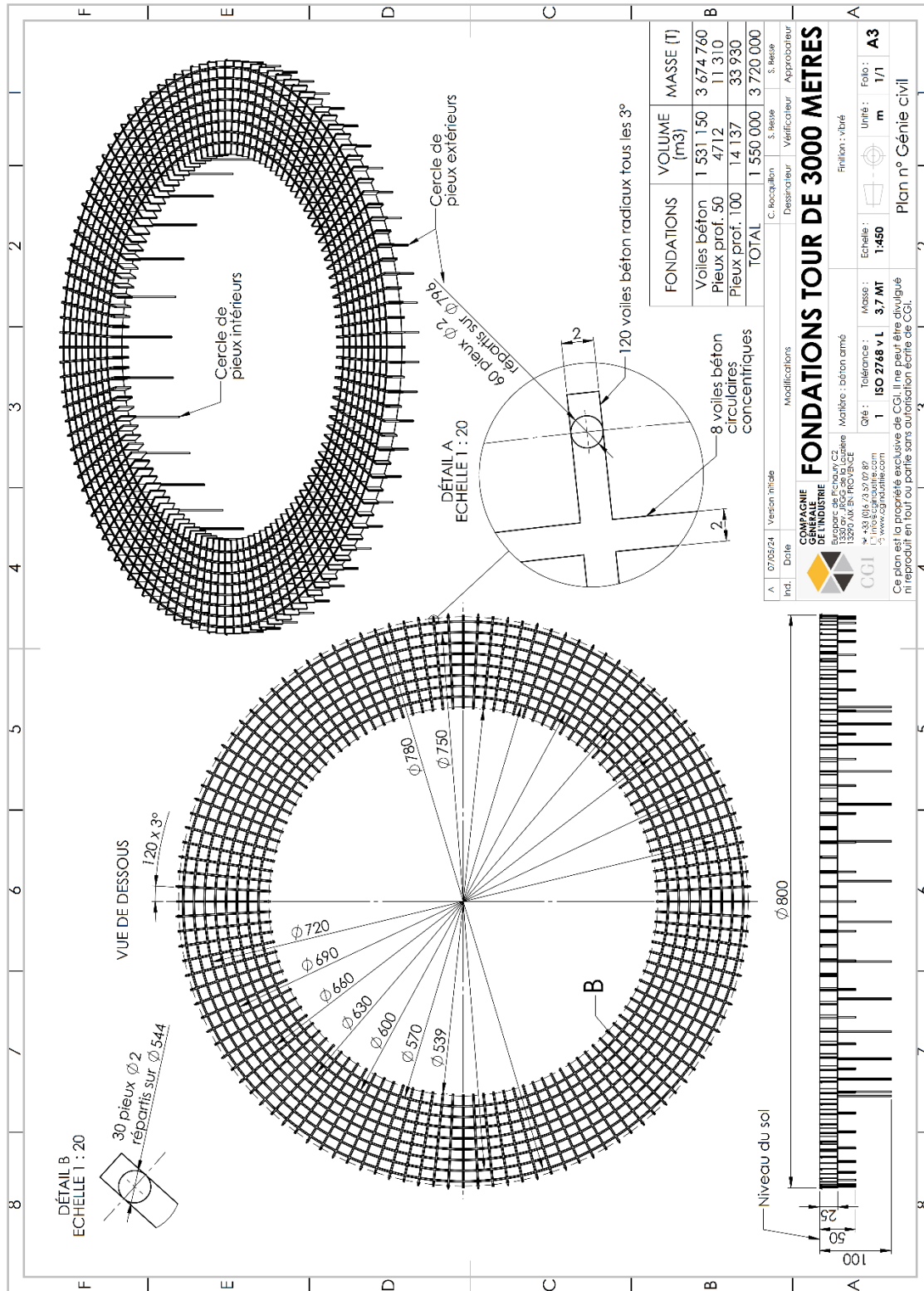
ALTITUDE (Feet)	TEMP. (°C)	PRESSURE			PRESSURE RATIO $\delta = P/P_0$	DENSITY $\sigma = \rho/\rho_0$	Speed of sound (kt)	ALTITUDE (meters)
		hPa	PSI	In.Hg				
40 000	- 56.5	188	2.72	5.54	0.1851	0.2462	573	12 192
39 000	- 56.5	197	2.58	5.81	0.1942	0.2583	573	11 887
38 000	- 56.5	206	2.99	6.10	0.2038	0.2710	573	11 582
37 000	- 56.5	217	3.14	6.40	0.2138	0.2844	573	11 278
36 000	- 56.3	227	3.30	6.71	0.2243	0.2981	573	10 973
35 000	- 54.3	238	3.46	7.04	0.2353	0.3099	576	10 668
34 000	- 52.4	250	3.63	7.38	0.2467	0.3220	579	10 363
33 000	- 50.4	262	3.80	7.74	0.2586	0.3345	581	10 058
32 000	- 48.4	274	3.98	8.11	0.2709	0.3473	584	9 754
31 000	- 46.4	287	4.17	8.49	0.2837	0.3605	586	9 449
30 000	- 44.4	301	4.36	8.89	0.2970	0.3741	589	9 144
29 000	- 42.5	315	4.57	9.30	0.3107	0.3881	591	8 839
28 000	- 40.5	329	4.78	9.73	0.3250	0.4025	594	8 534
27 000	- 38.5	344	4.99	10.17	0.3398	0.4173	597	8 230
26 000	- 36.5	360	5.22	10.63	0.3552	0.4325	599	7 925
25 000	- 34.5	376	5.45	11.10	0.3711	0.4481	602	7 620
24 000	- 32.5	393	5.70	11.60	0.3876	0.4642	604	7 315
23 000	- 30.6	410	5.95	12.11	0.4046	0.4806	607	7 010
22 000	- 28.6	428	6.21	12.64	0.4223	0.4976	609	6 706
21 000	- 26.6	446	6.47	13.18	0.4406	0.5150	611	6 401
20 000	- 24.6	466	6.75	13.75	0.4595	0.5328	614	6 096
19 000	- 22.6	485	7.04	14.34	0.4791	0.5511	616	5 791
18 000	- 20.7	506	7.34	14.94	0.4994	0.5699	619	5 406
17 000	- 18.7	527	7.65	15.57	0.5203	0.5892	621	5 182
16 000	- 16.7	549	7.97	16.22	0.5420	0.6090	624	4 877
15 000	- 14.7	572	8.29	16.89	0.5643	0.6292	626	4 572
14 000	- 12.7	595	8.63	17.58	0.5875	0.6500	628	4 267
13 000	- 10.8	619	8.99	18.29	0.6113	0.6713	631	3 962
12 000	- 8.8	644	9.35	19.03	0.6360	0.6932	633	3 658
11 000	- 6.8	670	9.72	19.79	0.6614	0.7156	636	3 353
10 000	- 4.8	697	10.10	20.58	0.6877	0.7385	638	3 048
9 000	- 2.8	724	10.51	21.39	0.7148	0.7620	640	2 743
8 000	- 0.8	753	10.92	22.22	0.7428	0.7860	643	2 438
7 000	+ 1.1	782	11.34	23.09	0.7716	0.8106	645	2 134
6 000	+ 3.1	812	11.78	23.98	0.8014	0.8359	647	1 829
5 000	+ 5.1	843	12.23	24.90	0.8320	0.8617	650	1 524
4 000	+ 7.1	875	12.69	25.84	0.8637	0.8881	652	1 219
3 000	+ 9.1	908	13.17	26.82	0.8962	0.9151	654	914
2 000	+ 11.0	942	13.67	27.82	0.9298	0.9428	656	610
1 000	+ 13.0	977	14.17	28.86	0.9644	0.9711	659	305
0	+ 15.0	1013	14.70	29.92	1.0000	1.0000	661	0
- 1 000	+ 17.0	1050	15.23	31.02	1.0366	1.0295	664	- 305



Le gradient thermique entre le pied de la tour et son sommet est de 20°C. On introduit un coefficient de sécurité de deux, soit un gradient thermique applicable de 40°C pour le dimensionnement des aciers en dilatation thermique.



9. ANNEXE 2 : PLAN GUIDE DES FONDATIONS



10. ANNEXE 3 : ANALYSE SUIVANT EN 1090-2

Sur demande.

Classifications	Type	Référence1	Référence2	Observation
Classe de conséquence	CC3	NF EN 1090-2 (2009), B.2.1.	EN 1990 (2003) Annexe B.3 Tableau B.1	Conséquence élevée en termes de perte de vie humaine, ou conséquences économiques sociales ou d'environnement très importantes
Catégorie de service	SC2	NF EN 1090-2 (2009), B.2.2, tableau B.1	-	Structures calculées pour des actions de fatigue (structures sensibles aux vibrations induites par le vent, la foule)
Catégorie de production	PC2	NF EN 1090-2 (2009), B.2.3, tableau B.2	-	Éléments soudés à partir de produits de nuance d'acier supérieur ou égale à S355 Éléments essentiels à l'intégrité de la structure qui sont assemblés par soudage sur le chantier de construction Éléments devant subir un formage à chaud ou un traitement thermique au cours de la fabrication
Classe d'exécution	EXC4	NF EN 1090-2 (2009), B.3, tableau B.3	-	-
Classe de fiabilité	RC3	EN 1990 (2003) Annexe B.3.2 Tableau B.2	-	-
Indice de fiabilité β - valeur minimale	4.3	EN 1990 (2003) Annexe B.3.2 Tableau B.2	-	-
Coefficient k ₁ pour les actions	1.1	EN 1990 (2003) Annexe B.3.3 Tableau B.3	-	-
Niveau de supervision du projet	DSL3	EN 1990 (2003) Annexe B.4 Tableau B.4	-	Supervision élargie : Contrôle par tierce partie; Contrôle réalisé par des personnes différentes de celles initialement responsables et en conformité avec la procédure de l'organisme
Contrôle pendant exécution	IL3	EN 1990 (2003) Annexe B.5 Tableau B.5	-	Contrôle étendu : contrôle par tierce partie
Durée d'utilisation du projet	5	EN 1990 (2003) 2.3 Tableau 2.1	100 ans	Structures monumentales de bâtiments, ponts, et autres ouvrages de génie civil
Gestion de la qualité	ISO 9001	EN 1990 (2003) 2.5	-	L'EN ISO 9001:2000 peut, le cas échéant, constituer une base acceptable pour les mesures de gestion de la qualité
Catégorie de corrosion	C5-M	ISO 12944-2	ISO 12944-1	C5 Corrosivité très élevée
Degré de préparation	P3	EN 1990 (2003) 4.1.3	ISO 8501-3	https://www.metalcolor.europa.com/qualite-rd/guide-de-prescription-et-conceptions-a-risques.html
Tolérance géométrique	Classe 1 ou 2	EN 1990 (2003) 4.1.4, 11.1	-	-
Dossier constructeur	Oui	EN 1990 (2003) 4.2	-	Car niveau d'exigence EXC4
Plan Qualité	Oui	EN 1990 (2003) 4.2.2	-	L'EN ISO 9000 donne la définition d'un plan qualité
Déclaration de méthode de montage	Oui	EN 1990 (2003) 4.2.3, 9.2 et 9.3	-	Instructions de travail détaillées devant répondre aux exigences techniques concernant la sécurité des travaux de montage
Dossier d'exécution	Oui	EN 1990 (2003) 4.2.4	-	Un dossier suffisant décrivant l'état de la structure telle que construite doit être préparé pendant les travaux pour démontrer que les travaux ont été réalisés conformément au cahier des charges
Documents de contrôle des aciers de construction	3.1 ou 3.2	NF EN 10025-1 (mars 2005), B.3 tableau B.1	NF EN 1090-2 (2009), 5.2, Tableau 1	Type de document de contrôle
Documents de contrôle des rivets à chaud	2.1	EN 10204	NF EN 1090-2 (2009), 5.2, Tableau 1	Type de document de contrôle
Tracabilité des produits	Complete	-	-	La tracabilité des produits constitutifs doit être assurée à toutes les étapes, depuis l'approvisionnement jusqu'à la réception après incorporation dans l'ouvrage
Marquage des produits constitutifs	Par produit	NF EN 1090-2 (2009), 5.2, Tableau 1	-	Si différentes nuances de produits constitutifs se trouvent ensemble en circulation, chaque article doit être pourvu d'un marquage identifiant sa nuance
Tolérance d'épaisseur	Classe B	NF EN 1090-2 (2009), 5.3, Tableau 4	-	-
États de surface	à spécifier	-	-	-
Classe de qualité	S1	NF EN 1090-2 (2009), 5.3.4	EN 10160	-
Normes de produit pour les aciers de construction au carbone pour les profilés I et H laminés à chaud	EN 10025	Tolérance EN 10034	-	-
Normes de produit pour les aciers de construction au carbone pour les profilés I à ailes inclinées laminées à chaud	EN 10025	Tolérance EN 10024	-	-
Normes de produit pour les aciers de construction au carbone pour les profilés en U	EN 10025	Tolérance EN 10279	-	-
Normes de produit pour les aciers de construction au carbone pour les profilés CAE	EN 10025	Tolérance EN 10056-2	Dimensions EN 10056-1	-
Normes de produit pour les aciers de construction au carbone pour les profilés I	EN 10025	Tolérance EN 10055	Dimensions EN 10055	-
Normes de produit pour les tôles, plats, larges plats	EN 10025	Tolérance EN 10029 et EN 10051	-	-
Normes de produit pour les aciers de construction au carbone pour les barres et profilés	EN 10025	Tolérance EN 10017, EN 10058, EN 10059, EN 10060, EN 10061	Dimensions EN 10017, EN 10058, EN 10059, EN 10060, EN 10061	-
Normes de produit pour les aciers de construction au carbone pour profils creux finis à chaud	EN 10210-1	Tolérance et dimension EN 10210-2	-	-
Normes de produit pour les aciers de construction au carbone pour profils creux finis à froid	EN 10219-1	Tolérance et dimension EN 10219-2	-	-
Qualité des surfaces de coupe thermique	Plage 3	NF EN 1090-2 (2009), 6.4.3, Tableau 9	-	-
Rayon minimal des angles rentrants et grugeages	10 mm	NF EN 1090-2 (2009), 6.7, Figure 2	-	Car niveau d'exigence EXC4
Classe d'assemblage	Classe 2	-	ou EN ISO 14554	Car niveau d'exigence EXC4
Soudage - Exigence de qualité	Complete	EN ISO 3834 Partie 2	-	Car niveau d'exigence EXC4
Exigence soudage	ISO 3834	NF EN 1090-2 (2009), 7.2	-	-
Procédé de soudage	à définir	NF EN 1090-2 (2009), 7.3	-	-
Description des modes opératoires de soudage	DMOS	NF EN 1090-2 (2009), 7.4.1	-	-
Méthode de qualification des modes opératoires de soudage	-	EN ISO 15614-1	EN ISO 15613	Car niveau d'exigence EXC4. Concerné les procédés 111 (manuel à l'arc), 114 (arc avec fil fourré), 12, 13, 14
Coordonneurs en soudage	-	prescription de l'EN ISO 14731	-	une coordination en soudage doit être assurée pendant l'exécution du soudage par des coordonneurs en soudage convenablement qualifiés et expérimentés pour les opérations qu'ils supervisent
Soudure sur aciers à résistance améliorée à la corrosion atmosphérique	-	NF EN 1090-2 (2009), 7.5.10, Tableau 6	-	Les soudures sur aciers à résistance améliorée à la corrosion atmosphérique doivent être exécutées en utilisant les produits consommables pour le soudage appropriés. En option, des produits consommables au C-Mn peuvent être utilisés pour les passes de remplissage d'une soudure bout à bout ou d'angle, à condition que les passes terminales soient exécutées en utilisant des produits consommables adaptés.
Projections de soudure	Éliminées	NF EN 1090-2 (2009), 7.5.17	-	Car niveau d'exigence EXC4
Critères d'acceptation des soudures	B+	NF EN 1090-2 (2009), 7.6 et tableau 17	-	Car niveau d'exigence EXC4
Critère d'exclusion d'un rivet à chaud	-	NF EN 1090-2 (2009), 8.7.2	-	Un rivet qui n'est pas utilisé immédiatement ne doit pas être réchauffé en vue d'une utilisation ultérieure. Tout rivet ne répondant pas aux critères d'acceptation doit être ôté et remplacé par un rivet neuf.
Conditions de chantier	-	NF EN 1090-2 (2009), 9.2	-	Le montage ne doit pas commencer avant que le site prévu pour la construction soit conforme aux exigences techniques en matière de sécurité des travaux
Méthode de montage	-	NF EN 1090-2 (2009), 9.3	-	Si le principe de stabilité de la structure dans un état partiellement monté n'est pas évident, une méthode de montage sûre sur laquelle le calcul a été basé doit être fournie.
Note de calculs pour la méthode de montage	Oui	NF EN 1090-2 (2009), 9.3.2	-	Un descriptif de la méthode de montage du constructeur doit être préparé et vérifié conformément aux règles de calcul, notamment en ce qui concerne la résistance de la structure partiellement montée aux charges de montage.
Système de référence pour les mesures de l'ouvrage	Oui	NF EN 1090-2 (2009), 9.4.1	ISO 4463-1	-
Implantation et adéquation des appuis	Oui	NF EN 1090-2 (2009), 9.5.1	EN 1337-11	La mise en œuvre d'appareils d'appui structuraux doit être conforme aux prescriptions de l'EN 1337-11.
Tolérances essentielles de montage des poteaux	Oui	NF EN 1090-2 (2009), D.1.10 et D.1.10	-	-
Plans de montage	Oui	NF EN 1090-2 (2009), 9.6.1	-	Des plans de montage doivent être fournis et être partie intégrante du descriptif de la méthode de montage
Manutention sur chantier	-	NF EN 1090-2 (2009), 9.6.3	-	Tout élément métallique endommagé au cours du déchargement, du transport, du stockage ou du montage doit être remis en conformité. Le mode opératoire doit être consigné.
Sécurité des vérins aux appuis	Oui	NF EN 1090-2 (2009), 9.6.5.2	-	Seuls les vérins qui peuvent être verrouillés en charge en toutes positions doivent être utilisés, à moins de prendre d'autres mesures de sécurité.
Ajustement et alignement	Oui	NF EN 1090-2 (2009), 9.6.5.3	-	Il faut veiller à ce qu'aucune partie de la structure ne soit déformée de façon permanente ou surchargée par l'empilage d'éléments de structure, ou par des charges temporaires au cours des opérations de montage. Aucun assemblage permanent entre éléments ne doit être réalisé avant qu'une partie suffisante de la structure n'ait été alignée, mise de niveau, mise d'aplomb et assemblée provisoirement pour garantir les éléments contre tout déplacement au cours du montage ou de l'alignement ultérieur du reste de la structure.
Choix des méthodes de contrôle non destructif	Niveau 3	NF EN 1090-2 (2009), 12.4.1	-	-
Délai à respecter entre soudage et CND	variable	NF EN 1090-2 (2009), 12.4.2.1	-	-
Étendue du contrôle	-	NF EN 1090-2 (2009), 12.4.2.2	-	Toutes les soudures doivent être contrôlées visuellement sur la totalité de la longueur. Lorsque des défauts superficiels sont détectés, un contrôle par ressausage ou magnétoscopie doit être effectué sur la soudure contrôlée.
Taux de contrôle des soudures	-	NF EN 1090-2 (2009), 12.4.2.2, Tableau 24	-	Le taux de contrôle des soudures dépend du taux de travail des barres avec Robot (seuil de 50% à l'ELU => soit 100% soit 50% de contrôles en EXC4) à lire en détail Tableau 24
% de contrôles des rivets à chaud	-	NF EN 1090-2 (2009), 12.5.3.1	type séquentiel B	Le nombre de rivets contrôlés globalement dans une structure doit être d'au moins 5% avec un nombre minimal de 5. EXC4 : type séquentiel B. Lorsque le contrôle se traduit par un rejet, tous les rivets doivent être vérifiés et des mesures correctives doivent être prises. Plan d'échantillonnage suivant Annexe M. S'il est nécessaire de remplacer un rivet défectueux, le remplacement doit être effectué avant la mise en charge de la structure. L'enlèvement doit être réalisé au moyen d'un burin ou par coupage. Après le retrait d'un rivet, les bords du trou du rivet doivent être réalisés. Si nécessaire, le rivet de remplacement doit avoir un diamètre supérieur au rivet retiré.
Traitement des surfaces et protection contre la corrosion	-	NF EN 1090-2 (2009), 12.6	EN ISO 8501	Si la structure doit être protégée contre la corrosion, un contrôle de la structure avant mise en œuvre de la protection contre la corrosion doit être effectué en regard des prescriptions de l'article 10. Toutes les surfaces, soudures et rives doivent faire l'objet d'un contrôle visuel. Les critères d'acceptation doivent satisfaire aux exigences de l'EN ISO 8501. Les éléments non conformes doivent faire l'objet d'un nouveau traitement, de nouveaux essais, puis d'un nouveau contrôle. Le contrôle de la protection contre la corrosion doit être effectué conformément à l'annexe F.
Critères d'acceptation - Traitement d'une non-conformité	-	NF EN 1090-2 (2009), 12.7.3.7	-	Le traitement d'une non-conformité doit être effectué conformément au 12.3. Les corrections doivent être réalisées en utilisant des méthodes conformes à la présente Norme Européenne. Lorsqu'une structure en acier est livrée avec des non-conformités en attente de correction, ces non-conformités doivent faire l'objet d'une liste récapitulative.

