

NOTE DE CALCUL

Projet: Tour Son Magnum

Note de calculs référence :01311-NC1/A

du: 06/06/12, indice A du 20/05/16

B.E:



Tél: 03.24.55.60.05

Fax: 03.24.55.60.06

Mail: alusd@wanadoo.fr

POUR:

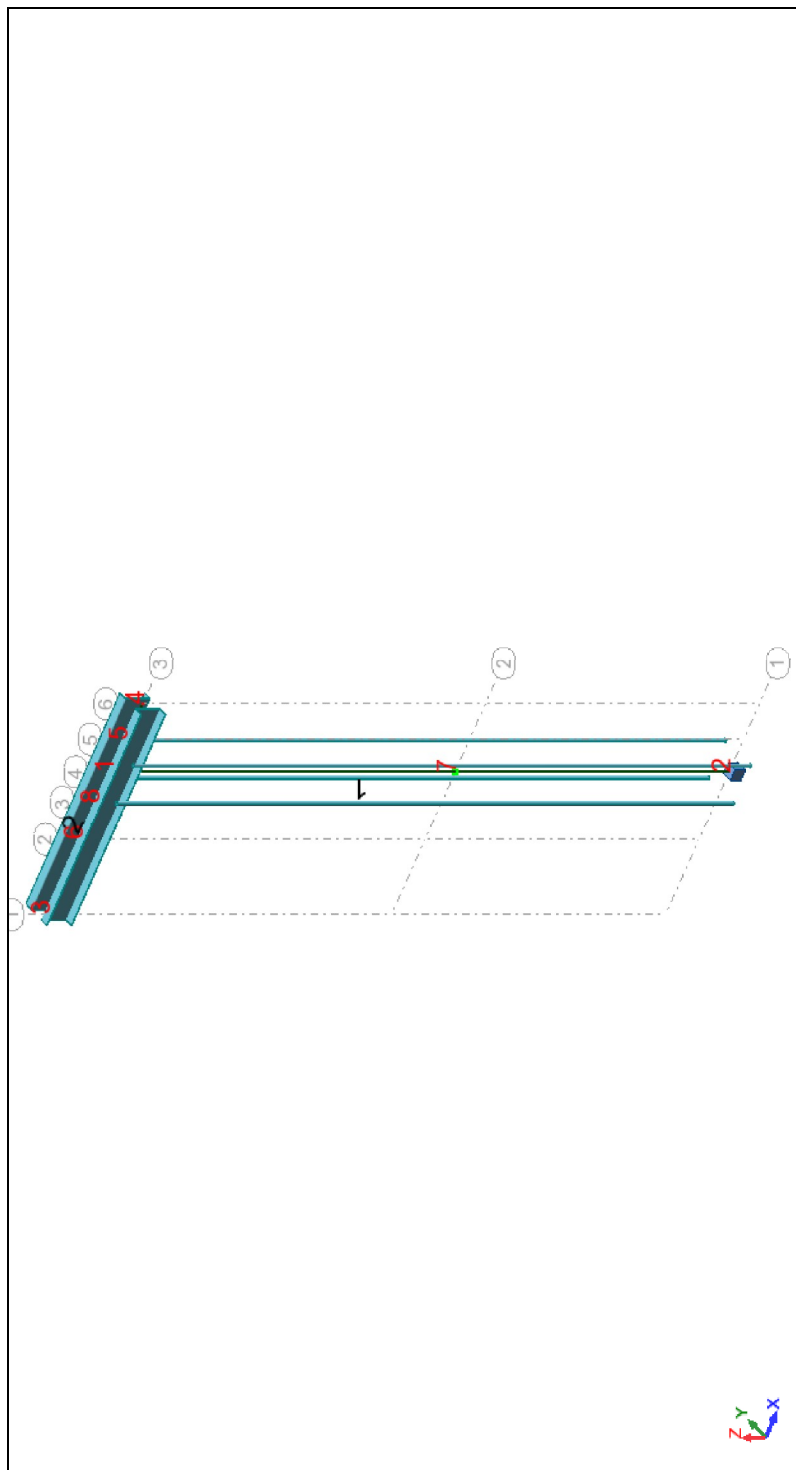
Client: Magnum

Auteur: S.Chrisment

Vue d'ensemble.....	4
Hypothèses de calculs.....	5
Propriétés des profilés.....	6
Caractéristiques - Barres.....	7
Caractéristiques - Matériaux.....	7
Nœuds.....	7
Barres.....	7
Résumé des cas de charges possibles :	8
Résultante du vent sur le linéaire de tour SC500.....	9
Cas A1+C2.....	10
Pondérations.....	10
Résultantes du vent	11
Cas A1- 9V-DOSC	11
Cas C2- 9DV-DOSC+3DV-SUB	12
Charges Résultantes.....	14
Définitions des pondérations - Cas: 6 9 [AL 76 Avril 2000] [AL 76 Avril 2000]: 1	14
Combinaisons de cas.....	14
Fleche ELS - Déformée exacte; Cas : 9A11	15
Sigma ELU - S max;S min; Cas : 6A8	16
Réactions globales aux ELU - Forces de réaction(daN);Moments de réaction(daN*m); Cas : 6A8	17
Résumé des Réactions extrêmes dans le Repère global - Format DDC - Cas: 7 8 12A14: 1 aux ELU.....	18
Contrôle de la stabilité de l'embase	18
Dimensionnement des pattes de stabilisation.....	19
Etude isolée d'une patte de stabilisation :	20
Cas E2	23
Pondérations.....	23
Résultantes du vent	24
Charges résultantes.....	25
Définitions des pondérations - Cas: 6 9 [AL 76 Avril 2000] [AL 76 Avril 2000]: 1	25
Combinaisons de cas.....	25
Fleche ELS - Déformée exacte; Cas : 9A11	26
Sigma ELU - S max;S min; Cas : 6A8	27

Réactions aux ELU - Forces de réaction(daN);Moments de réaction(daN*m); Cas : 6A8	28
Résumé des Réactions extrêmes dans le Repère global - Format DDC - Cas: 7 8 12A14: 1	29
Contrôle de la stabilité de l'embase	29
Contrôle du dimensionnement de l'axe des poulies	31
Conclusion :	35
Annexe 1- plan d'ensemble.....	36

Vue d'ensemble



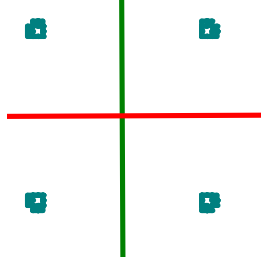
Hypothèses de calculs

- 1) Tour de son suivant plan d'ensemble ref :01311-0E1 repris dans le document en Annexe 1
- 2) Ensemble monté sur une embase béton de 2x2m ep 0.14m d'un poids mini de 1350daN
- 3) Calcul et dimensionnement des chevilles de fixation de l'embase acier sur embase béton à la charge du client
- 4) Calcul de résistance intrinsèque de la partie béton exclue de la note
- 5) Tour monté de niveau avec possibilité d'un vent maxi de 72km/h
- 6) Structure de pont en SC500 ALU en 3 modules de lg.2.8m suivant spec ASD, poids propre=18.6kg/ml, $I_y=I_z=17536\text{cm}^4$, M_y maxi de 7470daN.m aux ELU
- 7) Tête de tour mécanosoudée à deux tôles pliées symétriques pleines ep.12 suivant plan 01311-207, inertie résultante suivant §propriétés des profilés d'un poids de 180daN.
- 8) Installation de 2 pattes d'extension permettant de contrer le maitre coupe du vent arrière sur les clusters son
- 9) La partie basse des clusters sera arrimée au linéaire de tour à une hauteur de 4m/sol
- 10) Cas de charges multiples repris dans le chapitre « Résumé des cas de charges possibles »
- 11) Le soulèvement de la charge se fera par l'intermédiaire de 2 palans à chaines d'une CMU de 1T max./u permettant respectivement de lever la charge avant et arrière du bumper d'accroche.
- 12) Nous étudierons le comportement de la tour dans sa sollicitation la plus défavorable c'est-à-dire charges de cluster assurées sur la tête de tour avec chaines des palans relâchées.

Propriétés des profilés

Caractéristiques de la section:

scar 500x500x5



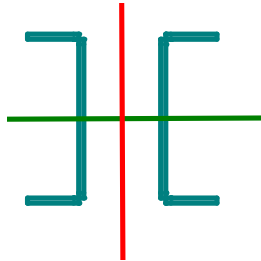
HY=547.0, HZ=547.0 [mm]

AX=28.131 [cm²]

IX=5826.000, IY=17443.249, IZ=17443.249 [cm⁴]

Matériau=6060-T6

tete 500



HY=420.0, HZ=370.0 [mm]

AX=138.749 [cm²]

IX=40.684, IY=26120.493, IZ=21150.485 [cm⁴]

Matériau=5754-H111

Caractéristiques - Barres

Nom de la section	Liste des barres	AX [cm2]	AY [cm2]	AZ [cm2]	IX [cm4]	IY [cm4]	IZ [cm4]
scar 500x500x5	1	28.131	0.0	0.0	5826.000	17443.249	17443.249
tete 500	2	138.749	0.0	0.0	40.684	26120.493	21150.485

Caractéristiques - Matériaux

	Matériau	E [daN/mm2]	G [daN/mm2]	NU	LX [1/°C]	RO [daN/m3]	Re [daN/mm2]
1	6060-T6	7950.00	2780.00	0.34	0.00	2700.00	21.50
2	5754-H1-11	7000.00	2780.00	0.34	0.00	2700.00	10.00

Nœuds

Noeud	X [m]	Y [m]	Z [m]	Code de l'appui	Appui
1	0.0	0.0	9.000		
2	0.0	0.0	0.0	bbbbbb	Encastrement
3	-1.900	0.0	9.000		
4	0.900	0.0	9.000		
5	0.430	0.0	9.000		
6	-0.900	0.0	9.000		
7	0.0	0.0	4.000		
8	-0.400	0.0	9.000		

Barres

Barre	Noeud 1	Noeud 2	Section	Matériau	Longueur [m]	Gamma [Deg]	Type de barre	Élément de construction
1	1	2	scar 500-x500x5	6060-T6	9.000	90.0	Barre 1/300	Barre
2	3	4	tete 500	5754-H111	2.800	-0.0	Barre 1/300	Barre

Ref Cluster	marque	L	H	P	surface coté		surface face		poids unitaire							
		m	m	m	m²	m²	kg									
V-DOSC	I-acoustic	1.3	0.434	0.565	0.25	0.56	122									
	KUDO							I-acoustic	0.876	0.356	0.699	0.25	0.31	87		
	DV-DOSC							I-acoustic	0.695	0.228	0.449	0.10	0.16	32		
	DV-SUB							I-acoustic	0.695	0.708	0.695	0.49	0.49	93		
	KARA							I-acoustic	0.73	0.25	0.383	0.10	0.18	26		
N°cas	Config	nb cluster	nb sub	H	P	coté		face		effort suspensions		poids total théorique		entraxe	profondeur	
A1	9V-DOSC	9	0	3.9	0.565	2.21	1.3	5.08	680	62%	418	38%	1098	1.05	1.5	
A2	6V-DOSC	6	0	2.604	0.565	1.47	1.3	3.39	450	61%	282	39%	732	1.05	1.5	
B1	9 KUDO	9	0	3.2	0.689	2.21	0.876	2.81	485	62%	298	38%	783 SA		1	
B2	6 KUDO	6	0	2.1	0.689	1.47	0.876	1.87	323	62%	199	38%	522 SA		1	
C1	12DV-DOSC	12	0	2.7	0.449	1.23	0.695	1.90	238	62%	146	38%	384	0.4	1.1	
C2	9DV-DOSC+3DV-SUB	9	3	4.176	0.574	2.40	0.695	2.90	500	88%	67	12%	567	0.4	1.1	
D	6DV-DOSC+2DV-SUB	6	2	2.704	0.574	1.60	0.695	1.93	332	88%	46	12%	378	0.4	1.1	
E1	12 KARA	12	0	3.0	0.383	1.15	0.73	2.19	180	58%	132	42%	312	0.9	1.2	
E2	6 KARA	6	0	1.5	0.383	0.57	0.73	1.10	91	58%	65	42%	156	0.9	1.2	
		mini	1.5	0.383	0.57	0.73	1.10	91.00	46.00	156.00	0.40	1.00				
		maxi	4.176	0.574	2.40	1.30	5.08	680.00	418.00	1098.00	1.05	1.50				

Cas mini : E2

Résultante du vent sur le linéaire de tour SC500

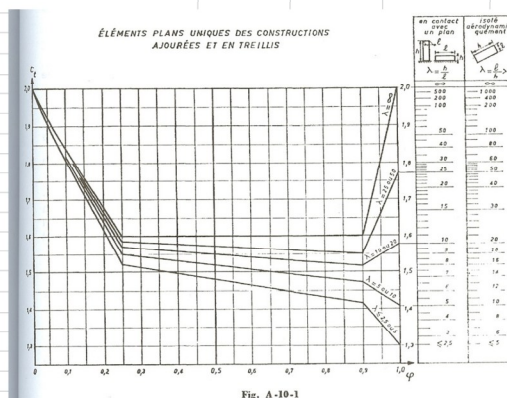
calcul des efforts resultants au vent sur structures à treillis

dimensions de la structure hors tout		articles
hauteur	8800 mm	
largeur	550 mm	
rapport des dimensions (lambda)	16.00 λ	p.71 1.321
données du vent		
Vitesse du vent	72 km/h	
	20 m/s	
pression de base du vent	25 daN/m ²	1.232
coefficient de masque (Km)	1	1.243
coefficient de site (Ks)	1	1.242
Coefficient de hauteur maxi (Delta)	0.84 δ	p.63 1.244
qh/q10	0.97	1.241
Actions dynamiques		
Période de structure	2.08 s	
Coefficient de réponse (χ)	2.32 ξ	p.83 1.511
Coefficient de pulsation (Taux)	0.36 τ	p.83 1.511
Coefficient dynamique (Beta)	1.8 β	p.81 1.511
Valeur Analytique de pression dyn. (qr)	37 daN/m ²	

Résultante des actions		articles
Action d'ensemble (Taux) T	100 daN	5.22
Décomposition d'actions		
Métré total des tubes (1f)	38.7 m	
Vent de face (Faces 1 et 3)		
efforts normal sur tubes par face	1.29 daN/ml	
Vent oblique (Faces 1/2/3/4)		
Coefficient de vent oblique (Khi)	1.19 χ	
Action d'ensemble (Taux.Khi)	119 daN	
efforts normal sur tubes par face	0.55 daN/ml	

elements de structures		articles
membrures sur 1 face		
diametres membrures	50 mm	
nb membrures	2	
lg membrures	8800 mm	
surface au vent M	0.88 m ²	
metré total des membrures(1f)	17.60 ml	
treillis sur 1 face		
diametres treillis	30 mm	
nb treillis	35	
lg treillis	600 mm	
surface au vent I	0.63 m ²	
metré total des treillis(1f)	21.12 ml	
surface 1 face pleine (S)	4.84 m ²	p.181 5.11
Surface totale tubes 1 face (Sp)	1.51 m ²	p.181 5.11
% sections pleines (Phi)	0.31 φ	p.181 5.11
Coefficient de traînée (Ct)	1.80	p.187/301 5.231

$$0.08 \leq \varphi \leq 0.35$$



Pour un linéaire de 9m, nous adopterons pour la suite des calculs la valeur de 100daN/9ml=11.1daN/ml dirigé suivant la direction du vent étudiée.

Cas A1+C2

Pondérations

**Pondérations suivant le règlement :
AL 76 Avril 2000**

Paramètres de la création des pondérations

Type de pondérations : complètes

Liste de cas actifs :

1: pp	permanente	G1
2: cluster_a1	permanente	G1
3: vent_cote_c2	vent	W1
4: vent_arriere_a1	vent	W1
5: vent_face_a1	vent	W1

Liste de modèles de combinaison :

EFF	normale (1 charge variable)
EFF	normale (2 charges variables)
EFF	normale (3 charges variables)
DEP	Déplacement

Liste de groupes définis :

permanente:	G1	et,
vent:	W1	ou excl.,

Liste de relations définies :

permanente:	G1
d'exploitation:	Q1
vent:	W1

Résultantes du vent

Cas A1- 9V-DOSC

Vent de coté

calcul des efforts resultants d'un panneau isolé vertical

dimensions de la structure hors tout		articles
hauteur (h)	3900	
largeur (l)	565 mm	
éloignement du panneau du sol -e-	4000 mm	
rapport des dimensions (lambda)	6.90	p.71 1.321
rapport e/h	1.03	
données du vent		
Vitesse du vent	72 km/h	
pression de base du vent	20 m/s	
coefficient de masque (Km)	25 daN/m2	1.232
coefficient de site (Ks)	1	1.243
coefficient de hauteur maxi (Delta)	0.88	1.242
qh/q10	0.86	p.63 1.244
Actions dynamiques		
Periode de structure	2.08 s	
Coefficient de réponse (Xl)	2.32	p.83 1.511
Coefficient de pulsation (Taux)	0.36	p.83 1.511
Coefficient dynamique (Beta)	1.8	p.81 1.511
Valeur Analytique de pression dyn. (qr)	34 daN/m2	
Résultante des actions		
Coefficient de trainée (Ct)	1.35	p.165 4.13
Surface au vent (panneau plein)	2.20 m2	
Action d'ensemble répartie	46.00 daN/m2	
Action d'ensemble (Taux)	101 daN	p167 4.15
9VDOSC COTE		

4.13 RAPPORT DE DIMENSIONS λ

λ est le rapport de la hauteur h à la dimension horizontale l du panneau considéré : $\lambda = \frac{h}{l}$.

λ est toujours considéré comme infini pour des panneaux éloignés du sol compris entre deux plans.

4.14 COEFFICIENT GLOBAL DE TRAINÉE C_t

Le coefficient global de trainée C_t , applicable à la surface réelle S du panneau, soit en contact avec le sol, soit éloigné du sol d'une distance $e > h$, est donné en fonction de λ par l'échelle fonctionnelle de la figure R-III-13.