11. ANNEXE 4 : DÉTAILS DES RÉSULTATS ELU

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: 479
4.136 m

POINT: 7

COORDONNEE: x = 1.00 L =

CHARGEMENTS:

Cas de charge décisif: 39 ELU/13=1*1.35 + 2*1.05 + 3*1.50 1*1.35+2*1.05+3*1.50

MATERIAU:

S 460 M $f_y = 460$ MPa



PARAMETRES DE LA SECTION: IPE 600

h=600.0 mm	gM0=1.00	gM1=1.00	
b=220.0 mm	Ay=94.30 cm ²	Az=83.78 cm ²	Ax=155.98 cm ²
tw=12.0 mm	Iy=92083.50 cm ⁴	Iz=3387.34 cm ⁴	Ix=166.12 cm ⁴
tf=19.0 mm	Wely=3069.45 cm ³	Welz=307.94 cm ³	
	Weff,y=3069.45 cm ³	Weff,z=307.77 cm ³	Aeff=140.57 cm ²

EFFORTS INTERNES ET RESISTANCES ULTIMES:

N,Ed = 488016 daN	My,Ed = -24237 daN*m	Mz,Ed = -890 daN*m	Vy,Ed = 379 daN
Nc,Rd = 646626 daN	My,Ed,max = -24237 daN*m		Mz,Ed,max = -890 daN*m
	Vy,T,Rd = 250413 daN		
Nb,Rd = 646626 daN	My,c,Rd = 141195 daN*m	Mz,c,Rd = 14158 daN*m	Vz,Ed = -9546 daN
			Vz,T,Rd = 222487 daN
			Tt,Ed = 1 daN*m
			Classe de la section = 4



PARAMETRES DE DEVERSEMENT:

PARAMETRES DE FLAMBEMENT:



en y:

Ly = 1.000 m	Lam_y = 0.03
Lcr,y = 0.500 m	Xy = 1.00
Lamy = 2.06	kzy = 1.00



en z:

Lz = 1.000 m	Lam_z = 0.15
Lcr,z = 0.500 m	Xz = 1.00
Lamz = 10.73	kzz = 0.63

flambement par torsion:

Courbe,T=a0	alfa,T=0.13
Lt=1.000 m	fi,T=0.54
Ncr,T=9899055 daN	X,T=0.99
Lam_T=0.26	Nb,T,Rd=641668 daN

flambement en flexion-torsion

Courbe,TF=a0	alfa,TF=0.13
Ncr,y=763415282 daN	fi,TF=0.54
Ncr,TF=9899055 daN	X,TF=0.99
Lam_TF=0.26	Nb,TF,Rd=641668 daN

FORMULES DE VERIFICATION:

Contrôle de la résistance de la section:

$$N_{Ed}/N_{c,Rd} + M_{y,Ed}/M_{y,c,Rd} + M_{z,Ed}/M_{z,c,Rd} = 0.99 < 1.00 \quad (6.2.1(7))$$

$$\sqrt{(\sigma_{x,Ed})^2 + 3 \cdot (\tau_{xy,Ed})^2} / (f_y / g_{M0}) = 0.91 < 1.00 \quad (6.2.1.(5))$$

$$V_{y,Ed} / V_{y,T,Rd} = 0.00 < 1.00 \quad (6.2.6-7)$$

$$V_{z,Ed} / V_{z,T,Rd} = 0.04 < 1.00 \quad (6.2.6-7)$$

$$\tau_{xy,Ed} / (f_y / (\sqrt{3} \cdot g_{M0})) = 0.00 < 1.00 \quad (6.2.6)$$

$$\tau_{xz,Ed} / (f_y / (\sqrt{3} \cdot g_{M0})) = 0.00 < 1.00 \quad (6.2.6)$$

Contrôle de la stabilité globale de la barre:

$$\lambda_{y,Ed} = 2.06 < \lambda_{y,max} = 210.00 \quad \lambda_{z,Ed} = 10.73 < \lambda_{z,max} = 210.00 \quad \text{STABLE}$$

$$N_{Ed} / \min(N_{b,Rd}, N_{b,T,Rd}, N_{b,TF,Rd}) = 0.76 < 1.00 \quad (6.3.1)$$

$$N_{Ed} / (X_y \cdot N_{Rk} / g_{M1}) + k_{yy} \cdot M_{y,Ed,max} / (X_{LT} \cdot M_{y,Rk} / g_{M1}) + k_{yz} \cdot M_{z,Ed,max} / (M_{z,Rk} / g_{M1}) = 0.97 < 1.00 \quad (6.3.3.(4))$$

$$N_{Ed} / (X_z \cdot N_{Rk} / g_{M1}) + k_{zy} \cdot M_{y,Ed,max} / (X_{LT} \cdot M_{y,Rk} / g_{M1}) + k_{zz} \cdot M_{z,Ed,max} / (M_{z,Rk} / g_{M1}) = 0.97 < 1.00 \quad (6.3.3.(4))$$

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: 529
4.136 m

POINT: 7

COORDONNEE: x = 1.00 L =

CHARGEMENTS:

Cas de charge décisif: 39 ELU/13=1*1.35 + 2*1.05 + 3*1.50 1*1.35+2*1.05+3*1.50

MATERIAU:

S 460 M $f_y = 460 \text{ MPa}$


PARAMETRES DE LA SECTION: IPE 600

h=600.0 mm	g _{M0} =1.00	g _{M1} =1.00	
b=220.0 mm	A _y =94.30 cm ²	A _z =83.78 cm ²	A _x =155.98 cm ²
tw=12.0 mm	I _y =92083.50 cm ⁴	I _z =3387.34 cm ⁴	I _x =166.12 cm ⁴
tf=19.0 mm	W _{ely} =3069.45 cm ³	W _{elz} =307.94 cm ³	
	W _{eff,y} =3069.45 cm ³	W _{eff,z} =307.77 cm ³	A _{eff} =140.57 cm ²

EFFORTS INTERNES ET RESISTANCES ULTIMES:

N _{Ed} = 486715 daN	My _{Ed} = -23281 daN*m	Mz _{Ed} = -995 daN*m	Vy _{Ed} = 374 daN
N _{c,Rd} = 646626 daN	My _{Ed,max} = -23281 daN*m		Mz _{Ed,max} = -995 daN*m
	Vy _{T,Rd} = 250416 daN		
N _{b,Rd} = 646626 daN	My _{c,Rd} = 141195 daN*m	Mz _{c,Rd} = 14158 daN*m	Vz _{Ed} = -8000 daN
			Vz _{T,Rd} = 222489 daN
			Tt _{Ed} = 1 daN*m
			Classe de la section = 4


PARAMETRES DE DEVERSEMENT:
PARAMETRES DE FLAMBEMENT:



en y:

 $L_y = 1.000 \text{ m}$
 $L_{cr,y} = 0.500 \text{ m}$
 $L_{amy} = 2.06$
 $L_{am,y} = 0.03$
 $X_y = 1.00$
 $k_{zy} = 1.00$


en z:

 $L_z = 1.000 \text{ m}$
 $L_{cr,z} = 0.500 \text{ m}$
 $L_{amz} = 10.73$
 $L_{am,z} = 0.15$
 $X_z = 1.00$
 $k_{zz} = 0.68$

flambement par torsion:

Courbe, $T=a0$
 $L_t = 1.000 \text{ m}$
 $N_{cr,T} = 9899055 \text{ daN}$
 $L_{am,T} = 0.26$
 $\alpha, T = 0.13$
 $f_i, T = 0.54$
 $X, T = 0.99$
 $N_{b,T,Rd} = 641668 \text{ daN}$

flambement en flexion-torsion

Courbe, $TF=a0$
 $N_{cr,y} = 763415282 \text{ daN}$
 $N_{cr,TF} = 9899055 \text{ daN}$
 $L_{am,TF} = 0.26$
 $\alpha, TF = 0.13$
 $f_i, TF = 0.54$
 $X, TF = 0.99$
 $N_{b,TF,Rd} = 641668 \text{ daN}$

FORMULES DE VERIFICATION:

Contrôle de la résistance de la section:

 $N_{Ed}/N_{c,Rd} + M_{y,Ed}/M_{y,c,Rd} + M_{z,Ed}/M_{z,c,Rd} = 0.99 < 1.00 \quad (6.2.1(7))$
 $\sqrt{(\sigma_{x,Ed}/\sigma_{x,Rd})^2 + 3 \cdot (\tau_{xy,Ed}/\tau_{xy,Rd})^2} / (f_y/g_{M0}) = 0.91 < 1.00 \quad (6.2.1(5))$
 $V_{y,Ed}/V_{y,T,Rd} = 0.00 < 1.00 \quad (6.2.6-7)$
 $V_{z,Ed}/V_{z,T,Rd} = 0.04 < 1.00 \quad (6.2.6-7)$
 $\tau_{xy,Ed}/(f_y/(\sqrt{3} \cdot g_{M0})) = 0.00 < 1.00 \quad (6.2.6)$
 $\tau_{xz,Ed}/(f_y/(\sqrt{3} \cdot g_{M0})) = 0.00 < 1.00 \quad (6.2.6)$

Contrôle de la stabilité globale de la barre:

 $\lambda_{y,Ed} = 2.06 < \lambda_{y,max} = 210.00 \quad \lambda_{z,Ed} = 10.73 < \lambda_{z,max} = 210.00 \quad \text{STABLE}$
 $N_{Ed}/\min(N_{b,Rd}, N_{b,T,Rd}, N_{b,TF,Rd}) = 0.76 < 1.00 \quad (6.3.1)$
 $N_{Ed}/(X_y \cdot N_{b,Rd}/g_{M1}) + k_{yy} \cdot M_{y,Ed,max}/(X_{LT} \cdot M_{y,Rd}/g_{M1}) + k_{yz} \cdot M_{z,Ed,max}/(M_{z,Rd}/g_{M1}) = 0.97 < 1.00 \quad (6.3.3(4))$
 $N_{Ed}/(X_z \cdot N_{b,Rd}/g_{M1}) + k_{zy} \cdot M_{y,Ed,max}/(X_{LT} \cdot M_{y,Rd}/g_{M1}) + k_{zz} \cdot M_{z,Ed,max}/(M_{z,Rd}/g_{M1}) = 0.97 < 1.00 \quad (6.3.3(4))$
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: 321

0.000 m

POINT: 1

COORDONNEE: $x = 0.00 \text{ L} =$
CHARGEMENTS:

Cas de charge décisif: $110 \text{ ACC:SEI}/4 = 1 \cdot 1.00 + 2 \cdot 0.30 + 8 \cdot -1.00 \quad 1 \cdot 1.00 + 2 \cdot 0.30 + 8 \cdot -1.00$
MATERIAU:

S 460 M $f_y = 460 \text{ MPa}$


PARAMETRES DE LA SECTION: IPE 600

 $h = 600.0 \text{ mm}$
 $b = 220.0 \text{ mm}$
 $t_w = 12.0 \text{ mm}$
 $t_f = 19.0 \text{ mm}$
 $g_{M0} = 1.00$
 $A_y = 94.30 \text{ cm}^2$
 $I_y = 92083.50 \text{ cm}^4$
 $W_{ely} = 3069.45 \text{ cm}^3$
 $W_{eff,y} = 3069.45 \text{ cm}^3$
 $g_{M1} = 1.00$
 $A_z = 83.78 \text{ cm}^2$
 $I_z = 3387.34 \text{ cm}^4$
 $W_{elz} = 307.94 \text{ cm}^3$
 $W_{eff,z} = 307.77 \text{ cm}^3$
 $A_x = 155.98 \text{ cm}^2$
 $I_x = 166.12 \text{ cm}^4$
 $A_{eff} = 140.57 \text{ cm}^2$

EFFORTS INTERNES ET RESISTANCES ULTIMES:

N,Ed = 471143 daN	My,Ed = 15959 daN*m	Mz,Ed = 968 daN*m	Vy,Ed = 523 daN
Nc,Rd = 717508 daN	My,Ed,max = -24234 daN*m		Mz,Ed,max = 968 daN*m
	Vy,T,Rd = 250256 daN		
Nb,Rd = 646626 daN	My,c,Rd = 141195 daN*m	Mz,c,Rd = 14165 daN*m	Vz,Ed = -9315 daN
			Vz,T,Rd = 222399 daN
			Tt,Ed = 4 daN*m
			Classe de la section = 3


PARAMETRES DE DEVERSEMENT:
PARAMETRES DE FLAMBEMENT:


en y:

Ly = 1.000 m	Lam_y = 0.03
Lcr,y = 0.500 m	Xy = 1.00
Lamy = 2.06	kzy = 1.00



en z:

Lz = 1.000 m	Lam_z = 0.15
Lcr,z = 0.500 m	Xz = 1.00
Lamz = 10.73	kzz = 1.05

flambement par torsion:

Courbe,T=a0	alfa,T=0.13
Lt=1.000 m	fi,T=0.54
Ncr,T=9899055 daN	X,T=0.99
Lam_T=0.26	Nb,T,Rd=641668 daN

flambement en flexion-torsion

Courbe,TF=a0	alfa,TF=0.13
Ncr,y=763415282 daN	fi,TF=0.54
Ncr,TF=9899055 daN	X,TF=0.99
Lam_TF=0.26	Nb,TF,Rd=641668 daN

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

$$N_{Ed}/N_{c,Rd} + M_{y,Ed}/M_{y,c,Rd} + M_{z,Ed}/M_{z,c,Rd} = 0.84 < 1.00 \quad (6.2.1(7))$$

$$\sqrt{\text{Sig}_{x,Ed}^2 + 3 \cdot (\text{Tau}_{ty,Ed})^2} / (f_y / gM0) = 0.84 < 1.00 \quad (6.2.1(5))$$

$$V_{y,Ed}/V_{y,T,Rd} = 0.00 < 1.00 \quad (6.2.6-7)$$

$$V_{z,Ed}/V_{z,T,Rd} = 0.04 < 1.00 \quad (6.2.6-7)$$

$$\text{Tau}_{ty,Ed} / (f_y / (\sqrt{3} \cdot gM0)) = 0.00 < 1.00 \quad (6.2.6)$$

$$\text{Tau}_{tz,Ed} / (f_y / (\sqrt{3} \cdot gM0)) = 0.00 < 1.00 \quad (6.2.6)$$

Contrôle de la stabilité globale de la barre:

$$\text{Lambda}_y = 2.06 < \text{Lambda}_{max} = 210.00 \quad \text{Lambda}_z = 10.73 < \text{Lambda}_{max} = 210.00 \quad \text{STABLE}$$

$$N_{Ed} / \text{Min}(N_{b,Rd}, N_{b,T,Rd}, N_{b,TF,Rd}) = 0.73 < 1.00 \quad (6.3.1)$$

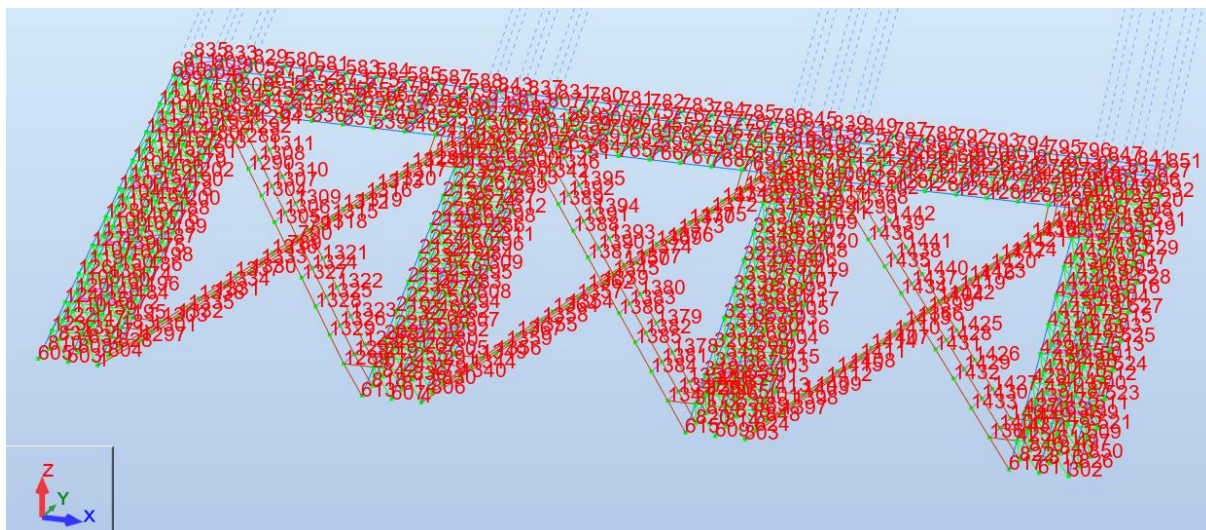
$$N_{Ed} / (X_y \cdot N_{Rk/gM1}) + k_{yy} \cdot M_{y,Ed,max} / (X_{LT} \cdot M_{y,Rk/gM1}) + k_{yz} \cdot M_{z,Ed,max} / (M_{z,Rk/gM1}) = 0.97 < 1.00 \quad (6.3.3(4))$$

$$N_{Ed} / (X_T \cdot N_{Rk/gM1}) + k_{zy} \cdot M_{y,Ed,max} / (X_{LT} \cdot M_{y,Rk/gM1}) + k_{zz} \cdot M_{z,Ed,max} / (M_{z,Rk/gM1}) = 0.98 < 1.00 \quad (6.3.3(4))$$

Profil correct !!!

12. ANNEXE 5 : DÉTAILS DES NOEUDS ET DES BARRES

Détails des nœuds :



Noeud	X [m]	Y [m]	Z [m]
1	19,379	0,0	0,0
2	119,525	0,0	40,000
3	78,526	0,0	40,000
4	62,919	0,0	0,0
5	37,528	0,0	40,000
6	130,440	0,0	80,000
7	91,756	0,0	80,000
8	227,377	0,0	1000,000
9	53,072	0,0	80,000
10	224,013	0,0	960,000
11	220,579	0,0	920,000
12	217,072	0,0	880,000
13	65,000	0,0	120,000
14	213,487	0,0	840,000
15	209,817	0,0	800,000
16	206,059	0,0	760,000
17	75,056	0,0	160,000
18	230,677	0,0	1040,000
19	233,916	0,0	1080,000
20	237,096	0,0	1120,000
21	83,915	0,0	200,000
22	240,221	0,0	1160,000
23	243,295	0,0	1200,000
24	246,319	0,0	1240,000
25	91,924	0,0	240,000
26	249,294	0,0	1280,000
27	252,225	0,0	1320,000
28	255,113	0,0	1360,000
29	99,289	0,0	280,000
30	257,959	0,0	1400,000
31	260,766	0,0	1440,000
32	263,534	0,0	1480,000
33	106,145	0,0	320,000
34	266,267	0,0	1520,000
35	268,964	0,0	1560,000
36	271,626	0,0	1600,000
37	112,583	0,0	360,000
38	274,257	0,0	1640,000
39	276,857	0,0	1680,000

Noeud	X [m]	Y [m]	Z [m]
40	279,425	0,0	1720,000
41	118,673	0,0	400,000
42	281,965	0,0	1760,000
43	284,477	0,0	1800,000
44	286,962	0,0	1840,000
45	124,466	0,0	440,000
46	289,418	0,0	1880,000
47	291,851	0,0	1920,000
48	294,258	0,0	1960,000
49	130,000	0,0	480,000
50	296,641	0,0	2000,000
51	299,001	0,0	2040,000
52	301,338	0,0	2080,000
53	135,308	0,0	520,000
54	303,652	0,0	2120,000
55	305,947	0,0	2160,000
56	216,532	0,0	720,000
57	140,416	0,0	560,000
58	187,874	0,0	720,000
59	183,738	0,0	680,000
60	212,746	0,0	680,000
61	145,344	0,0	600,000
62	179,482	0,0	640,000
63	208,852	0,0	640,000
64	204,842	0,0	600,000
65	150,111	0,0	640,000
66	175,093	0,0	600,000
67	170,560	0,0	560,000
68	200,704	0,0	560,000
69	154,731	0,0	680,000
70	196,425	0,0	520,000
71	165,866	0,0	520,000
72	160,994	0,0	480,000
73	159,217	0,0	720,000
74	191,988	0,0	480,000
75	155,921	0,0	440,000
76	187,376	0,0	440,000
77	163,580	0,0	760,000
78	150,619	0,0	400,000

Noeud	X [m]	Y [m]	Z [m]
79	182,565	0,0	400,000
80	145,055	0,0	360,000
81	167,829	0,0	800,000
82	177,528	0,0	360,000
83	139,187	0,0	320,000
84	172,228	0,0	320,000
85	171,974	0,0	840,000
86	132,954	0,0	280,000
87	166,620	0,0	280,000
88	126,283	0,0	240,000
89	176,021	0,0	880,000
90	160,641	0,0	240,000
91	119,061	0,0	200,000
92	154,206	0,0	200,000
93	179,977	0,0	920,000
94	111,122	0,0	160,000
95	147,189	0,0	160,000
96	102,193	0,0	120,000
97	183,848	0,0	960,000
98	139,387	0,0	120,000
99	27,713	8,000	36,000
100	25,898	8,000	32,000
101	187,639	0,0	1000,000
102	24,083	8,000	28,000
103	22,268	8,000	24,000
104	20,453	8,000	20,000
105	191,355	0,0	1040,000
106	18,639	8,000	16,000
107	16,824	8,000	12,000
108	15,009	8,000	8,000
109	195,000	0,0	1080,000
110	13,194	8,000	4,000
111	27,713	4,000	36,000
112	25,898	4,000	32,000
113	198,578	0,0	1120,000
114	24,083	4,000	28,000
115	22,268	4,000	24,000
116	20,453	4,000	20,000
117	202,093	0,0	1160,000

Noeud	X [m]	Y [m]	Z [m]
118	18,639	4,000	16,000
119	16,824	4,000	12,000
120	15,009	4,000	8,000
121	205,548	0,0	1200,000
122	13,194	4,000	4,000
123	13,194	0,0	4,000
124	15,009	0,0	8,000
125	208,946	0,0	1240,000
126	16,824	0,0	12,000
127	18,639	0,0	16,000
128	20,453	0,0	20,000
129	212,289	0,0	1280,000
130	22,268	0,0	24,000
131	24,083	0,0	28,000
132	25,898	0,0	32,000
133	215,581	0,0	1320,000
134	27,713	0,0	36,000
135	17,194	0,0	4,000
136	19,009	0,0	8,000
137	218,823	0,0	1360,000
138	20,824	0,0	12,000
139	22,639	0,0	16,000
140	24,453	0,0	20,000
141	222,017	0,0	1400,000
142	26,268	0,0	24,000
143	28,083	0,0	28,000
144	29,898	0,0	32,000
145	225,167	0,0	1440,000
146	31,713	0,0	36,000
147	17,194	4,000	4,000
148	19,009	4,000	8,000
149	228,272	0,0	1480,000
150	20,824	4,000	12,000
151	22,639	4,000	16,000
152	24,453	4,000	20,000
153	231,337	0,0	1520,000
154	26,268	4,000	24,000
155	28,083	4,000	28,000
156	29,898	4,000	32,000
157	234,361	0,0	1560,000
158	31,713	4,000	36,000
159	17,194	8,000	4,000
160	19,009	8,000	8,000
161	237,346	0,0	1600,000
162	20,824	8,000	12,000
163	22,639	8,000	16,000
164	24,453	8,000	20,000
165	240,295	0,0	1640,000
166	26,268	8,000	24,000
167	28,083	8,000	28,000
168	29,898	8,000	32,000
169	243,208	0,0	1680,000
170	31,713	8,000	36,000
171	21,194	0,0	4,000
172	23,009	0,0	8,000
173	246,086	0,0	1720,000
174	24,824	0,0	12,000
175	26,639	0,0	16,000
176	28,453	0,0	20,000
177	248,931	0,0	1760,000
178	30,268	0,0	24,000
179	32,083	0,0	28,000
180	33,898	0,0	32,000
181	251,744	0,0	1800,000
182	35,713	0,0	36,000
183	21,194	4,000	4,000
184	23,009	4,000	8,000
185	254,526	0,0	1840,000
186	24,824	4,000	12,000

Noeud	X [m]	Y [m]	Z [m]
187	26,639	4,000	16,000
188	28,453	4,000	20,000
189	257,277	0,0	1880,000
190	30,268	4,000	24,000
191	32,083	4,000	28,000
192	33,898	4,000	32,000
193	260,000	0,0	1920,000
194	35,713	4,000	36,000
195	21,194	8,000	4,000
196	23,009	8,000	8,000
197	262,694	0,0	1960,000
198	24,824	8,000	12,000
199	26,639	8,000	16,000
200	28,453	8,000	20,000
201	265,361	0,0	2000,000
202	30,268	8,000	24,000
203	32,083	8,000	28,000
204	33,898	8,000	32,000
205	268,002	0,0	2040,000
206	35,713	8,000	36,000
207	56,480	0,0	4,000
208	58,041	0,0	8,000
209	270,617	0,0	2080,000
210	59,601	0,0	12,000
211	61,162	0,0	16,000
212	62,723	0,0	20,000
213	273,206	0,0	2120,000
214	64,284	0,0	24,000
215	65,844	0,0	28,000
216	67,405	0,0	32,000
217	275,772	0,0	2160,000
218	68,966	0,0	36,000
219	56,480	4,000	4,000
220	58,041	4,000	8,000
221	278,313	0,0	2200,000
222	59,601	4,000	12,000
223	61,162	4,000	16,000
224	62,723	4,000	20,000
225	280,832	0,0	2240,000
226	64,284	4,000	24,000
227	65,844	4,000	28,000
228	67,405	4,000	32,000
229	283,328	0,0	2280,000
230	68,966	4,000	36,000
231	56,480	8,000	4,000
232	58,041	8,000	8,000
233	285,803	0,0	2320,000
234	59,601	8,000	12,000
235	61,162	8,000	16,000
236	62,723	8,000	20,000
237	288,256	0,0	2360,000
238	64,284	8,000	24,000
239	65,844	8,000	28,000
240	67,405	8,000	32,000
241	290,689	0,0	2400,000
242	68,966	8,000	36,000
243	60,480	0,0	4,000
244	62,041	0,0	8,000
245	293,101	0,0	2440,000
246	63,601	0,0	12,000
247	65,162	0,0	16,000
248	66,723	0,0	20,000
249	295,494	0,0	2480,000
250	68,284	0,0	24,000
251	69,844	0,0	28,000
252	71,405	0,0	32,000
253	297,867	0,0	2520,000
254	72,966	0,0	36,000
255	60,480	4,000	4,000

Noeud	X [m]	Y [m]	Z [m]
256	62,041	4,000	8,000
257	300,222	0,0	2560,000
258	63,601	4,000	12,000
259	65,162	4,000	16,000
260	66,723	4,000	20,000
261	302,559	0,0	2600,000
262	68,284	4,000	24,000
263	69,844	4,000	28,000
264	71,405	4,000	32,000
265	304,877	0,0	2640,000
266	72,966	4,000	36,000
267	60,480	8,000	4,000
268	62,041	8,000	8,000
269	307,178	0,0	2680,000
270	63,601	8,000	12,000
271	65,162	8,000	16,000
272	66,723	8,000	20,000
273	309,462	0,0	2720,000
274	68,284	8,000	24,000
275	69,844	8,000	28,000
276	71,405	8,000	32,000
277	311,729	0,0	2760,000
278	72,966	8,000	36,000
279	64,480	0,0	4,000
280	66,041	0,0	8,000
281	313,980	0,0	2800,000
282	67,601	0,0	12,000
283	69,162	0,0	16,000
284	70,723	0,0	20,000
285	316,215	0,0	2840,000
286	72,284	0,0	24,000
287	73,844	0,0	28,000
288	75,405	0,0	32,000
289	318,434	0,0	2880,000
290	76,966	0,0	36,000
291	64,480	4,000	4,000
292	66,041	4,000	8,000
293	320,637	0,0	2920,000
294	67,601	4,000	12,000
295	69,162	4,000	16,000
296	70,723	4,000	20,000
297	322,826	0,0	2960,000
298	72,284	4,000	24,000
299	73,844	4,000	28,000
300	75,405	4,000	32,000
301	325,000	0,0	3000,000
302	150,000	0,0	0,0
303	106,460	0,0	0,0
304	76,966	4,000	36,000
305	64,480	8,000	4,000
306	160,523	0,0	40,000
307	66,041	8,000	8,000
308	67,601	8,000	12,000
309	69,162	8,000	16,000
310	169,124	0,0	80,000
311	70,723	8,000	20,000
312	72,284	8,000	24,000
313	73,844	8,000	28,000
314	176,580	0,0	120,000
315	75,405	8,000	32,000
316	76,966	8,000	36,000
317	99,766	0,0	4,000
318	183,255	0,0	160,000
319	101,073	0,0	8,000
320	102,379	0,0	12,000
321	103,686	0,0	16,000
322	189,352	0,0	200,000
323	104,992	0,0	20,000
324	106,299	0,0	24,000

Noeud	X [m]	Y [m]	Z [m]
325	107,605	0,0	28,000
326	195,000	0,0	240,000
327	108,912	0,0	32,000
328	110,218	0,0	36,000
329	99,766	4,000	4,000
330	200,285	0,0	280,000
331	101,073	4,000	8,000
332	102,379	4,000	12,000
333	103,686	4,000	16,000
334	205,270	0,0	320,000
335	104,992	4,000	20,000
336	106,299	4,000	24,000
337	107,605	4,000	28,000
338	210,000	0,0	360,000
339	108,912	4,000	32,000
340	110,218	4,000	36,000
341	99,766	8,000	4,000
342	214,511	0,0	400,000
343	101,073	8,000	8,000
344	102,379	8,000	12,000
345	103,686	8,000	16,000
346	218,831	0,0	440,000
347	104,992	8,000	20,000
348	106,299	8,000	24,000
349	107,605	8,000	28,000
350	222,982	0,0	480,000
351	108,912	8,000	32,000
352	110,218	8,000	36,000
353	103,766	0,0	4,000
354	226,983	0,0	520,000
355	105,073	0,0	8,000
356	106,379	0,0	12,000
357	107,686	0,0	16,000
358	230,848	0,0	560,000
359	108,992	0,0	20,000
360	110,299	0,0	24,000
361	111,605	0,0	28,000
362	234,591	0,0	600,000
363	112,912	0,0	32,000
364	114,218	0,0	36,000
365	103,766	4,000	4,000
366	238,223	0,0	640,000
367	105,073	4,000	8,000
368	106,379	4,000	12,000
369	107,686	4,000	16,000
370	241,753	0,0	680,000
371	108,992	4,000	20,000
372	110,299	4,000	24,000
373	111,605	4,000	28,000
374	245,189	0,0	720,000
375	112,912	4,000	32,000
376	114,218	4,000	36,000
377	103,766	8,000	4,000
378	248,538	0,0	760,000
379	105,073	8,000	8,000
380	106,379	8,000	12,000
381	107,686	8,000	16,000
382	251,806	0,0	800,000
383	108,992	8,000	20,000
384	110,299	8,000	24,000
385	111,605	8,000	28,000
386	255,000	0,0	840,000
387	112,912	8,000	32,000
388	114,218	8,000	36,000
389	107,766	0,0	4,000
390	258,124	0,0	880,000
391	109,073	0,0	8,000
392	110,379	0,0	12,000
393	111,686	0,0	16,000

Noeud	X [m]	Y [m]	Z [m]
394	261,182	0,0	920,000
395	112,992	0,0	20,000
396	114,299	0,0	24,000
397	115,605	0,0	28,000
398	264,178	0,0	960,000
399	116,912	0,0	32,000
400	118,218	0,0	36,000
401	107,766	4,000	4,000
402	267,116	0,0	1000,000
403	109,073	4,000	8,000
404	110,379	4,000	12,000
405	111,686	4,000	16,000
406	270,000	0,0	1040,000
407	112,992	4,000	20,000
408	114,299	4,000	24,000
409	115,605	4,000	28,000
410	272,832	0,0	1080,000
411	116,912	4,000	32,000
412	118,218	4,000	36,000
413	107,766	8,000	4,000
414	275,614	0,0	1120,000
415	109,073	8,000	8,000
416	110,379	8,000	12,000
417	111,686	8,000	16,000
418	278,350	0,0	1160,000
419	112,992	8,000	20,000
420	114,299	8,000	24,000
421	115,605	8,000	28,000
422	281,042	0,0	1200,000
423	116,912	8,000	32,000
424	118,218	8,000	36,000
425	143,052	0,0	4,000
426	283,691	0,0	1240,000
427	144,105	0,0	8,000
428	145,157	0,0	12,000
429	146,209	0,0	16,000
430	286,299	0,0	1280,000
431	147,261	0,0	20,000
432	148,314	0,0	24,000
433	149,366	0,0	28,000
434	288,870	0,0	1320,000
435	150,418	0,0	32,000
436	151,471	0,0	36,000
437	143,052	4,000	4,000
438	291,403	0,0	1360,000
439	144,105	4,000	8,000
440	145,157	4,000	12,000
441	146,209	4,000	16,000
442	293,901	0,0	1400,000
443	147,261	4,000	20,000
444	148,314	4,000	24,000
445	149,366	4,000	28,000
446	296,365	0,0	1440,000
447	150,418	4,000	32,000
448	151,471	4,000	36,000
449	143,052	8,000	4,000
450	298,796	0,0	1480,000
451	144,105	8,000	8,000
452	145,157	8,000	12,000
453	146,209	8,000	16,000
454	301,196	0,0	1520,000
455	147,261	8,000	20,000
456	148,314	8,000	24,000
457	149,366	8,000	28,000
458	303,566	0,0	1560,000
459	150,418	8,000	32,000
460	151,471	8,000	36,000
461	147,052	0,0	4,000
462	305,907	0,0	1600,000

Noeud	X [m]	Y [m]	Z [m]
463	148,105	0,0	8,000
464	149,157	0,0	12,000
465	150,209	0,0	16,000
466	308,220	0,0	1640,000
467	151,261	0,0	20,000
468	152,314	0,0	24,000
469	153,366	0,0	28,000
470	310,506	0,0	1680,000
471	154,418	0,0	32,000
472	155,471	0,0	36,000
473	147,052	4,000	4,000
474	312,765	0,0	1720,000
475	148,105	4,000	8,000
476	149,157	4,000	12,000
477	150,209	4,000	16,000
478	315,000	0,0	1760,000
479	151,261	4,000	20,000
480	152,314	4,000	24,000
481	153,366	4,000	28,000
482	317,210	0,0	1800,000
483	154,418	4,000	32,000
484	155,471	4,000	36,000
485	147,052	8,000	4,000
486	319,397	0,0	1840,000
487	148,105	8,000	8,000
488	149,157	8,000	12,000
489	150,209	8,000	16,000
490	321,560	0,0	1880,000
491	151,261	8,000	20,000
492	152,314	8,000	24,000
493	153,366	8,000	28,000
494	323,702	0,0	1920,000
495	154,418	8,000	32,000
496	155,471	8,000	36,000
497	151,052	0,0	4,000
498	325,822	0,0	1960,000
499	152,105	0,0	8,000
500	153,157	0,0	12,000
501	154,209	0,0	16,000
502	327,921	0,0	2000,000
503	155,261	0,0	20,000
504	156,314	0,0	24,000
505	157,366	0,0	28,000
506	330,000	0,0	2040,000
507	158,418	0,0	32,000
508	159,471	0,0	36,000
509	151,052	4,000	4,000
510	332,059	0,0	2080,000
511	152,105	4,000	8,000
512	153,157	4,000	12,000
513	154,209	4,000	16,000
514	334,099	0,0	2120,000
515	155,261	4,000	20,000
516	156,314	4,000	24,000
517	157,366	4,000	28,000
518	336,121	0,0	2160,000
519	158,418	4,000	32,000
520	159,471	4,000	36,000
521	151,052	8,000	4,000
522	338,124	0,0	2200,000
523	152,105	8,000	8,000
524	153,157	8,000	12,000
525	154,209	8,000	16,000
526	340,110	0,0	2240,000
527	155,261	8,000	20,000
528	156,314	8,000	24,000
529	157,366	8,000	28,000
530	342,078	0,0	2280,000
531	158,418	8,000	32,000

Noeud	X [m]	Y [m]	Z [m]
532	159,471	8,000	36,000
533	39,870	0,0	36,000
534	344,030	0,0	2320,000
535	44,026	0,0	36,000
536	48,183	0,0	36,000
537	52,339	0,0	36,000
538	345,966	0,0	2360,000
539	56,496	0,0	36,000
540	60,652	0,0	36,000
541	64,809	0,0	36,000
542	347,885	0,0	2400,000
543	39,870	4,000	36,000
544	44,026	4,000	36,000
545	48,183	4,000	36,000
546	349,789	0,0	2440,000
547	52,339	4,000	36,000
548	56,496	4,000	36,000
549	60,652	4,000	36,000
550	351,678	0,0	2480,000
551	64,809	4,000	36,000
552	39,870	8,000	36,000
553	44,026	8,000	36,000
554	353,552	0,0	2520,000
555	48,183	8,000	36,000
556	52,339	8,000	36,000
557	56,496	8,000	36,000
558	355,412	0,0	2560,000
559	60,652	8,000	36,000
560	64,809	8,000	36,000
561	41,653	0,0	40,000
562	357,258	0,0	2600,000
563	45,778	0,0	40,000
564	49,902	0,0	40,000
565	54,027	0,0	40,000
566	359,089	0,0	2640,000
567	58,152	0,0	40,000
568	62,277	0,0	40,000
569	66,402	0,0	40,000
570	360,907	0,0	2680,000
571	41,653	4,000	40,000
572	45,778	4,000	40,000
573	49,902	4,000	40,000
574	362,712	0,0	2720,000
575	54,027	4,000	40,000
576	58,152	4,000	40,000
577	62,277	4,000	40,000
578	364,504	0,0	2760,000
579	66,402	4,000	40,000
580	41,653	8,000	40,000
581	45,778	8,000	40,000
582	366,284	0,0	2800,000
583	49,902	8,000	40,000
584	54,027	8,000	40,000
585	58,152	8,000	40,000
586	368,051	0,0	2840,000
587	62,277	8,000	40,000
588	66,402	8,000	40,000
589	81,122	4,000	36,000
590	369,806	0,0	2880,000
591	85,279	4,000	36,000
592	89,435	4,000	36,000
593	93,592	4,000	36,000
594	371,549	0,0	2920,000
595	97,748	4,000	36,000
596	101,905	4,000	36,000
597	106,062	4,000	36,000
598	373,280	0,0	2960,000
599	82,651	0,0	40,000
600	86,776	0,0	40,000

Noeud	X [m]	Y [m]	Z [m]
601	90,901	0,0	40,000
602	375,000	0,0	3000,000
603	15,379	0,0	0,0
604	33,528	0,0	40,000
605	11,379	0,0	0,0
606	29,528	0,0	40,000
607	58,919	0,0	0,0
608	74,526	0,0	40,000
609	102,460	0,0	0,0
610	115,525	0,0	40,000
611	146,000	0,0	0,0
612	156,523	0,0	40,000
613	54,919	0,0	0,0
614	70,526	0,0	40,000
615	98,460	0,0	0,0
616	111,525	0,0	40,000
617	142,000	0,0	0,0
618	152,523	0,0	40,000
619	49,072	0,0	80,000
620	165,124	0,0	80,000
621	87,756	0,0	80,000
622	98,193	0,0	120,000
623	61,000	0,0	120,000
624	71,056	0,0	160,000
625	79,915	0,0	200,000
626	87,924	0,0	240,000
627	95,289	0,0	280,000
628	102,145	0,0	320,000
629	108,583	0,0	360,000
630	114,673	0,0	400,000
631	120,466	0,0	440,000
632	126,000	0,0	480,000
633	131,308	0,0	520,000
634	136,416	0,0	560,000
635	141,344	0,0	600,000
636	146,111	0,0	640,000
637	150,731	0,0	680,000
638	155,217	0,0	720,000
639	241,189	0,0	720,000
640	237,753	0,0	680,000
641	234,223	0,0	640,000
642	230,591	0,0	600,000
643	226,848	0,0	560,000
644	222,983	0,0	520,000
645	218,982	0,0	480,000
646	214,831	0,0	440,000
647	210,511	0,0	400,000
648	206,000	0,0	360,000
649	201,270	0,0	320,000
650	196,285	0,0	280,000
651	191,000	0,0	240,000
652	185,352	0,0	200,000
653	179,255	0,0	160,000
654	172,580	0,0	120,000
655	107,122	0,0	160,000
656	115,061	0,0	200,000
657	122,283	0,0	240,000
658	128,954	0,0	280,000
659	126,440	0,0	80,000
660	135,187	0,0	320,000
661	141,055	0,0	360,000
662	146,619	0,0	400,000
663	151,921	0,0	440,000
664	156,994	0,0	480,000
665	161,866	0,0	520,000
666	166,560	0,0	560,000
667	171,093	0,0	600,000
668	175,482	0,0	640,000
669	179,738	0,0	680,000

Noeud	X [m]	Y [m]	Z [m]
670	183,874	0,0	720,000
671	212,532	0,0	720,000
672	208,746	0,0	680,000
673	204,852	0,0	640,000
674	200,842	0,0	600,000
675	196,704	0,0	560,000
676	192,425	0,0	520,000
677	187,988	0,0	480,000
678	183,376	0,0	440,000
679	178,565	0,0	400,000
680	173,528	0,0	360,000
681	168,228	0,0	320,000
682	162,620	0,0	280,000
683	156,641	0,0	240,000
684	150,206	0,0	200,000
685	143,189	0,0	160,000
686	135,387	0,0	120,000
687	45,072	0,0	80,000
688	161,124	0,0	80,000
689	83,756	0,0	80,000
690	94,193	0,0	120,000
691	57,000	0,0	120,000
692	67,056	0,0	160,000
693	75,915	0,0	200,000
694	83,924	0,0	240,000
695	91,289	0,0	280,000
696	98,145	0,0	320,000
697	104,583	0,0	360,000
698	110,673	0,0	400,000
699	116,466	0,0	440,000
700	122,000	0,0	480,000
701	127,308	0,0	520,000
702	132,416	0,0	560,000
703	137,344	0,0	600,000
704	142,111	0,0	640,000
705	146,731	0,0	680,000
706	151,217	0,0	720,000
707	237,189	0,0	720,000
708	233,753	0,0	680,000
709	230,223	0,0	640,000
710	226,591	0,0	600,000
711	222,848	0,0	560,000
712	218,983	0,0	520,000
713	214,982	0,0	480,000
714	210,831	0,0	440,000
715	206,511	0,0	400,000
716	202,000	0,0	360,000
717	197,270	0,0	320,000
718	192,285	0,0	280,000
719	187,000	0,0	240,000
720	181,352	0,0	200,000
721	175,255	0,0	160,000
722	168,580	0,0	120,000
723	103,122	0,0	160,000
724	111,061	0,0	200,000
725	118,283	0,0	240,000
726	124,954	0,0	280,000
727	122,440	0,0	80,000
728	131,187	0,0	320,000
729	137,055	0,0	360,000
730	142,619	0,0	400,000
731	147,921	0,0	440,000
732	152,994	0,0	480,000
733	157,866	0,0	520,000
734	162,560	0,0	560,000
735	167,093	0,0	600,000
736	171,482	0,0	640,000
737	175,738	0,0	680,000
738	179,874	0,0	720,000