Pour les panneaux éloignés du sol d'une distance $e < h$, on interpole linéairement en fonction du rapport $\frac{e}{h}$ entre les valeurs correspondantes à :

$e = 0$ et $e = h$.

$$C_{te} = C_{t_{e=0}} - \left(\frac{e}{h} \times (C_{t_{e=0}} - C_{t_{e=h}}) \right)$$

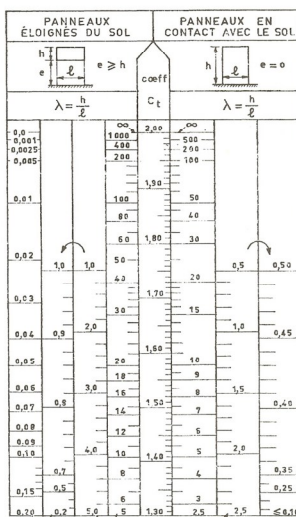


Fig. R-III-13. — Panneaux pleins. Coefficient C_t .

Vent de face

calcul des efforts resultants d'un panneau isolé vertical

dimensions de la structure hors tout		articles
hauteur (h)	3900	
largeur (l)	1300 mm	
éloignement du panneau du sol -e-	4000 mm	
rapport des dimensions (lambda)	3.00	p.71 1.321
rapport e/h	1.03	
données du vent		
Vitesse du vent	72 km/h	
	20 m/s	
pression de base du vent	25 daN/m ²	1.232
coefficient de masque (Km)	1	1.243
coefficient de site (Ks)	1	1.242
Coefficient de hauteur maxi (Delta)	0.88	p.63 1.244
qh/q10	0.86	1.241
Actions dynamiques		
Période de structure	2.08 s	
Coefficient de réponse (Xi)	2.32	p.83 1.511
Coefficient de pulsation (Taux)	0.36	p.83 1.511
Coefficient dynamique (Beta)	1.8	p.81 1.511
Valeur Analytique de pression dyn. (qr)	34 daN/m ²	
Résultante des actions		
Coefficient de trainée (Ct)	1.52	p.165 4.13
Surface au vent (panneau plein)	5.07 m ²	
Action d'ensemble répartie	51.79 daN/m ²	
Action d'ensemble (Taux)	263 daN	p167 4.15

4,13 RAPPORT DE DIMENSIONS λ

λ est le rapport de la hauteur h à la dimension horizontale l du panneau considéré : $\lambda = \frac{h}{l}$.

λ est toujours considéré comme infini pour des panneaux éloignés du sol compris entre deux plans.

4,14 COEFFICIENT GLOBAL DE TRAINÉE C_t

Le coefficient global de trainée C_t , applicable à la surface réelle S du panneau, soit en contact avec le sol, soit éloigné du sol d'une distance $e > h$, est donné en fonction de λ par l'échelle fonctionnelle de la figure R-III-13.

Pour les panneaux éloignés du sol d'une distance $e < h$, on interpole linéairement en fonction du rapport $\frac{e}{h}$ entre les valeurs

correspondant à :

$e = 0$ et $e = h$.

$$C_{te} = C_{te=0} - \left[\frac{e}{h} \times (C_{te=0} - C_{te=h}) \right]$$

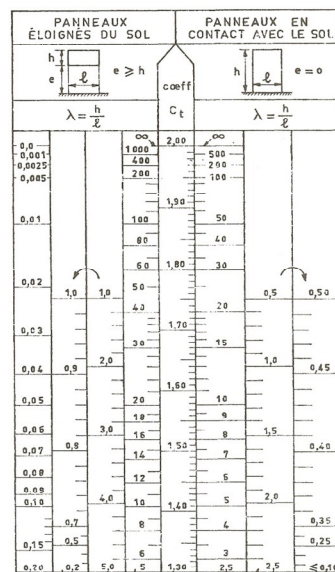


Fig. R-III-13. — Panneaux pleins. Coefficient C_t .

Cas C2- 9DV-DOSC+3DV-SUB

Vent de coté

calcul des efforts resultants d'un panneau isolé vertical

dimensions de la structure hors tout		articles
hauteur (h)	4180	
largeur (l)	574 mm	
éloignement du panneau du sol -e-	4000 mm	
rapport des dimensions (lambda)	7.28	p.71 1.321
rapport e/h	0.96	
données du vent		
Vitesse du vent	72 km/h	
	20 m/s	
pression de base du vent	25 daN/m ²	1.232
coefficient de masque (Km)	1	1.243
coefficient de site (Ks)	1	1.242
Coefficient de hauteur maxi (Delta)	0.88	p.63 1.244
qh/q10	0.86	1.241
Actions dynamiques		
Période de structure	2.08 s	
Coefficient de réponse (Xi)	2.32	p.83 1.511
Coefficient de pulsation (Taux)	0.36	p.83 1.511
Coefficient dynamique (Beta)	1.8	p.81 1.511
Valeur Analytique de pression dyn. (qr)	34 daN/m ²	
Résultante des actions		
Coefficient de trainée (Ct)	1.35	p.165 4.13
Surface au vent (panneau plein)	2.40 m ²	
Action d'ensemble répartie	46.18 daN/m ²	
Action d'ensemble (Taux)	111 daN	p167 4.15

4,13 RAPPORT DE DIMENSIONS λ

λ est le rapport de la hauteur h à la dimension horizontale l du panneau considéré : $\lambda = \frac{h}{l}$.

λ est toujours considéré comme infini pour des panneaux éloignés du sol compris entre deux plans.

4,14 COEFFICIENT GLOBAL DE TRAINÉE C_t

Le coefficient global de trainée C_t , applicable à la surface réelle S du panneau, soit en contact avec le sol, soit éloigné du sol d'une distance $e > h$, est donné en fonction de λ par l'échelle fonctionnelle de la figure R-III-13.

Pour les panneaux éloignés du sol d'une distance $e < h$, on interpole linéairement en fonction du rapport $\frac{e}{h}$ entre les valeurs

correspondant à :

$e = 0$ et $e = h$.

$$C_{te} = C_{te=0} - \left[\frac{e}{h} \times (C_{te=0} - C_{te=h}) \right]$$

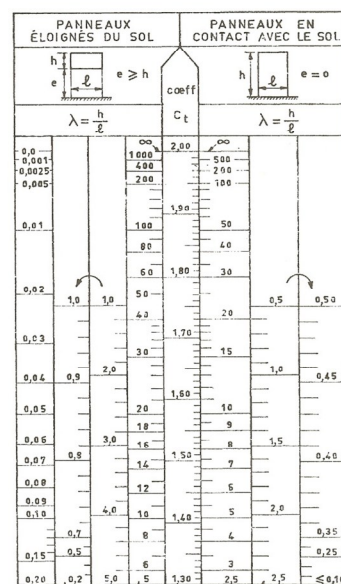


Fig. R-III-13. — Panneaux pleins. Coefficient C_t .

Vent de Face

calcul des efforts resultants d'un panneau isolé vertical

dimensions de la structure hors tout		articles
hauteur (h)	4180	
largeur (l)	695 mm	
éloignement du panneau du sol -e-	4000 mm	
rapport des dimensions (lambda)	6.01	p.71 1.321
rapport e/h	0.96	
données du vent		
Vitesse du vent	72 km/h	
	20 m/s	
pression de base du vent	25 daN/m ²	1.232
coefficient de masque (Km)	1	1.243
coefficient de site (Ks)	1	1.242
Coefficient de hauteur maxi (Delta)	0.88	p.63 1.244
qh/q10	0.86	1.241
Actions dynamiques		
Période de structure	2.08 s	
Coefficient de réponse (Xi)	2.32	p.83 1.511
Coefficient de pulsation (Taux)	0.36	p.83 1.511
Coefficient dynamique (Beta)	1.8	p.81 1.511
Valeur Analytique de pression dyn. (qr)	34 daN/m ²	
Résultante des actions		
Coefficient de trainée (Ct)	1.32	p.165 4.13
Surface au vent (panneau plein)	2.91 m ²	
Action d'ensemble répartie	45.15 daN/m ²	
Action d'ensemble (Iaux)	131 daN	p167 4.15

4,13

RAPPORT DE DIMENSIONS λ

λ est le rapport de la hauteur h à la dimension horizontale l du panneau considéré : $\lambda = \frac{h}{l}$.

λ est toujours considéré comme infini pour des panneaux éloignés du sol compris entre deux plans.

4,14

COEFFICIENT GLOBAL DE TRAINÉE c_t

Le coefficient global de trainée c_t , applicable à la surface réelle S du panneau, soit en contact avec le sol, soit éloigné du sol d'une distance $e > h$, est donné en fonction de λ par l'échelle fonctionnelle de la figure R-III-13.

Pour les panneaux éloignés du sol d'une distance $e < h$, on interpole linéairement en fonction du rapport $\frac{e}{h}$ entre les valeurs correspondantes à :

$$e = 0 \text{ et } e = h.$$

$$c_{tech} = c_{te=0} - \left[\frac{e}{h} \times (c_{te=0} - c_{te=h}) \right]$$

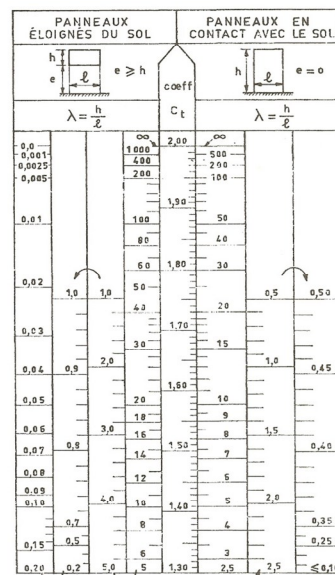


Fig. R-III-13. — Panneaux pleins. Coefficient c_t .

Charges Résultantes

Cas	Préfixe	Type de charge	Liste	Valeurs de la charge	Remarques utilisateur
1	pp	poids propre	1	PZ Moins Coef=2.40	sc500 18.6kg/ml
1	pp	force nodale	2	FZ=-1565.00[daN]	embase beton
1	pp	force nodale	8	FZ=-180.00[daN]	pp_tete de tour
2	cluster_9vdosc	force nodale	6	FZ=-360.00[daN]	9V-DOSC
2	cluster_9vdosc	force nodale	3	FZ=-680.00[daN]	9V-DOSC
3	vent_cote_9vdosc	force nodale	3 7	FY=55.00[daN]	9DV-DSOC+3SUB
3	vent_cote_9vdosc	charge uniforme	1	PY=11.10[daN/m]	vent sur tour
4	vent_arriere_9vdosc	force nodale	3 7	FX=-131.00[daN]	9V-DOSC
4	vent_arriere_9vdosc	charge uniforme	1	PX=-11.10[daN/m]	vent sur tour
5	vent_face_9vdosc	force nodale	3 7	FX=131.00[daN]	9V-DOSC
5	vent_face_9vdosc	charge uniforme	1	PX=11.10[daN/m]	vent sur tour

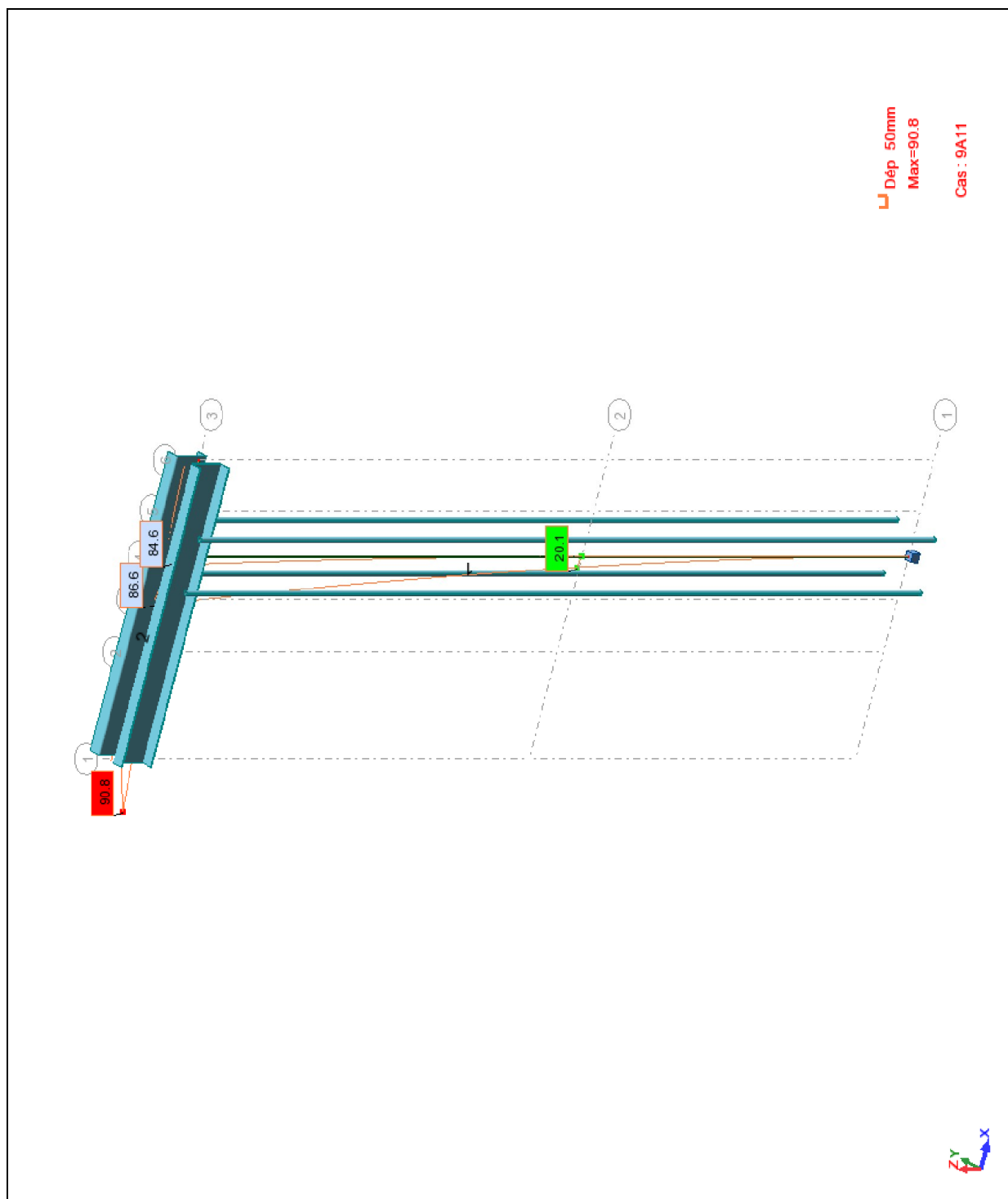
Définitions des pondérations - Cas: 6 9 [AL 76 Avril 2000] [AL 76 Avril 2000]: 1

Combinaison/Comp.	Définition
EFF/ 1	pp*1.50 + cluster_9vdosc*1.50
EFF/ 2	pp*1.00 + cluster_9vdosc*1.00
EFF/ 3	pp*1.50 + cluster_9vdosc*1.50 + vent_cote_9vdosc*1.70
EFF/ 4	pp*1.50 + cluster_9vdosc*1.50 + vent_arriere_9vdosc*1.70
EFF/ 5	pp*1.50 + cluster_9vdosc*1.50 + vent_face_9vdosc*1.70
EFF/ 6	pp*1.00 + cluster_9vdosc*1.00 + vent_cote_9vdosc*1.70
EFF/ 7	pp*1.00 + cluster_9vdosc*1.00 + vent_arriere_9vdosc*1.70
EFF/ 8	pp*1.00 + cluster_9vdosc*1.00 + vent_face_9vdosc*1.70
DEP/ 1	pp*1.00 + cluster_9vdosc*1.00
DEP/ 2	pp*1.00 + cluster_9vdosc*1.00 + vent_cote_9vdosc*1.00
DEP/ 3	pp*1.00 + cluster_9vdosc*1.00 + vent_arriere_9vdosc*1.00
DEP/ 4	pp*1.00 + cluster_9vdosc*1.00 + vent_face_9vdosc*1.00