Noeud	X [m]	Y [m]	Z [m]
739	208,532	0,0	720,000
740	204,746	0,0	680,000
741	200,852	0,0	640,000
742	196,842	0,0	600,000
743	192,704	0,0	560,000
744	188,425	0,0	520,000
745	183,988	0,0	480,000
746	179,376	0,0	440,000
747	174,565	0,0	400,000
748	169,528	0,0	360,000
749	164,228	0,0	320,000
750	158,620	0,0	280,000
751	152,641	0,0	240,000
752	146,206	0,0	200,000
753	139,189	0,0	160,000
754	131,387	0,0	120,000
755	95,025	0,0	40,000
756	99,150	0,0	40,000
757	103,275	0,0	40,000
758	107,400	0,0	40,000
759	81,122	8,000	36,000
760	85,279	8,000	36,000
761	89,435	8,000	36,000
762	93,592	8,000	36,000
763	81,122	0,0	36,000
764	85,279	0,0	36,000
765	89,435	0,0	36,000
766	93,592	0,0	36,000
767	97,748	0,0	36,000
768	101,905	0,0	36,000
769	106,062	0,0	36,000
770	97,748	8,000	36,000
771	101,905	8,000	36,000
772	106,062	8,000	36,000
773	82,651	4,000	40,000
774	86,776	4,000	40,000
775	90,901	4,000	40,000
776	95,025	4,000	40,000
777	99,150	4,000	40,000
778	103,275	4,000	40,000
779	107,400	4,000	40,000
780	82,651	8,000	40,000
781	86,776	8,000	40,000
782	90,901	8,000	40,000
783	95,025	8,000	40,000
784	99,150	8,000	40,000
785	103,275	8,000	40,000
786	107,400	8,000	40,000
787	123,649	8,000	40,000
788	127,774	8,000	40,000
789	44,943	0,0	18,472
790	44,943	4,000	18,472
791	44,943	8,000	18,472
792	131,899	8,000	40,000
793	136,024	8,000	40,000
794	140,149	8,000	40,000
795	144,273	8,000	40,000
796	148,398	8,000	40,000
797	123,649	4,000	40,000
798	127,774	4,000	40,000
799	131,899	4,000	40,000
800	136,024	4,000	40,000
801	140,149	4,000	40,000
802	144,273	4,000	40,000
803	148,398	4,000	40,000
804	19,379	4,000	0,0
805	37,528	4,000	40,000
806	62,919	4,000	0,0
807	78,526	4,000	40,000

Noeud	X [m]	Y [m]	Z [m]
808	15,379	4,000	0,0
809	33,528	4,000	40,000
810	11,379	4,000	0,0
811	29,528	4,000	40,000
812	58,919	4,000	0,0
813	74,526	4,000	40,000
814	102,460	4,000	0,0
815	115,525	4,000	40,000
816	146,000	4,000	0,0
817	156,523	4,000	40,000
818	54,919	4,000	0,0
819	70,526	4,000	40,000
820	98,460	4,000	0,0
821	111,525	4,000	40,000
822	142,000	4,000	0,0
823	152,523	4,000	40,000
824	106,460	4,000	0,0
825	119,525	4,000	40,000
826	150,000	4,000	0,0
827	160,523	4,000	40,000
828	19,379	8,000	0,0
829	37,528	8,000	40,000
830	62,919	8,000	0,0
831	78,526	8,000	40,000
832	15,379	8,000	0,0
833	33,528	8,000	40,000
834	11,379	8,000	0,0
835	29,528	8,000	40,000
836	58,919	8,000	0,0
837	74,526	8,000	40,000
838	102,460	8,000	0,0
839	115,525	8,000	40,000
840	146,000	8,000	0,0
841	156,523	8,000	40,000
842	54,919	8,000	0,0
843	70,526	8,000	40,000
844	98,460	8,000	0,0
845	111,525	8,000	40,000
846	142,000	8,000	0,0
847	152,523	8,000	40,000
848	106,460	8,000	0,0
849	119,525	8,000	40,000
850	150,000	8,000	0,0
851	160,523	8,000	40,000
852	53,072	4,000	80,000
853	169,124	4,000	80,000
854	91,756	4,000	80,000
855	102,193	4,000	120,000
856	65,000	4,000	120,000
857	75,056	4,000	160,000
858	83,915	4,000	200,000
859	91,924	4,000	240,000
860	99,289	4,000	280,000
861	106,145	4,000	320,000
862	112,583	4,000	360,000
863	118,673	4,000	400,000
864	124,466	4,000	440,000
865	130,000	4,000	480,000
866	135,308	4,000	520,000
867	140,416	4,000	560,000
868	145,344	4,000	600,000
869	150,111	4,000	640,000
870	154,731	4,000	680,000
871	159,217	4,000	720,000
872	245,189	4,000	720,000
873	241,753	4,000	680,000
874	238,223	4,000	640,000
875	234,591	4,000	600,000
876	230,848	4,000	560,000

Noeud	X [m]	Y [m]	Z [m]
877	226,983	4,000	520,000
878	222,982	4,000	480,000
879	218,831	4,000	440,000
880	214,511	4,000	400,000
881	210,000	4,000	360,000
882	205,270	4,000	320,000
883	200,285	4,000	280,000
884	195,000	4,000	240,000
885	189,352	4,000	200,000
886	183,255	4,000	160,000
887	176,580	4,000	120,000
888	111,122	4,000	160,000
889	119,061	4,000	200,000
890	126,283	4,000	240,000
891	132,954	4,000	280,000
892	130,440	4,000	80,000
893	139,187	4,000	320,000
894	145,055	4,000	360,000
895	150,619	4,000	400,000
896	155,921	4,000	440,000
897	160,994	4,000	480,000
898	165,866	4,000	520,000
899	170,560	4,000	560,000
900	175,093	4,000	600,000
901	179,482	4,000	640,000
902	183,738	4,000	680,000
903	187,874	4,000	720,000
904	216,532	4,000	720,000
905	212,746	4,000	680,000
906	208,852	4,000	640,000
907	204,842	4,000	600,000
908	200,704	4,000	560,000
909	196,425	4,000	520,000
910	191,988	4,000	480,000
911	187,376	4,000	440,000
912	182,565	4,000	400,000
913	177,528	4,000	360,000
914	172,228	4,000	320,000
915	166,620	4,000	280,000
916	160,641	4,000	240,000
917	154,206	4,000	200,000
918	147,189	4,000	160,000
919	139,387	4,000	120,000
920	49,072	4,000	80,000
921	165,124	4,000	80,000
922	87,756	4,000	80,000
923	98,193	4,000	120,000
924	61,000	4,000	120,000
925	71,056	4,000	160,000
926	79,915	4,000	200,000
927	87,924	4,000	240,000
928	95,289	4,000	280,000
929	102,145	4,000	320,000
930	108,583	4,000	360,000
931	114,673	4,000	400,000
932	120,466	4,000	440,000
933	126,000	4,000	480,000
934	131,308	4,000	520,000
935	136,416	4,000	560,000
936	141,344	4,000	600,000
937	146,111	4,000	640,000
938	150,731	4,000	680,000
939	155,217	4,000	720,000
940	241,189	4,000	720,000
941	237,753	4,000	680,000
942	234,223	4,000	640,000
943	230,591	4,000	600,000
944	226,848	4,000	560,000
945	222,983	4,000	520,000

Noeud	X [m]	Y [m]	Z [m]
946	218,982	4,000	480,000
947	214,831	4,000	440,000
948	210,511	4,000	400,000
949	206,000	4,000	360,000
950	201,270	4,000	320,000
951	196,285	4,000	280,000
952	191,000	4,000	240,000
953	185,352	4,000	200,000
954	179,255	4,000	160,000
955	172,580	4,000	120,000
956	107,122	4,000	160,000
957	115,061	4,000	200,000
958	122,283	4,000	240,000
959	128,954	4,000	280,000
960	126,440	4,000	80,000
961	135,187	4,000	320,000
962	141,055	4,000	360,000
963	146,619	4,000	400,000
964	151,921	4,000	440,000
965	156,994	4,000	480,000
966	161,866	4,000	520,000
967	166,560	4,000	560,000
968	171,093	4,000	600,000
969	175,482	4,000	640,000
970	179,738	4,000	680,000
971	183,874	4,000	720,000
972	212,532	4,000	720,000
973	208,746	4,000	680,000
974	204,852	4,000	640,000
975	200,842	4,000	600,000
976	196,704	4,000	560,000
977	192,425	4,000	520,000
978	187,988	4,000	480,000
979	183,376	4,000	440,000
980	178,565	4,000	400,000
981	173,528	4,000	360,000
982	168,228	4,000	320,000
983	162,620	4,000	280,000
984	156,641	4,000	240,000
985	150,206	4,000	200,000
986	143,189	4,000	160,000
987	135,387	4,000	120,000
988	45,072	4,000	80,000
989	161,124	4,000	80,000
990	83,756	4,000	80,000
991	94,193	4,000	120,000
992	57,000	4,000	120,000
993	67,056	4,000	160,000
994	75,915	4,000	200,000
995	83,924	4,000	240,000
996	91,289	4,000	280,000
997	98,145	4,000	320,000
998	104,583	4,000	360,000
999	110,673	4,000	400,000
1000	116,466	4,000	440,000
1001	122,000	4,000	480,000
1002	127,308	4,000	520,000
1003	132,416	4,000	560,000
1004	137,344	4,000	600,000
1005	142,111	4,000	640,000
1006	146,731	4,000	680,000
1007	151,217	4,000	720,000
1008	237,189	4,000	720,000
1009	233,753	4,000	680,000
1010	230,223	4,000	640,000
1011	226,591	4,000	600,000
1012	222,848	4,000	560,000
1013	218,983	4,000	520,000
1014	214,982	4,000	480,000

Noeud	X [m]	Y [m]	Z [m]
1015	210,831	4,000	440,000
1016	206,511	4,000	400,000
1017	202,000	4,000	360,000
1018	197,270	4,000	320,000
1019	192,285	4,000	280,000
1020	187,000	4,000	240,000
1021	181,352	4,000	200,000
1022	175,255	4,000	160,000
1023	168,580	4,000	120,000
1024	103,122	4,000	160,000
1025	111,061	4,000	200,000
1026	118,283	4,000	240,000
1027	124,954	4,000	280,000
1028	122,440	4,000	80,000
1029	131,187	4,000	320,000
1030	137,055	4,000	360,000
1031	142,619	4,000	400,000
1032	147,921	4,000	440,000
1033	152,994	4,000	480,000
1034	157,866	4,000	520,000
1035	162,560	4,000	560,000
1036	167,093	4,000	600,000
1037	171,482	4,000	640,000
1038	175,738	4,000	680,000
1039	179,874	4,000	720,000
1040	208,532	4,000	720,000
1041	204,746	4,000	680,000
1042	200,852	4,000	640,000
1043	196,842	4,000	600,000
1044	192,704	4,000	560,000
1045	188,425	4,000	520,000
1046	183,988	4,000	480,000
1047	179,376	4,000	440,000
1048	174,565	4,000	400,000
1049	169,528	4,000	360,000
1050	164,228	4,000	320,000
1051	158,620	4,000	280,000
1052	152,641	4,000	240,000
1053	146,206	4,000	200,000
1054	139,189	4,000	160,000
1055	131,387	4,000	120,000
1056	53,072	8,000	80,000
1057	169,124	8,000	80,000
1058	91,756	8,000	80,000
1059	102,193	8,000	120,000
1060	65,000	8,000	120,000
1061	75,056	8,000	160,000
1062	83,915	8,000	200,000
1063	91,924	8,000	240,000
1064	99,289	8,000	280,000
1065	106,145	8,000	320,000
1066	112,583	8,000	360,000
1067	118,673	8,000	400,000
1068	124,466	8,000	440,000
1069	130,000	8,000	480,000
1070	135,308	8,000	520,000
1071	140,416	8,000	560,000
1072	145,344	8,000	600,000
1073	150,111	8,000	640,000
1074	154,731	8,000	680,000
1075	159,217	8,000	720,000
1076	245,189	8,000	720,000
1077	241,753	8,000	680,000
1078	238,223	8,000	640,000
1079	234,591	8,000	600,000
1080	230,848	8,000	560,000
1081	226,983	8,000	520,000
1082	222,982	8,000	480,000
1083	218,831	8,000	440,000

Noeud	X [m]	Y [m]	Z [m]
1084	214,511	8,000	400,000
1085	210,000	8,000	360,000
1086	205,270	8,000	320,000
1087	200,285	8,000	280,000
1088	195,000	8,000	240,000
1089	189,352	8,000	200,000
1090	183,255	8,000	160,000
1091	176,580	8,000	120,000
1092	111,122	8,000	160,000
1093	119,061	8,000	200,000
1094	126,283	8,000	240,000
1095	132,954	8,000	280,000
1096	130,440	8,000	80,000
1097	139,187	8,000	320,000
1098	145,055	8,000	360,000
1099	150,619	8,000	400,000
1100	155,921	8,000	440,000
1101	160,994	8,000	480,000
1102	165,866	8,000	520,000
1103	170,560	8,000	560,000
1104	175,093	8,000	600,000
1105	179,482	8,000	640,000
1106	183,738	8,000	680,000
1107	187,874	8,000	720,000
1108	216,532	8,000	720,000
1109	212,746	8,000	680,000
1110	208,852	8,000	640,000
1111	204,842	8,000	600,000
1112	200,704	8,000	560,000
1113	196,425	8,000	520,000
1114	191,988	8,000	480,000
1115	187,376	8,000	440,000
1116	182,565	8,000	400,000
1117	177,528	8,000	360,000
1118	172,228	8,000	320,000
1119	166,620	8,000	280,000
1120	160,641	8,000	240,000
1121	154,206	8,000	200,000
1122	147,189	8,000	160,000
1123	139,387	8,000	120,000
1124	49,072	8,000	80,000
1125	165,124	8,000	80,000
1126	87,756	8,000	80,000
1127	98,193	8,000	120,000
1128	61,000	8,000	120,000
1129	71,056	8,000	160,000
1130	79,915	8,000	200,000
1131	87,924	8,000	240,000
1132	95,289	8,000	280,000
1133	102,145	8,000	320,000
1134	108,583	8,000	360,000
1135	114,673	8,000	400,000
1136	120,466	8,000	440,000
1137	126,000	8,000	480,000
1138	131,308	8,000	520,000
1139	136,416	8,000	560,000
1140	141,344	8,000	600,000
1141	146,111	8,000	640,000
1142	150,731	8,000	680,000
1143	155,217	8,000	720,000
1144	241,189	8,000	720,000
1145	237,753	8,000	680,000
1146	234,223	8,000	640,000
1147	230,591	8,000	600,000
1148	226,848	8,000	560,000
1149	222,983	8,000	520,000
1150	218,982	8,000	480,000
1151	214,831	8,000	440,000
1152	210,511	8,000	400,000