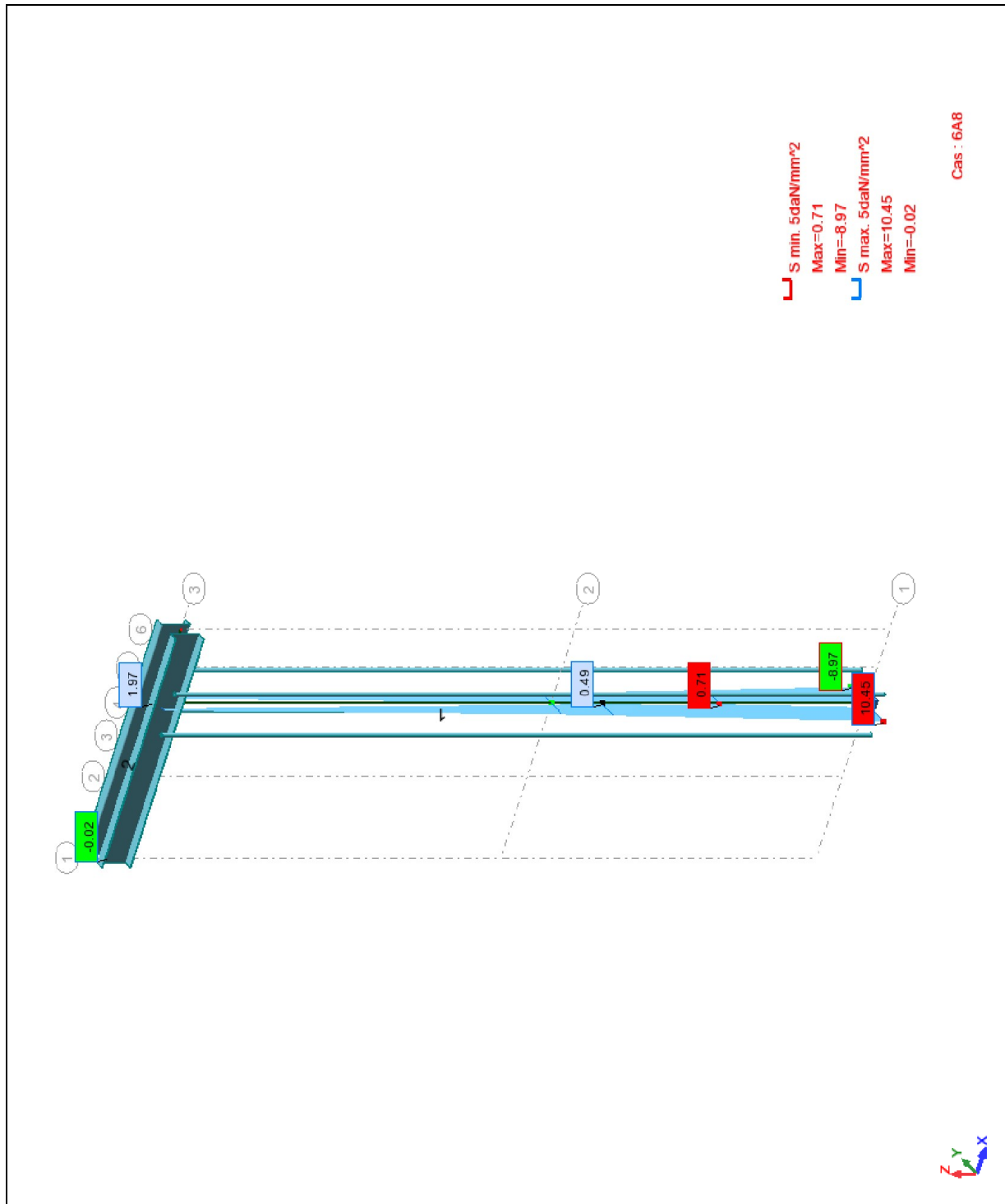
Combinaisons de cas

Combinaison	Définition
12 (C)	(pp+cluster_9vdosc)*1.00+vent_face_9vdosc*1.70
13 (C)	(pp+cluster_9vdosc)*1.50+vent_arriere_9vdosc*1.70
14 (C)	(pp+cluster_9vdosc)*1.50+vent_cote_9vdosc*1.70

Fleche ELS - Déformée exacte; Cas : 9A11

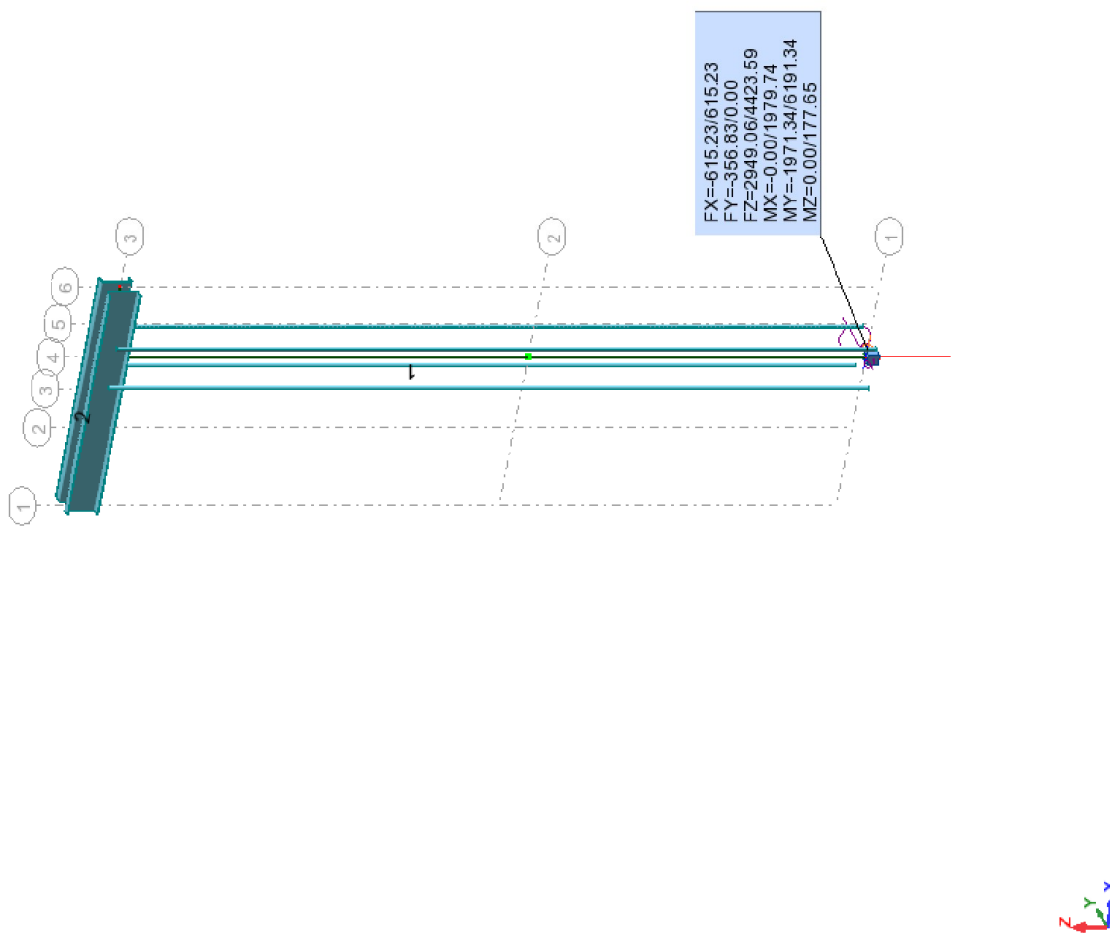


Sigma ELU - S max;S min; Cas : 6A8



Réactions globales aux ELU - Forces de réaction(daN);Moments de réaction(daN*m); Cas : 6A8

Cas : 6A8



Résumé des Réactions extrêmes dans le Repère global - Format DDC - Cas: 7 8 12A14: 1 aux ELU

Enveloppes extrêmes

Noeud/Cas	Nom du cas	FX [daN]	FY [daN]	FZ [daN]	MX [daNm]	MY [daNm]	MZ [daNm]
2/ EFF+	EFF+	-615.23	-0.00	-4423.59	-1979.74	-6191.34	-177.65
2/ EFF-	EFF-	615.23	356.83	-2949.06	0.00	1971.34	-0.00
2/ 12 (C)	EFF/8=1*1.00 + 2*1.00 + 5*1.70	615.23	-0.00	-2949.06	0.00	1971.34	-0.00
2/ 13 (C)	EFF/4=1*1.50 + 2*1.50 + 4*1.70	-615.23	-0.00	-4423.59	0.00	-6191.34	-0.00
2/ 14 (C)	EFF/3=1*1.50 + 2*1.50 + 3*1.70	-0.00	356.83	-4423.59	-1979.74	-2532.00	-177.65

La stabilité au glissement de la dalle suivant FX ou FY laisse apparaître dans la combinaison 12 la plus défavorable un coefficient maxi de glissement au sol devant être supérieur à $\frac{FX_{max} \text{ ou } FY_{max}}{FZ_{min}} = \frac{615}{2949}$ soit un coefficient de sol mini de $\text{tg} \rho \geq 0.21$.

Le moment fléchissant max de 6191daNm reste inférieur au moment acceptable des poutres SC500 (My/Mz max de 7470daNm)

Contrôle de la stabilité de l'embase

1) La combinaison 12, résume les réactions du cas suivant :

12 (C)	(pp+cluster_9vdesc)*1.00+vent_face_9vdesc*1.70
--------	--

Ce cas sera retenu pour le contrôle de la stabilité arrière de l'embase béton

L'effort de soulèvement du au couple de basculement de la tour de MY :1972daNm est de :

$$Fs1 = \frac{MY}{R} = \frac{1972}{1m} = 1972daN = Fs1 \leq FZ1 = 2949daN \text{ (descente de charge verticale au centre de la dalle béton)}$$

Donc il n'y a pas de risque de basculement dans ce cas

2) La combinaison 13, résume les réactions du cas suivant :

13 (C)

(pp+cluster_9vdosc)*1.50+vent_arriere_9vdosc*1.70

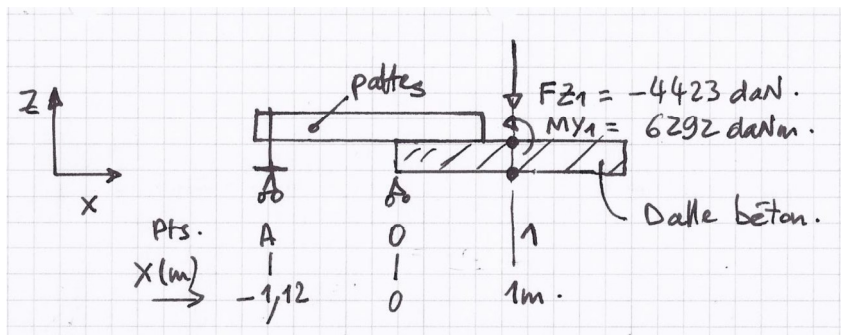
Ce cas sera retenu pour le contrôle de la stabilité avant de l'embase béton ainsi que pour le dimensionnement des pattes avant.