Noeud	X [m]	Y [m]	Z [m]
1153	206,000	8,000	360,000
1154	201,270	8,000	320,000
1155	196,285	8,000	280,000
1156	191,000	8,000	240,000
1157	185,352	8,000	200,000
1158	179,255	8,000	160,000
1159	172,580	8,000	120,000
1160	107,122	8,000	160,000
1161	115,061	8,000	200,000
1162	122,283	8,000	240,000
1163	128,954	8,000	280,000
1164	126,440	8,000	80,000
1165	135,187	8,000	320,000
1166	141,055	8,000	360,000
1167	146,619	8,000	400,000
1168	151,921	8,000	440,000
1169	156,994	8,000	480,000
1170	161,866	8,000	520,000
1171	166,560	8,000	560,000
1172	171,093	8,000	600,000
1173	175,482	8,000	640,000
1174	179,738	8,000	680,000
1175	183,874	8,000	720,000
1176	212,532	8,000	720,000
1177	208,746	8,000	680,000
1178	204,852	8,000	640,000
1179	200,842	8,000	600,000
1180	196,704	8,000	560,000
1181	192,425	8,000	520,000
1182	187,988	8,000	480,000
1183	183,376	8,000	440,000
1184	178,565	8,000	400,000
1185	173,528	8,000	360,000
1186	168,228	8,000	320,000
1187	162,620	8,000	280,000
1188	156,641	8,000	240,000
1189	150,206	8,000	200,000
1190	143,189	8,000	160,000
1191	135,387	8,000	120,000
1192	45,072	8,000	80,000
1193	161,124	8,000	80,000
1194	83,756	8,000	80,000
1195	94,193	8,000	120,000
1196	57,000	8,000	120,000
1197	67,056	8,000	160,000
1198	75,915	8,000	200,000
1199	83,924	8,000	240,000
1200	91,289	8,000	280,000
1201	98,145	8,000	320,000
1202	104,583	8,000	360,000
1203	110,673	8,000	400,000
1204	116,466	8,000	440,000
1205	122,000	8,000	480,000
1206	127,308	8,000	520,000
1207	132,416	8,000	560,000
1208	137,344	8,000	600,000
1209	142,111	8,000	640,000
1210	146,731	8,000	680,000
1211	151,217	8,000	720,000
1212	237,189	8,000	720,000
1213	233,753	8,000	680,000
1214	230,223	8,000	640,000
1215	226,591	8,000	600,000
1216	222,848	8,000	560,000
1217	218,983	8,000	520,000
1218	214,982	8,000	480,000
1219	210,831	8,000	440,000
1220	206,511	8,000	400,000
1221	202,000	8,000	360,000

Noeud	X [m]	Y [m]	Z [m]
1222	197,270	8,000	320,000
1223	192,285	8,000	280,000
1224	187,000	8,000	240,000
1225	181,352	8,000	200,000
1226	175,255	8,000	160,000
1227	168,580	8,000	120,000
1228	103,122	8,000	160,000
1229	111,061	8,000	200,000
1230	118,283	8,000	240,000
1231	124,954	8,000	280,000
1232	122,440	8,000	80,000
1233	131,187	8,000	320,000
1234	137,055	8,000	360,000
1235	142,619	8,000	400,000
1236	147,921	8,000	440,000
1237	152,994	8,000	480,000
1238	157,866	8,000	520,000
1239	162,560	8,000	560,000
1240	167,093	8,000	600,000
1241	171,482	8,000	640,000
1242	175,738	8,000	680,000
1243	179,874	8,000	720,000
1244	208,532	8,000	720,000
1245	204,746	8,000	680,000
1246	200,852	8,000	640,000
1247	196,842	8,000	600,000
1248	192,704	8,000	560,000
1249	188,425	8,000	520,000
1250	183,988	8,000	480,000
1251	179,376	8,000	440,000
1252	174,565	8,000	400,000
1253	169,528	8,000	360,000
1254	164,228	8,000	320,000
1255	158,620	8,000	280,000
1256	152,641	8,000	240,000
1257	146,206	8,000	200,000
1258	139,189	8,000	160,000
1259	131,387	8,000	120,000
1260	122,375	8,000	36,000
1261	126,531	8,000	36,000
1262	130,688	8,000	36,000
1263	134,844	8,000	36,000
1264	139,001	8,000	36,000
1265	143,158	8,000	36,000
1266	147,314	8,000	36,000
1267	123,649	0,0	40,000
1268	127,774	0,0	40,000
1269	131,899	0,0	40,000
1270	136,024	0,0	40,000
1271	140,149	0,0	40,000
1272	144,273	0,0	40,000
1273	148,398	0,0	40,000
1274	122,375	4,000	36,000
1275	126,531	4,000	36,000
1276	130,688	4,000	36,000
1277	134,844	4,000	36,000
1278	139,001	4,000	36,000
1279	143,158	4,000	36,000
1280	147,314	4,000	36,000
1281	122,375	0,0	36,000
1282	126,531	0,0	36,000
1283	130,688	0,0	36,000
1284	134,844	0,0	36,000
1285	139,001	0,0	36,000
1286	143,158	0,0	36,000
1287	147,314	0,0	36,000
1288	37,898	0,0	32,000
1289	52,480	0,0	4,000
1290	39,659	0,0	28,618

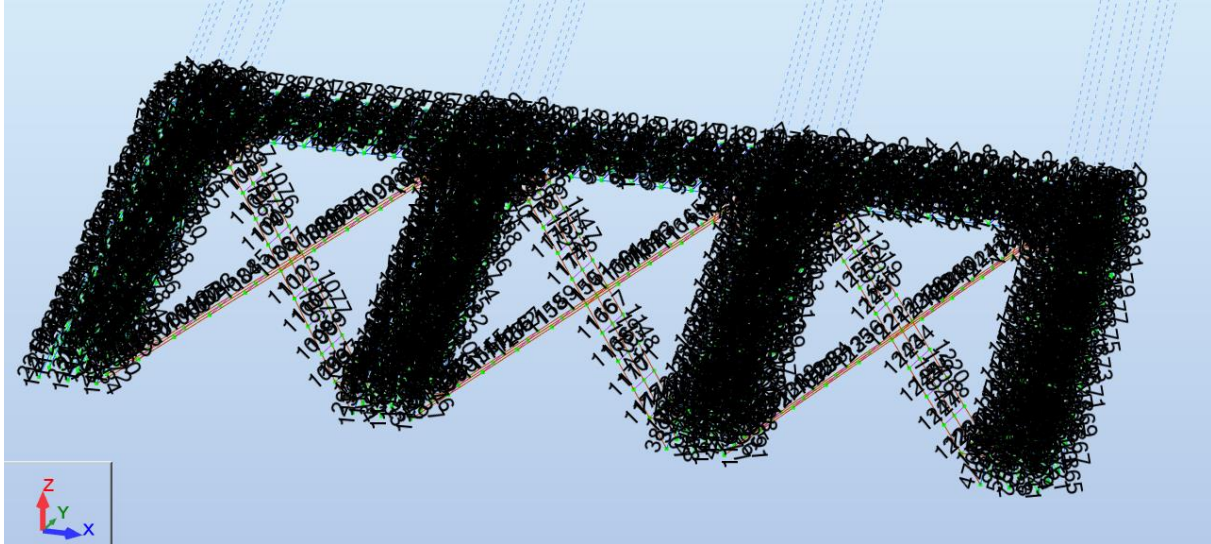
Noeud	X [m]	Y [m]	Z [m]
1292	37,898	4,000	32,000
1293	52,480	4,000	4,000
1294	37,898	8,000	32,000
1295	52,480	8,000	4,000
1296	63,405	0,0	32,000
1297	25,194	0,0	4,000
1299	120,861	0,0	32,000
1300	63,405	4,000	32,000
1301	25,194	4,000	4,000
1302	63,405	8,000	32,000
1303	25,194	8,000	4,000
1304	41,421	0,0	25,236
1305	43,182	0,0	21,854
1306	43,182	4,000	21,854
1307	41,421	4,000	25,236
1308	39,659	4,000	28,618
1309	43,182	8,000	21,854
1310	41,421	8,000	25,236
1311	39,659	8,000	28,618
1312	49,559	8,000	21,854
1313	54,174	8,000	25,236
1314	58,790	8,000	28,618
1315	49,559	4,000	21,854
1316	54,174	4,000	25,236
1317	58,790	4,000	28,618
1318	49,559	0,0	21,854
1319	54,174	0,0	25,236
1320	58,790	0,0	28,618
1321	46,828	8,000	14,854
1322	48,712	8,000	11,236
1323	50,596	8,000	7,618
1324	46,828	4,000	14,854
1325	48,712	4,000	11,236
1326	50,596	4,000	7,618
1327	46,828	0,0	14,854
1328	48,712	0,0	11,236
1329	50,596	0,0	7,618
1330	40,006	0,0	14,854
1331	35,069	0,0	11,236
1332	30,131	0,0	7,618
1333	40,006	4,000	14,854
1334	35,069	4,000	11,236
1335	30,131	4,000	7,618
1336	40,006	8,000	14,854
1337	35,069	8,000	11,236
1338	30,131	8,000	7,618
1339	87,355	0,0	18,599
1340	68,175	0,0	4,000
1341	96,071	0,0	4,000
1342	79,354	0,0	32,000
1343	104,963	0,0	32,000
1344	68,175	4,000	4,000
1345	87,355	4,000	18,599
1346	79,354	4,000	32,000
1347	96,071	4,000	4,000
1348	104,963	4,000	32,000
1349	68,175	8,000	4,000
1350	87,355	8,000	18,599
1351	79,354	8,000	32,000
1352	96,071	8,000	4,000
1353	104,963	8,000	32,000
1354	82,560	0,0	14,949
1355	77,765	0,0	11,299
1356	72,970	0,0	7,650
1357	82,560	4,000	14,949
1358	77,765	4,000	11,299
1359	72,970	4,000	7,650
1360	100,020	4,000	4,000
1361	139,358	0,0	4,000

Noeud	X [m]	Y [m]	Z [m]
1362	82,560	8,000	14,949
1363	146,469	0,0	32,000
1364	77,765	8,000	11,299
1365	100,020	8,000	4,000
1366	129,714	0,0	18,599
1367	72,970	8,000	7,650
1368	120,861	4,000	32,000
1369	91,757	8,000	21,949
1370	96,159	8,000	25,299
1371	100,561	8,000	28,650
1372	100,561	4,000	28,650
1373	96,159	4,000	25,299
1374	91,757	4,000	21,949
1375	100,561	0,0	28,650
1376	96,159	0,0	25,299
1377	91,757	0,0	21,949
1378	93,892	8,000	7,650
1379	91,713	8,000	11,299
1380	89,534	8,000	14,949
1381	93,892	4,000	7,650
1382	91,713	4,000	11,299
1383	89,534	4,000	14,949
1384	93,892	0,0	7,650
1385	91,713	0,0	11,299
1386	89,534	0,0	14,949
1387	85,355	0,0	21,949
1388	83,355	0,0	25,299
1389	81,354	0,0	28,650

Noeud	X [m]	Y [m]	Z [m]
1390	85,355	4,000	21,949
1391	83,355	4,000	25,299
1392	81,354	4,000	28,650
1393	85,355	8,000	21,949
1394	83,355	8,000	25,299
1395	81,354	8,000	28,650
1396	124,957	0,0	-28,000
1397	111,461	0,0	4,000
1398	111,461	4,000	4,000
1399	129,714	4,000	18,599
1400	139,358	4,000	4,000
1401	146,469	4,000	32,000
1402	120,861	8,000	32,000
1403	111,461	8,000	4,000
1404	129,714	8,000	18,599
1405	139,358	8,000	4,000
1406	146,469	8,000	32,000
1407	125,150	0,0	14,949
1408	120,587	0,0	11,299
1409	116,024	0,0	7,650
1410	125,150	4,000	14,949
1411	120,587	4,000	11,299
1412	116,024	4,000	7,650
1413	125,150	8,000	14,949
1414	120,587	8,000	11,299
1415	116,024	8,000	7,650
1416	133,903	8,000	21,949
1417	138,092	8,000	25,299

Noeud	X [m]	Y [m]	Z [m]
1418	142,281	8,000	28,650
1419	133,903	4,000	21,949
1420	138,092	4,000	25,299
1421	142,281	4,000	28,650
1422	133,903	0,0	21,949
1423	138,092	0,0	25,299
1424	142,281	0,0	28,650
1425	132,125	8,000	14,949
1426	134,536	8,000	11,299
1427	136,947	8,000	7,650
1428	132,125	4,000	14,949
1429	134,536	4,000	11,299
1430	136,947	4,000	7,650
1431	132,125	0,0	14,949
1432	134,536	0,0	11,299
1433	136,947	0,0	7,650
1434	127,500	0,0	21,949
1435	125,287	0,0	25,299
1436	123,074	0,0	28,650
1437	127,500	4,000	21,949
1438	125,287	4,000	25,299
1439	123,074	4,000	28,650
1440	127,500	8,000	21,949
1441	125,287	8,000	25,299
1442	123,074	8,000	28,650

Détails des barres



Barre	Nœud 1	Nœud 2
1	805	571
2	316	759
3	412	1274
4	806	291
5	834	110
6	110	108
7	108	107
8	824	401
9	826	509
204	107	106
205	106	104
206	104	103
207	103	102
208	102	100
209	100	99
210	99	835
211	810	122
212	122	120
213	120	119
214	119	118
215	118	116
216	116	115
217	115	114
218	114	112
219	112	111
220	111	811
221	605	123
222	123	124
223	124	126
224	126	127
225	127	128
226	128	130
227	130	131
228	131	132
229	132	134
230	134	606
231	603	135
232	135	136

Barre	Nœud 1	Nœud 2
233	136	138
234	138	139
235	139	140
236	140	142
237	142	143
238	143	144
239	144	146
240	146	604
241	808	147
242	147	148
243	148	150
244	150	151
245	151	152
246	152	154
247	154	155
248	155	156
249	156	158
250	158	809
251	832	159
252	159	160
253	160	162
254	162	163
255	163	164
256	164	166
257	166	167
258	167	168
259	168	170
260	170	833
261	1	171
262	171	172
263	172	174
264	174	175
265	175	176
266	176	178
267	178	179
268	179	180
269	180	182
270	182	5

Barre	Nœud 1	Nœud 2
271	804	183
272	183	184
273	184	186
274	186	187
275	187	188
276	188	190
277	190	191
278	191	192
279	192	194
280	194	805
281	828	195
282	195	196
283	196	198
284	198	199
285	199	200
286	200	202
287	202	203
288	203	204
289	204	206
290	206	829
291	603	123
292	613	207
293	207	208
294	208	210
295	210	211
296	211	212
297	212	214
298	214	215
299	215	216
300	216	218
301	218	614
302	818	219
303	219	220
304	220	222
305	222	223
306	223	224
307	224	226
308	226	227

Barre	Noeud 1	Noeud 2
309	227	228
310	228	230
311	230	819
312	842	231
313	231	232
314	232	234
315	234	235
316	235	236
317	236	238
318	238	239
319	239	240
320	240	242
321	242	843
322	607	243
323	243	244
324	244	246
325	246	247
326	247	248
327	248	250
328	250	251
329	251	252
330	252	254
331	254	608
332	812	255
333	255	256
334	256	258
335	258	259
336	259	260
337	260	262
338	262	263
339	263	264
340	264	266
341	266	813
342	836	267
343	267	268
344	268	270
345	270	271
346	271	272
347	272	274
348	274	275
349	275	276
350	276	278
351	278	837
352	4	279
353	279	280
354	280	282
355	282	283
356	283	284
357	284	286
358	286	287
359	287	288
360	288	290
361	290	3
362	291	292
363	292	294
364	294	295
365	295	296
366	296	298
367	298	299
368	299	300
369	300	304
370	304	807
371	830	305
372	305	307
373	307	308
374	308	309
375	309	311
376	311	312
377	312	313

Barre	Noeud 1	Noeud 2
378	313	315
379	315	316
380	316	831
381	615	317
382	317	319
383	319	320
384	320	321
385	321	323
386	323	324
387	324	325
388	325	327
389	327	328
390	328	616
391	820	329
392	329	331
393	331	332
394	332	333
395	333	335
396	335	336
397	336	337
398	337	339
399	339	340
400	340	821
401	844	341
402	341	343
403	343	344
404	344	345
405	345	347
406	347	348
407	348	349
408	349	351
409	351	352
410	352	845
411	609	353
412	353	355
413	355	356
414	356	357
415	357	359
416	359	360
417	360	361
418	361	363
419	363	364
420	364	610
421	814	365
422	365	367
423	367	368
424	368	369
425	369	371
426	371	372
427	372	373
428	373	375
429	375	376
430	376	815
431	838	377
432	377	379
433	379	380
434	380	381
435	381	383
436	383	384
437	384	385
438	385	387
439	387	388
440	388	839
441	303	389
442	389	391
443	391	392
444	392	393
445	393	395
446	395	396

Barre	Noeud 1	Noeud 2
447	396	397
448	397	399
449	399	400
450	400	2
451	401	403
452	403	404
453	404	405
454	405	407
455	407	408
456	408	409
457	409	411
458	411	412
459	412	825
460	848	413
461	413	415
462	415	416
463	416	417
464	417	419
465	419	420
466	420	421
467	421	423
468	423	424
469	424	849
470	617	425
471	425	427
472	427	428
473	428	429
474	429	431
475	431	432
476	432	433
477	433	435
478	435	436
479	436	618
480	822	437
481	437	439
482	439	440
483	440	441
484	441	443
485	443	444
486	444	445
487	445	447
488	447	448
489	448	823
490	846	449
491	449	451
492	451	452
493	452	453
494	453	455
495	455	456
496	456	457
497	457	459
498	459	460
499	460	847
500	611	461
501	461	463
502	463	464
503	464	465
504	465	467
505	467	468
506	468	469
507	469	471
508	471	472
509	472	612
510	816	473
511	473	475
512	475	476
513	476	477
514	477	479
515	479	480

Barre	Noeud 1	Noeud 2
516	480	481
517	481	483
518	483	484
519	484	817
520	840	485
521	485	487
522	487	488
523	488	489
524	489	491
525	491	492
526	492	493
527	493	495
528	495	496
529	496	841
530	302	497
531	497	499
532	499	500
533	500	501
534	501	503
535	503	504
536	504	505
537	505	507
538	507	508
539	508	306
540	509	511
541	511	512
542	512	513
543	513	515
544	515	516
545	516	517
546	517	519
547	519	520
548	520	827
549	850	521
550	521	523
551	523	524
552	524	525
553	525	527
554	527	528
555	528	529
556	529	531
557	531	532
558	532	851
559	4	243
560	243	279
561	614	608
562	608	3
563	614	813
564	813	831
565	837	807
566	843	813
567	819	608
568	813	3
569	819	837
570	608	807
571	216	264
572	264	315
573	276	300
574	240	264
575	228	252
576	264	288
577	228	276
578	252	300
579	214	262
580	262	312
581	274	298
582	238	262
583	226	250
584	262	286

Barre	Noeud 1	Noeud 2
585	226	274
586	250	298
587	211	259
588	259	309
589	271	295
590	235	259
591	223	247
592	259	283
593	223	271
594	247	295
595	208	256
596	256	307
597	268	292
598	232	256
599	220	244
600	256	280
601	220	268
602	244	292
603	609	317
604	317	353
605	618	612
606	612	306
607	612	817
608	817	841
609	302	461
610	461	497
611	497	463
612	463	499
613	499	464
614	464	500
615	500	465
616	465	501
617	501	467
618	467	503
619	503	468
620	468	504
621	504	469
622	469	505
623	353	319
624	319	355
625	355	320
626	320	356
627	356	321
628	321	357
629	357	323
630	323	359
631	359	324
632	324	360
633	360	325
634	325	361
635	361	327
636	327	363
637	363	328
638	328	364
639	364	616
640	505	471
641	471	507
642	507	472
643	472	508
644	508	612
645	826	473
646	473	509
647	509	475
648	475	511
649	511	476
650	476	512
651	512	477
652	477	513
653	513	479

Barre	Noeud 1	Noeud 2
654	479	515
655	515	480
656	480	516
657	516	481
658	481	517
659	517	483
660	483	519
661	519	484
662	484	520
663	520	817
664	850	485
665	485	521
666	521	487
667	487	523
668	523	488
669	488	524
670	524	489
671	489	525
672	525	491
673	491	527
674	527	492
675	492	528
676	528	493
677	493	529
678	529	495
679	495	531
680	531	496
681	496	532
682	532	841
683	840	449
684	449	485
685	485	451
686	451	487
687	487	452
688	452	488
689	488	453
690	453	489
691	489	455
692	455	491
693	491	456
694	456	492
695	492	457
696	457	493
697	493	459
698	459	495
699	495	460
700	460	496
701	496	847
702	816	437
703	437	473
704	473	439
705	439	475
706	475	440
707	440	476
708	476	441
709	441	477
710	477	443
711	443	479
712	479	444
713	444	480
714	480	445
715	445	481
716	481	447
717	447	483
718	483	448
719	448	484
720	484	823
721	826	497
722	497	509

Barre	Noeud 1	Noeud 2
723	509	499
724	499	511
725	511	500
726	500	512
727	512	501
728	501	513
729	513	503
730	503	515
731	515	504
732	504	516
733	516	505
734	505	517
735	517	507
736	507	519
737	519	508
738	508	520
739	520	306
740	182	533
741	533	535
742	535	536
743	536	537
744	537	539
745	539	540
746	540	541
747	541	218
748	194	543
749	543	544
750	544	545
751	545	547
752	547	548
753	548	549
754	549	551
755	551	230
756	206	552
757	552	553
758	553	555
759	555	556
760	556	557
761	557	559
762	559	560
763	560	242
764	5	561
765	561	563
766	563	564
767	564	565
768	565	567
769	567	568
770	568	569
771	569	614
772	571	572
773	572	573
774	573	575
775	575	576
776	576	577
777	577	579
778	579	819
779	829	580
780	580	581
781	581	583
782	583	584
783	584	585
784	585	587
785	587	588
786	588	843
787	5	533
788	533	561
789	561	535
790	535	563
791	563	536

Barre	Noeud 1	Noeud 2
792	536	564
793	564	537
794	537	565
795	565	539
796	539	567
797	567	540
798	540	568
799	568	541
800	541	569
801	569	218
802	805	543
803	543	571
804	571	544
805	544	572
806	572	545
807	545	573
808	573	547
809	547	575
810	575	548
811	548	576
812	576	549
813	549	577
814	577	551
815	551	579
816	579	230
817	829	552
818	552	580
819	580	553
820	553	581
821	581	555
822	555	583
823	583	556
824	556	584
825	584	557
826	557	585
827	585	559
828	559	587
829	587	560
830	560	588
831	588	242
832	561	571
833	571	580
834	563	572
835	572	581
836	564	573
837	573	583
838	565	575
839	575	584
840	567	576
841	576	585
842	568	577
843	577	587
844	569	579
845	579	588
846	533	543
847	543	552
848	535	544
849	544	553
850	536	545
851	545	555
852	537	547
853	547	556
854	539	548
855	548	557
856	540	549
857	549	559
858	541	551
859	551	560
860	535	572

Barre	Noeud 1	Noeud 2
861	572	553
862	581	544
863	563	544
864	290	763
865	763	764
866	764	765
867	765	766
868	766	767
869	767	768
870	768	769
871	769	328
872	565	547
873	537	575
874	575	556
875	547	584
876	568	549
877	540	577
878	577	559
879	549	587
880	831	780
881	3	763
882	304	589
883	3	599
884	807	773
885	589	591
886	591	592
887	592	593
888	593	595
889	595	596
890	596	597
891	597	340
892	599	600
893	600	601
894	601	755
895	755	756
896	756	757
897	757	758
898	758	616
899	759	760
900	760	761
901	761	762
902	762	770
903	770	771
904	771	772
905	772	352
906	773	774
907	774	775
908	775	776
909	776	777
910	777	778
911	778	779
912	779	821
913	780	781
914	781	782
915	782	783
916	783	784
917	784	785
918	785	786
919	786	845
920	763	599
921	849	787
922	787	788
923	599	764
924	764	600
925	600	765
926	765	601
927	601	766
928	766	755
929	755	767

Barre	Noeud 1	Noeud 2
930	767	756
931	756	768
932	768	757
933	757	769
934	769	758
935	328	758
936	807	589
937	589	773
938	773	591
939	591	774
940	774	592
941	592	775
942	775	593
943	593	776
944	776	595
945	595	777
946	777	596
947	596	778
948	778	597
949	597	779
950	340	779
951	831	759
952	759	780
953	780	760
954	760	781
955	781	761
956	761	782
957	782	762
958	762	783
959	783	770
960	770	784
961	784	771
962	771	785
963	785	772
964	772	786
965	352	786
966	763	589
967	589	759
968	599	773
969	773	780
970	600	774
971	774	781
972	764	591
973	591	760
974	765	592
975	592	761
976	601	775
977	775	782
978	755	776
979	776	783
980	766	593
981	593	762
982	767	595
983	595	770
984	756	777
985	777	784
986	757	778
987	778	785
988	768	596
989	596	771
990	769	597
991	597	772
992	758	779
993	779	786
994	764	774
995	774	760
996	591	781
997	600	591
998	788	792

Barre	Noeud 1	Noeud 2
999	792	793
1000	793	794
1001	794	795
1002	766	776
1003	776	762
1004	783	593
1005	593	755
1006	757	596
1007	596	785
1008	778	771
1009	778	768
1010	424	1260
1011	825	797
1012	2	1281
1013	400	1281
1014	2	1267
1015	795	796
1016	796	847
1017	797	798
1018	798	799
1019	799	800
1020	800	801
1021	801	802
1022	802	803
1023	803	823
1024	1260	1261
1025	1261	1262
1026	1262	1263
1027	1263	1264
1028	1264	1265
1029	1265	1266
1030	1266	460
1031	1267	1268
1032	1268	1269
1033	1269	1270
1034	1270	1271
1035	1271	1272
1036	1272	1273
1037	1273	618
1038	1274	1275
1039	1275	1276
1040	1276	1277
1041	1277	1278
1042	1278	1279
1043	1279	1280
1044	1280	448
1045	1281	1282
1046	1282	1283
1047	1283	1284
1048	1284	1285
1049	1285	1286
1050	1286	1287
1051	1287	436
1052	1281	1267
1053	1267	1282
1054	1282	1268
1055	1268	1283
1056	1283	1269
1057	1269	1284
1058	1284	1270
1059	1270	1285
1060	1285	1271
1061	1271	1286
1062	1286	1272
1063	1272	1287
1064	1287	1273
1065	1273	436
1066	1297	789
1067	789	1296

Barre	Noeud 1	Noeud 2
1068	1288	789
1069	789	1289
1070	1301	790
1071	790	1300
1072	1292	790
1073	790	1293
1074	1303	791
1075	791	1302
1076	1294	791
1077	791	1295
1078	1297	1301
1079	1301	1303
1080	1332	1335
1081	1335	1338
1082	1331	1334
1083	1334	1337
1084	1330	1333
1085	1333	1336
1086	789	790
1087	790	791
1088	1318	1315
1089	1315	1312
1090	1319	1316
1091	1316	1313
1092	1320	1317
1093	1317	1314
1094	1296	1300
1095	1300	1302
1096	1289	1293
1097	1293	1295
1098	1329	1326
1099	1326	1323
1100	1328	1325
1101	1325	1322
1102	1327	1324
1103	1324	1321
1104	1305	1306
1105	1306	1309
1106	1304	1307
1107	1307	1310
1108	1290	1308
1109	1308	1311
1110	1288	1292
1111	1292	1294
1112	1340	1339
1113	288	1342
1114	1339	1343
1115	1342	763
1116	1346	304
1117	1343	327
1118	1341	317
1119	820	1347
1120	279	1340
1121	1342	1339
1122	1339	1341
1123	1344	806
1124	1346	589
1125	340	1348
1126	300	1346
1127	1344	1345
1128	1347	329
1129	1348	339
1130	291	1344
1131	1345	1348
1132	1346	1345
1133	1345	1347
1134	769	1343
1135	597	1348
1136	1351	316

Barre	Noeud 1	Noeud 2
1137	844	1352
1138	1349	830
1139	1351	759
1140	352	1353
1141	315	1351
1142	1349	1350
1143	1352	341
1144	1353	351
1145	305	1349
1146	1350	1353
1147	1351	1350
1148	1350	1352
1149	772	1353
1150	1339	1345
1151	1345	1350
1152	1340	1344
1153	1344	1349
1154	1356	1359
1155	1359	1367
1156	1355	1358
1157	1358	1364
1158	1354	1357
1159	1357	1362
1160	1377	1374
1161	1374	1369
1162	1376	1373
1163	1373	1370
1164	1375	1372
1165	1372	1371
1166	1386	1383
1167	1383	1380
1168	1385	1382
1169	1382	1379
1170	1384	1381
1171	1381	1378
1172	1341	1347
1173	1347	1352
1174	1387	1390
1175	1390	1393
1176	1388	1391
1177	1391	1394
1178	1389	1392
1179	1392	1395
1180	1342	1346
1181	1346	1351
1182	1343	1348
1183	1348	1353
1184	399	1299
1185	1368	412
1186	1361	617
1187	1397	1366
1188	1363	436
1189	1361	425
1190	1366	1363
1191	1363	435
1192	1368	1274
1193	1299	1366
1194	1366	1361
1195	411	1368
1196	1280	1401
1197	401	1398
1198	1400	822
1199	1398	1399
1200	1400	437
1201	1401	448
1202	1398	824
1203	1401	447
1204	1399	1401
1205	1368	1399

Barre	Noeud 1	Noeud 2
1206	1399	1400
1207	1402	424
1208	1402	1260
1209	423	1402
1210	1266	1406
1211	413	1403
1212	1405	846
1213	1403	1404
1214	1405	449
1215	1406	460
1216	1403	848
1217	1406	459
1218	1404	1406
1219	1402	1404
1220	1404	1405
1221	1366	1399
1222	1399	1404
1223	1397	1398
1224	1398	1403
1225	1299	1368
1226	1368	1402
1227	1363	1401
1228	1401	1406
1229	1361	1400
1230	1400	1405
1231	1409	1412
1232	1412	1415
1233	1408	1411
1234	1411	1414
1235	1407	1410
1236	1410	1413
1237	1422	1419
1238	1419	1416
1239	1423	1420
1240	1420	1417
1241	1424	1421
1242	1421	1418
1243	1431	1428
1244	1428	1425
1245	1432	1429
1246	1429	1426
1247	1433	1430
1248	1430	1427
1249	1434	1437
1250	1437	1440
1251	1435	1438
1252	1438	1441
1253	1436	1439
1254	1439	1442
10624	606	604
10625	604	5
11116	123	135
11117	135	124
11118	124	136
11119	136	126
11120	126	138
11121	138	127
11122	127	139
11123	139	128
11124	128	140
11125	140	130
11126	130	142
11127	142	131
11128	131	143
11129	143	132
11130	132	144
11131	144	134
11132	134	146
11133	146	606

Barre	Noeud 1	Noeud 2
11134	1	135
11135	135	171
11136	171	136
11137	136	172
11138	172	138
11139	138	174
11140	174	139
11141	139	175
11142	175	140
11143	140	176
11144	176	142
11145	142	178
11146	178	143
11147	143	179
11148	179	144
11149	144	180
11150	180	146
11151	146	182
11152	182	604
11153	808	122
11154	122	147
11155	147	120
11156	120	148
11157	148	119
11158	119	150
11159	150	118
11160	118	151
11161	151	116
11162	116	152
11163	152	115
11164	115	154
11165	154	114
11166	114	155
11167	155	112
11168	112	156
11169	156	111
11170	111	158
11171	158	811
11172	804	147
11173	147	183
11174	183	148
11175	148	184
11176	184	150
11177	150	186
11178	186	151
11179	151	187
11180	187	152
11181	152	188
11182	188	154
11183	154	190
11184	190	155
11185	155	191
11186	191	156
11187	156	192
11188	192	158
11189	158	194
11190	194	809
11191	832	110
11192	110	159
11193	159	108
11194	108	160
11195	160	107
11196	107	162
11197	162	106
11198	106	163
11199	163	104
11200	104	164
11201	164	103
11202	103	166