L'effort de soulèvement du au couple de basculement de la tour de MY :6292daNm est de :

$$F_{s2} = \frac{MY}{R} = \frac{6292}{1m} = 6292 daN = F_{s2} \gg F_{Z2} = 4423 daN \text{ (descente de charge verticale au centre de la dalle béton)}$$

Donc il y a risque de basculement de l'embase dans ce cas, il conviendra donc d'ajouter, des pattes de stabilisation pour ce cas précis.

Dimensionnement des pattes de stabilisation



$$F_{ZA} = F_{MYA} + F_{Z1A} \text{ avec } F_{MYA} = +\frac{6292}{1.12} = 5617 daN \text{ et } F_{Z1A} = F_{Z1} \times \frac{1}{1.12} = -3949 daN$$

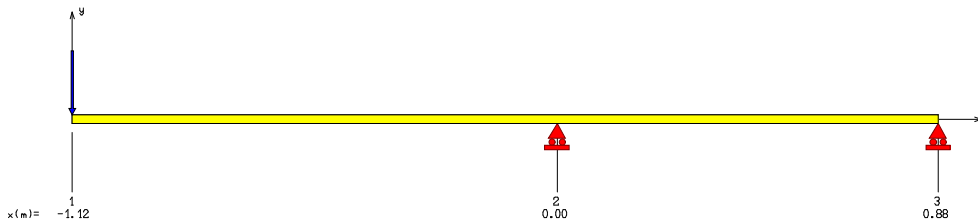
Donc $F_{ZA} = 5617 - 3949 = 1670 daN$ pour deux pattes soit 835 daN par extrémité de pattes

Cette valeur servira à la suite des calculs pour l'étude isolée d'une patte de stabilisation

$$F_{Z0} = F_{MY0} + F_{Z10} \text{ avec } F_{MY0} = -\frac{6292}{1.12} = -5617 daN \text{ et } F_{Z10} = F_{Z1} + F_{ZA} = -3949 - 4423 = -8372 daN$$

Donc $F_{Z0} = -5617 + 8372 = 2755 daN$ réparti le long de l'arête de la dalle béton

Etude isolée d'une patte de stabilisation :



+-----+
| Matériau |
+-----+

Nom du matériau = Acier
Module de Young = 210000 MPa
Masse volumique = 8000 kg/m³
Limite élastique = 250 MPa

+-----+
| Noeuds [m] |
+-----+

Noeud 1 : x = -1.120
Noeud 2 : x = 0.000
Noeud 3 : x = 0.880

+-----+
| Section(s) droite(s) |
+-----+

Noeuds 1 --> 3

Carré creux : c=140.0 e=3.6
Aire = 19.24 cm²
Moment quadratique : Iz = 590.16 cm⁴
Fibre supérieure : vy = 70.00 mm Wel.z = 84.31 cm³
Fibre inférieure : vy = 70.00 mm Wel.z = 84.31 cm³

Poids de la structure = 30.79 daN (g = 10.00 m/s²)

+-----+
| Liaison(s) nodale(s) |
+-----+

Noeud 2 : Flèche = 0
Noeud 3 : Flèche = 0

+-----+
| Cas de charge(s) |
+-----+

Charge nodale : Noeud = 1 Fy = -835.00 daN Mz = 0.00 daN.m

+-----+
| Résultats |
+-----+

+-----+
| Déplacements nodaux [m , °] |
+-----+

Noeud	Flèche	Pente
1	-0.005634	0.368941
2	0.000000	0.126823
3	0.000000	-0.063412

Dy maximal = 3.74866E-04 m à x = 0.371 m
Dy minimal = -5.63432E-03 m à x = -1.120 m

+-----+
| Efforts intérieurs [daN daN.m daN/mm2] |
+-----+

Ty = Effort tranchant Mfz = Moment fléchissant Sxx = Contrainte normale

Noeud	Ty	Mfz	Sxx
1	835.00	0.00	0.00
2	835.00	-935.20	-11.09
2	-1062.73	-935.20	-11.09
3	-1062.73	-0.00	-0.00

Moment flechissant maximal = 0.00 daN.m à -1.120 m
Moment flechissant minimal = -935.20 daN.m à 0.000 m

Contrainte normale maximale = 11.09 daN/mm2 à 0.000 m
Contrainte normale minimale = -11.09 daN/mm2 à 0.000 m

+-----+
| Action(s) de liaison [daN daN.m] |
+-----+

Noeud 2 Fy = 1897.73
Noeud 3 Fy = -1062.73

+-----+
| Informations sur le calcul |
+-----+

Pivot minimal = 1.10655110062500E+0006

Donc :

La patte en section 140x140x4 est correctement dimensionnée pour résister aux efforts et génère une contrainte normale de 11daN/mm2 pour 23.5daN/mm2 admissible aux ELU

La réaction au nœud 2 sera de 1897daN qui devra être supporté à la traction par le lot des 2 premières chevilles de fixation du fourreau en bords de dalle béton.

Le fourreau de 150x150x3 lui, possédant une plus grosse inertie que la patte (625cm4 contre 590cm4), son étude de résistance intrinsèque est incluse dans celle de la patte

3) La combinaison 14, résume les réactions du cas suivant :

14 (C)

(pp+cluster_9vdosc)*1.50+vent_cote_9vdosc*1.70

Ce cas sera retenu pour le contrôle de la stabilité latérale de l'embase béton

L'effort de soulèvement du au couple de basculement de la tour de MX :1980daNm est de :

$$Fs3 = \frac{MX}{R} = \frac{1980}{1m} = 1980daN = Fs3 \leq FZ3 = 4423daN \text{ (descente de charge verticale au centre de la dalle béton)}$$

Le MY étant plus petit que dans le cas précédent, il sera donc inclus dans l'étude 2)

Donc il n'y a pas de risque de basculement dans ce cas

Cas E2

Pondérations

**Pondérations suivant le règlement :
AL 76 Avril 2000**

Paramètres de la création des pondérations

Type de pondérations : complètes

Liste de cas actifs :

1: pp	permanente	G1
2: cluster_e2	permanente	G1
3: vent_cote_e2	vent	W1
4: vent_arriere_e2	vent	W1
5: vent_face_e2	vent	W1

Liste de modèles de combinaison :

EFF	normale (1 charge variable)
EFF	normale (2 charges variables)
EFF	normale (3 charges variables)
DEP	Déplacement

Liste de groupes définis :

permanente:	G1	et,
vent:	W1	ou excl.,

Liste de relations définies :

permanente:	G1
d'exploitation:	Q1
vent:	W1

Résultantes du vent

Vent de coté

calcul des efforts resultants d'un panneau isolé vertical

dimensions de la structure hors tout		articles
hauteur (h)	1500	
largeur (l)	383 mm	
éloignement du panneau du sol -e-	4000 mm	
rapport des dimensions (lambda)	3.92 λ	p.71 1.321
rapport e/h	2.67	
données du vent		
Vitesse du vent	72 km/h	
	20 m/s	
pression de base du vent	25 daN/m ²	1.232
coefficient de masque (Km)	1	1.243
coefficient de site (Ks)	1	1.242
Coefficient de hauteur maxi (Delta)	0.94 δ	p.63 1.244
qh/q10	0.79	1.241
Actions dynamiques		
Période de structure	2.08 s	
Coefficient de réponse (Xi)	2.32 ξ	p.83 1.511
Coefficient de pulsation (Taux)	0.36 τ	p.83 1.511
Coefficient dynamique (Beta)	1.8 β	p.81 1.511
Valeur Analytique de pression dyn. (qr)	33 daN/m ²	
Résultante des actions		
Coefficient de trainée (Ct)	1.42	p.165 4.13
Surface au vent (panneau plein)	0.57 m ²	
Action d'ensemble répartie	47.50 daN/m ²	
Action d'ensemble (Taux)	27 daN	p167 4.15

4,13 RAPPORT DE DIMENSIONS λ

λ est le rapport de la hauteur h à la dimension horizontale l du panneau considéré : $\lambda = \frac{h}{l}$.

λ est toujours considéré comme infini pour des panneaux éloignés du sol compris entre deux plans.

4,14 COEFFICIENT GLOBAL DE TRAINÉE C_t

Le coefficient global de trainée C_t , applicable à la surface réelle S du panneau, soit en contact avec le sol, soit éloigné du sol d'une distance $e > h$, est donné en fonction de λ par l'échelle fonctionnelle de la figure R-III-13.