Barre	Noeud 1	Noeud 2
11203	166	102
11204	102	167
11205	167	100
11206	100	168
11207	168	99
11208	99	170
11209	170	835
11210	828	159
11211	159	195
11212	195	160
11213	160	196
11214	196	162
11215	162	198
11216	198	163
11217	163	199
11218	199	164
11219	164	200
11220	200	166
11221	166	202
11222	202	167
11223	167	203
11224	203	168
11225	168	204
11226	204	170
11227	170	206
11228	206	833
11229	804	171
11230	171	184
11231	184	174
11232	174	187
11233	187	176
11234	176	190
11235	190	179
11236	179	192
11237	192	182
11238	182	805
11239	828	183
11240	183	196
11241	196	186
11242	186	199
11243	199	188
11244	188	202
11245	202	191
11246	191	204
11247	204	194
11248	194	829
11249	808	135
11250	135	148
11251	148	138
11252	138	151
11253	151	140
11254	140	154
11255	154	143
11256	143	156
11257	156	146
11258	146	809
11259	832	147
11260	147	160
11261	160	150
11262	150	163
11263	163	152
11264	152	166
11265	166	155
11266	155	168
11267	168	158
11268	158	833
11269	810	123
11270	123	120
11271	120	126

Barre	Noeud 1	Noeud 2
11272	126	118
11273	118	128
11274	128	115
11275	115	131
11276	131	112
11277	112	134
11278	134	811
11279	834	122
11280	122	108
11281	108	119
11282	119	106
11283	106	116
11284	116	103
11285	103	114
11286	114	100
11287	100	111
11288	111	835
11290	606	811
11291	811	835
11292	604	809
11293	809	833
11294	5	805
11295	805	829
11296	811	809
11297	809	805
11298	835	833
11299	833	829
11300	606	809
11301	809	835
11302	833	805
11303	829	809
11304	809	5
11305	805	604
11306	604	811
11307	811	833
11308	132	156
11309	156	100
11310	168	192
11311	204	156
11312	156	180
11313	192	144
11314	144	112
11315	112	168
11316	130	154
11317	154	103
11318	166	190
11319	202	154
11320	154	178
11321	190	142
11322	142	115
11323	115	166
11324	127	151
11325	151	106
11326	163	187
11327	199	151
11328	151	175
11329	187	139
11330	139	118
11331	118	163
11332	124	148
11333	148	108
11334	160	184
11335	196	148
11336	148	172
11337	184	136
11338	136	120
11339	120	160
11340	279	244
11341	244	280

Barre	Noeud 1	Noeud 2
11342	280	246
11343	246	282
11344	282	247
11345	247	283
11346	283	248
11347	248	284
11348	284	250
11349	250	286
11350	286	251
11351	251	287
11352	287	252
11353	252	288
11354	288	254
11355	254	290
11356	290	608
11357	806	255
11358	255	291
11359	291	256
11360	256	292
11361	292	258
11362	258	294
11363	294	259
11364	259	295
11365	295	260
11366	260	296
11367	296	262
11368	262	298
11369	298	263
11370	263	299
11371	299	264
11372	264	300
11373	300	266
11374	266	304
11375	304	813
11376	830	267
11377	267	305
11378	305	268
11379	268	307
11380	307	270
11381	270	308
11382	308	271
11383	271	309
11384	309	272
11385	272	311
11386	311	274
11387	274	312
11388	312	275
11389	275	313
11390	313	276
11391	276	315
11392	315	278
11393	278	316
11394	316	837
11395	836	231
11396	231	267
11397	267	232
11398	232	268
11399	268	234
11400	234	270
11401	270	235
11402	235	271
11403	271	236
11404	236	272
11405	272	238
11406	238	274
11407	274	239
11408	239	275
11409	275	240
11410	240	276

Barre	Noeud 1	Noeud 2
11411	276	242
11412	242	278
11413	278	843
11414	812	219
11415	219	255
11416	255	220
11417	220	256
11418	256	222
11419	222	258
11420	258	223
11421	223	259
11422	259	224
11423	224	260
11424	260	226
11425	226	262
11426	262	227
11427	227	263
11428	263	228
11429	228	264
11430	264	230
11431	230	266
11432	266	819
11433	607	207
11434	207	243
11435	243	208
11436	208	244
11437	244	210
11438	210	246
11439	246	211
11440	211	247
11441	247	212
11442	212	248
11443	248	214
11444	214	250
11445	250	215
11446	215	251
11447	251	216
11448	216	252
11449	252	218
11450	218	254
11451	254	614
11452	806	279
11453	279	291
11455	291	280
11456	280	292
11457	292	282
11458	282	294
11459	294	283
11460	283	295
11461	295	284
11462	284	296
11463	296	286
11464	286	298
11465	298	287
11466	287	299
11467	299	288
11468	288	300
11469	300	290
11470	290	304
11471	304	3
11472	830	291
11473	291	305
11474	305	292
11475	292	307
11476	307	294
11477	294	308
11478	308	295
11479	295	309
11480	309	296

Barre	Noeud 1	Noeud 2
11481	296	311
11482	311	298
11483	298	312
11484	312	299
11485	299	313
11486	313	300
11487	300	315
11488	315	304
11489	304	316
11490	316	807
11491	836	255
11492	255	267
11493	267	256
11494	256	268
11495	268	258
11496	258	270
11497	270	259
11498	259	271
11499	271	260
11500	260	272
11501	272	262
11502	262	274
11503	274	263
11504	263	275
11505	275	264
11506	264	276
11507	276	266
11508	266	278
11509	278	813
11510	842	219
11511	219	231
11512	231	220
11513	220	232
11514	232	222
11515	222	234
11516	234	223
11517	223	235
11518	235	224
11519	224	236
11520	236	226
11521	226	238
11522	238	227
11523	227	239
11524	239	228
11525	228	240
11526	240	230
11527	230	242
11528	242	819
11529	818	207
11530	207	219
11531	219	208
11532	208	220
11533	220	210
11534	210	222
11535	222	211
11536	211	223
11537	223	212
11538	212	224
11539	224	214
11540	214	226
11541	226	215
11542	215	227
11543	227	216
11544	216	228
11545	228	218
11546	218	230
11547	230	614
11548	812	243
11549	243	255

Barre	Noeud 1	Noeud 2
11550	255	244
11551	244	256
11552	256	246
11553	246	258
11554	258	247
11555	247	259
11556	259	248
11557	248	260
11558	260	250
11559	250	262
11560	262	251
11561	251	263
11562	263	252
11563	252	264
11564	264	254
11565	254	266
11566	266	608
11567	614	819
11568	819	843
11569	608	813
11570	813	837
11571	3	807
11572	807	831
11573	843	837
11574	837	831
11575	819	813
11576	813	807
11577	303	353
11578	353	389
11579	389	355
11580	355	391
11581	391	356
11582	356	392
11583	392	357
11584	357	393
11585	393	359
11586	359	395
11587	395	360
11588	360	396
11589	396	361
11590	361	397
11591	397	363
11592	363	399
11593	399	364
11594	364	400
11595	400	610
11596	824	365
11597	365	401
11598	401	367
11599	367	403
11600	403	368
11601	368	404
11602	404	369
11603	369	405
11604	405	371
11605	371	407
11606	407	372
11607	372	408
11608	408	373
11609	373	409
11610	409	375
11611	375	411
11612	411	376
11613	376	412
11614	412	815
11615	848	377
11616	377	413
11617	413	379
11618	379	415

Barre	Noeud 1	Noeud 2
11619	415	380
11620	380	416
11621	416	381
11622	381	417
11623	417	383
11624	383	419
11625	419	384
11626	384	420
11627	420	385
11628	385	421
11629	421	387
11630	387	423
11631	423	388
11632	388	424
11633	424	839
11634	838	341
11635	341	377
11636	377	343
11637	343	379
11638	379	344
11639	344	380
11640	380	345
11641	345	381
11642	381	347
11643	347	383
11644	383	348
11645	348	384
11646	384	349
11647	349	385
11648	385	351
11649	351	387
11650	387	352
11651	352	388
11652	388	845
11653	814	329
11654	329	365
11655	365	331
11656	331	367
11657	367	332
11658	332	368
11659	368	333
11660	333	369
11661	369	335
11662	335	371
11663	371	336
11664	336	372
11665	372	337
11666	337	373
11667	373	339
11668	339	375
11669	375	340
11670	340	376
11671	376	821
11672	824	389
11673	389	401
11674	401	391
11675	391	403
11676	403	392
11677	392	404
11678	404	393
11679	393	405
11680	405	395
11681	395	407
11682	407	396
11683	396	408
11684	408	397
11685	397	409
11686	409	399
11687	399	411

Barre	Noeud 1	Noeud 2
11688	411	400
11689	400	412
11690	412	2
11691	848	401
11692	401	413
11693	413	403
11694	403	415
11695	415	404
11696	404	416
11697	416	405
11698	405	417
11699	417	407
11700	407	419
11701	419	408
11702	408	420
11703	420	409
11704	409	421
11705	421	411
11706	411	423
11707	423	412
11708	412	424
11709	424	825
11710	838	365
11711	365	377
11712	377	367
11713	367	379
11714	379	368
11715	368	380
11716	380	369
11717	369	381
11718	381	371
11719	371	383
11720	383	372
11721	372	384
11722	384	373
11723	373	385
11724	385	375
11725	375	387
11726	387	376
11727	376	388
11728	388	815
11729	844	329
11730	329	341
11731	341	331
11732	331	343
11733	343	332
11734	332	344
11735	344	333
11736	333	345
11737	345	335
11738	335	347
11739	347	336
11740	336	348
11741	348	337
11742	337	349
11743	349	339
11744	339	351
11745	351	340
11746	340	352
11747	352	821
11748	820	317
11749	317	329
11750	329	319
11751	319	331
11752	331	320
11753	320	332
11754	332	321
11755	321	333
11756	333	323

Barre	Noeud 1	Noeud 2
11757	323	335
11758	335	324
11759	324	336
11760	336	325
11761	325	337
11762	337	327
11763	327	339
11764	339	328
11765	328	340
11766	340	616
11767	814	353
11768	353	365
11769	365	355
11770	355	367
11771	367	356
11772	356	368
11773	368	357
11774	357	369
11775	369	359
11776	359	371
11777	371	360
11778	360	372
11779	372	361
11780	361	373
11781	373	363
11782	363	375
11783	375	364
11784	364	376
11785	376	610
11786	616	821
11787	821	845
11788	845	839
11789	839	849
11790	849	825
11791	825	2
11792	2	610
11793	610	616
11794	616	815
11795	815	839
11796	815	825
11797	815	821
11798	616	815
11799	815	845
11800	839	825
11801	849	815
11802	815	2
11803	610	825
11804	821	839
11805	821	610
11806	327	375
11807	375	351
11808	387	411
11809	423	375
11810	375	399
11811	363	411
11812	339	387
11813	339	363
11814	324	372
11815	372	348
11816	384	408
11817	420	372
11818	372	396
11819	360	408
11820	336	384
11821	336	360
11822	321	369
11823	369	345
11824	381	405
11825	417	369

Barre	Noeud 1	Noeud 2
11826	369	393
11827	357	405
11828	333	381
11829	333	357
11830	319	367
11831	367	343
11832	379	403
11833	415	367
11834	367	391
11835	355	403
11836	331	379
11837	331	355
11838	611	425
11839	425	461
11840	461	427
11841	427	463
11842	463	428
11843	428	464
11844	464	429
11845	429	465
11846	465	431
11847	431	467
11848	467	432
11849	432	468
11850	468	433
11851	433	469
11852	469	435
11853	435	471
11854	471	436
11855	436	472
11856	472	618
11857	618	823
11858	823	847
11859	847	841
11860	841	851
11861	851	827
11862	827	306
11863	817	827
11864	817	823
11865	850	509
11866	509	521
11867	521	511
11868	511	523
11869	523	512
11870	512	524
11871	524	513
11872	513	525
11873	525	515
11874	515	527
11875	527	516
11876	516	528
11877	528	517
11878	517	529
11879	529	519
11880	519	531
11881	531	520
11882	520	532
11883	532	827
11884	840	473
11885	473	485
11886	485	475
11887	475	487
11888	487	476
11889	476	488
11890	488	477
11891	477	489
11892	489	479
11893	479	491
11894	491	480

Barre	Noeud 1	Noeud 2
11895	480	492
11896	492	481
11897	481	493
11898	493	483
11899	483	495
11900	495	484
11901	484	496
11902	496	817
11903	846	437
11904	437	449
11905	449	439
11906	439	451
11907	451	440
11908	440	452
11909	452	441
11910	441	453
11911	453	443
11912	443	455
11913	455	444
11914	444	456
11915	456	445
11916	445	457
11917	457	447
11918	447	459
11919	459	448
11920	448	460
11921	460	823
11922	822	425
11923	425	437
11924	437	427
11925	427	439
11926	439	428
11927	428	440
11928	440	429
11929	429	441
11930	441	431
11931	431	443
11932	443	432
11933	432	444
11934	444	433
11935	433	445
11936	445	435
11937	435	447
11938	447	436
11939	436	448
11940	448	618
11941	816	461
11942	461	473
11943	473	463
11944	463	475
11945	475	464
11946	464	476
11947	476	465
11948	465	477
11949	477	467
11950	467	479
11951	479	468
11952	468	480
11953	480	469
11954	469	481
11955	481	471
11956	471	483
11957	483	472
11958	472	484
11959	484	612
11960	618	817
11961	817	851
11962	841	827
11963	841	823

Barre	Noeud 1	Noeud 2
11964	847	817
11965	817	306
11966	612	823
11967	612	827
11968	435	483
11969	483	531
11970	495	519
11971	495	447
11972	459	483
11973	483	507
11974	471	447
11975	471	519
11976	432	480
11977	480	528
11978	492	516
11979	492	444
11980	456	480
11981	480	504
11982	468	444
11983	468	516
11984	429	477
11985	477	525
11986	489	513
11987	489	441
11988	453	477
11989	477	501
11990	465	441
11991	465	513
11992	427	475
11993	475	523
11994	487	511
11995	487	439
11996	451	475
11997	475	499
11998	463	439
11999	463	511
12000	825	1274
12001	1274	797
12002	797	1275
12003	1275	798
12004	798	1276
12005	1276	799
12006	799	1277
12007	1277	800
12008	800	1278
12009	1278	801
12010	801	1279
12011	1279	802
12012	802	1280
12013	1280	803
12014	803	448
12015	849	1260
12016	1260	787
12017	787	1261
12018	1261	788
12019	788	1262
12020	1262	792
12021	792	1263
12022	1263	793
12023	793	1264
12024	1264	794
12025	794	1265
12026	1265	795
12027	795	1266
12028	1266	796
12029	796	460
12030	1267	797
12031	797	787
12032	788	798

Barre	Noeud 1	Noeud 2
12033	798	1268
12034	792	799
12035	799	1269
12036	1270	800
12037	800	793
12038	794	801
12039	801	1271
12040	1272	802
12041	802	795
12042	796	803
12043	803	1273
12044	1266	1280
12045	1280	1287
12046	1286	1279
12047	1279	1265
12048	1264	1278
12049	1278	1285
12050	1284	1277
12051	1277	1263
12052	1262	1276
12053	1276	1283
12054	1282	1275
12055	1275	1261
12056	1260	1274
12057	1274	1281
12058	1268	1275

Barre	Noeud 1	Noeud 2
12059	1275	788
12060	798	1261
12061	798	1282
12062	1284	800
12063	800	1263
12064	793	1277
12065	1277	1270
12066	1272	1279
12067	1279	795
12068	802	1265
12069	802	1286
12070	180	1288
12071	1289	207
12073	1288	533
12074	613	1289
12075	1288	182
12076	192	1292
12077	1293	219
12079	1292	543
12080	818	1293
12081	1292	194
12082	204	1294
12083	1295	231
12085	1294	552
12086	842	1295
12087	1294	206

Barre	Noeud 1	Noeud 2
12088	1296	216
12089	171	1297
12091	1297	1
12092	218	1296
12093	541	1296
12094	1300	228
12095	183	1301
12097	1301	804
12098	230	1300
12099	551	1300
12100	1302	240
12101	195	1303
12103	1303	828
12104	242	1302
12105	560	1302
12107	615	1341
12108	1342	290
12109	328	1343
12110	1340	4
12111	1299	400
12112	1299	1281
12113	1287	1363
12114	389	1397
12115	1397	303