Pour les panneaux éloignés du sol d'une distance $e < h$, on interpole linéairement en fonction du rapport $\frac{e}{h}$ entre les valeurs

correspondant à :
 $e = 0$ et $e = h$.

$$C_{t\text{côté}} = C_{t\text{e}=0} - \left[\frac{e}{h} \times (C_{t\text{e}=h} - C_{t\text{e}=0}) \right]$$

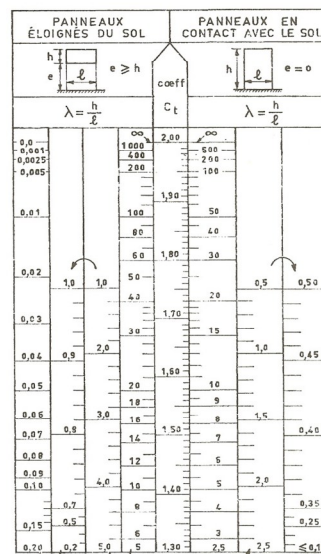


Fig. R-III-13. — Panneaux pleins. Coefficient C_t .

Vent de face

calcul des efforts resultants d'un panneau isolé vertical

dimensions de la structure hors tout		articles
hauteur (h)	1500	
largeur (l)	730 mm	
éloignement du panneau du sol -e-	4000 mm	
rapport des dimensions (lambda)	2.05 λ	p.71 1.321
rapport e/h	2.67	
données du vent		
Vitesse du vent	72 km/h	
	20 m/s	
pression de base du vent	25 daN/m ²	1.232
coefficient de masque (Km)	1	1.243
coefficient de site (Ks)	1	1.242
Coefficient de hauteur maxi (Delta)	0.94 δ	p.63 1.244
qh/q10	0.79	1.241
Actions dynamiques		
Période de structure	2.08 s	
Coefficient de réponse (Xi)	2.32 ξ	p.83 1.511
Coefficient de pulsation (Taux)	0.36 τ	p.83 1.511
Coefficient dynamique (Beta)	1.8 β	p.81 1.511
Valeur Analytique de pression dyn. (qr)	33 daN/m ²	
Résultante des actions		
Coefficient de trainée (Ct)	1.64	p.165 4.13
Surface au vent (panneau plein)	1.10 m ²	
Action d'ensemble répartie	54.85 daN/m ²	
Action d'ensemble (Taux)	60 daN	p167 4.15

4,13 RAPPORT DE DIMENSIONS λ

λ est le rapport de la hauteur h à la dimension horizontale l du panneau considéré : $\lambda = \frac{h}{l}$.

λ est toujours considéré comme infini pour des panneaux éloignés du sol compris entre deux plans.

4,14 COEFFICIENT GLOBAL DE TRAINÉE C_t

Le coefficient global de trainée C_t , applicable à la surface réelle S du panneau, soit en contact avec le sol, soit éloigné du sol d'une distance $e > h$, est donné en fonction de λ par l'échelle fonctionnelle de la figure R-III-13.

Pour les panneaux éloignés du sol d'une distance $e < h$, on interpole linéairement en fonction du rapport $\frac{e}{h}$ entre les valeurs

correspondant à :
 $e = 0$ et $e = h$.

$$C_{t\text{côté}} = C_{t\text{e}=0} - \left[\frac{e}{h} \times (C_{t\text{e}=h} - C_{t\text{e}=0}) \right]$$

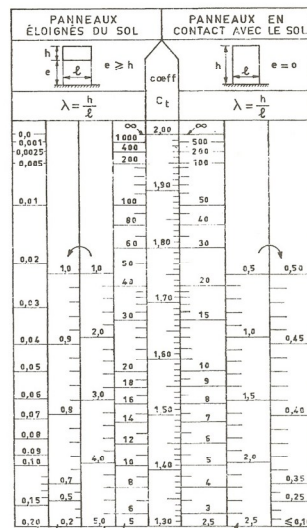


Fig. R-III-13. — Panneaux pleins. Coefficient C_t .

Charges résultantes

Cas	Préfixe	Type de charge	Liste	Valeurs de la charge	Remarques utilisateur
1	pp	poids propre	1	PZ Moins Coef=2.40	sc500 18.6kg/ml
1	pp	force nodale	2	FZ=-1565.00[daN]	embase beton
1	pp	force nodale	8	FZ=-180.00[daN]	pp_tete de tour
2	cluster_9vdosc	force nodale	6	FZ=-91.00[daN]	6 KARA
2	cluster_9vdosc	force nodale	3	FZ=-65.00[daN]	6 KARA
3	vent_cote_9vdosc	force nodale	3 7	FY=15.00[daN]	6 KARA
3	vent_cote_9vdosc	charge uniforme	1	PY=11.10[daN/m]	vent sur tour
4	vent_arriere_9vdosc	force nodale	3 7	FX=-30.00[daN]	6 KARA
4	vent_arriere_9vdosc	charge uniforme	1	PX=-11.10[daN/m]	vent sur tour
5	vent_face_9vdosc	force nodale	3 7	FX=30.00[daN]	6 KARA
5	vent_face_9vdosc	charge uniforme	1	PX=11.10[daN/m]	vent sur tour

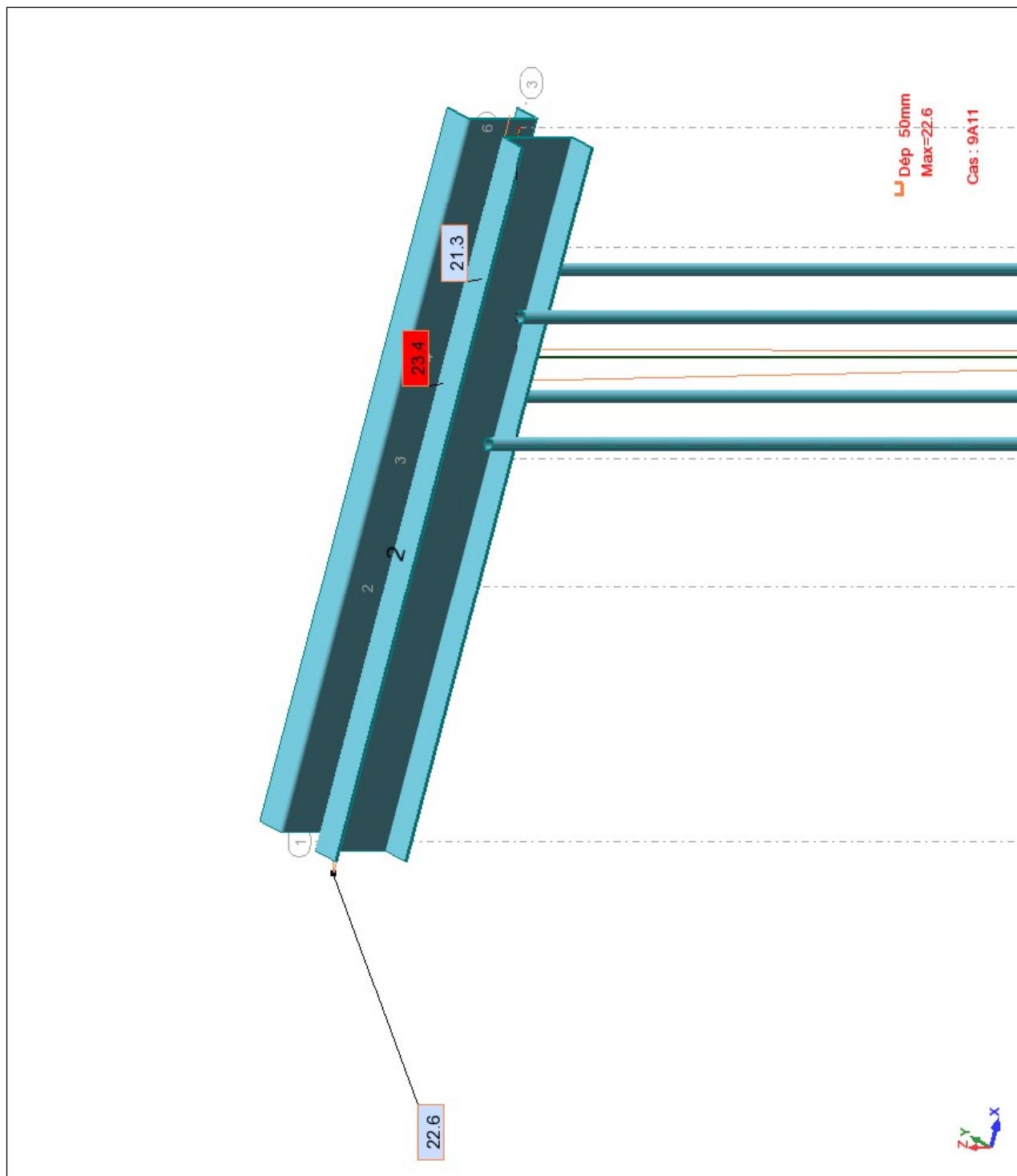
Définitions des pondérations - Cas: 6 9 [AL 76 Avril 2000] [AL 76 Avril 2000]: 1

Combinaison/Comp.	Définition
EFF/ 1	pp*1.50 + cluster_e2*1.50
EFF/ 2	pp*1.00 + cluster_e2*1.00
EFF/ 3	pp*1.50 + cluster_e2*1.50 + vent_cote_e2*1.70
EFF/ 4	pp*1.50 + cluster_e2*1.50 + vent_arriere_e2*1.70
EFF/ 5	pp*1.50 + cluster_e2*1.50 + vent_face_e2*1.70
EFF/ 6	pp*1.00 + cluster_e2*1.00 + vent_cote_e2*1.70
EFF/ 7	pp*1.00 + cluster_e2*1.00 + vent_arriere_e2*1.70
EFF/ 8	pp*1.00 + cluster_e2*1.00 + vent_face_e2*1.70
DEPI 1	pp*1.00 + cluster_e2*1.00
DEPI 2	pp*1.00 + cluster_e2*1.00 + vent_cote_e2*1.00
DEPI 3	pp*1.00 + cluster_e2*1.00 + vent_arriere_e2*1.00
DEPI 4	pp*1.00 + cluster_e2*1.00 + vent_face_e2*1.00

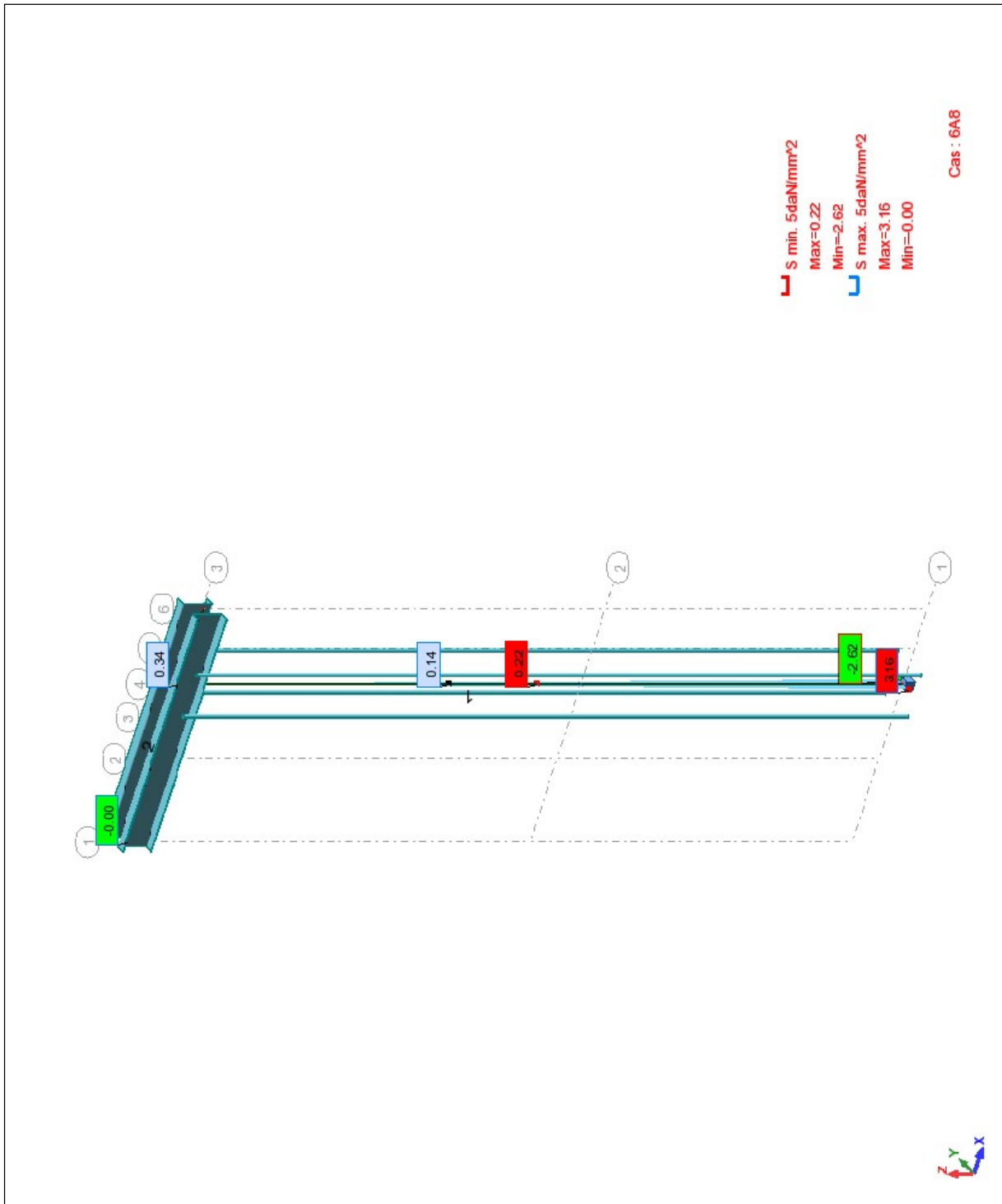
Combinaisons de cas

Combinaison	Définition
12 (C)	(pp+cluster_e2)*1.00+vent_face_e2*1.70
13 (C)	(pp+cluster_e2)*1.50+vent_arriere_e2*1.70
14 (C)	(pp+cluster_e2)*1.50+vent_cote_e2*1.70

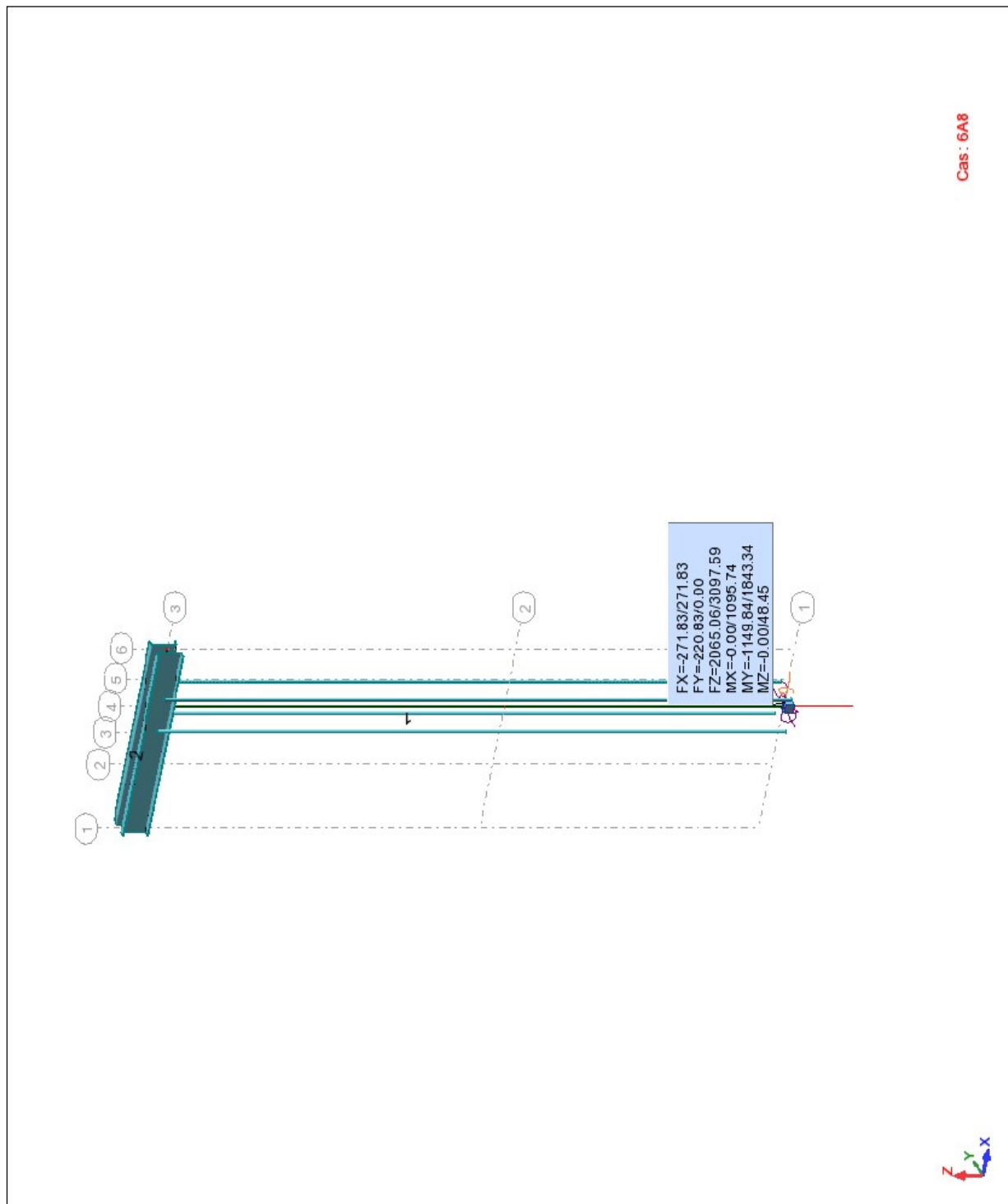
Fleche ELS - Déformée exacte; Cas : 9A11



Sigma ELU - S max;S min; Cas : 6A8



Réactions aux ELU - Forces de réaction(daN);Moments de réaction(daN*m); Cas : 6A8



Résumé des Réactions extrêmes dans le Repère global - Format DDC - Cas: 7 8 12A14: 1

Enveloppes extrêmes

Noeud/Cas	Nom du cas	FX [daN]	FY [daN]	FZ [daN]	MX [daNm]	MY [daNm]	MZ [daNm]
2/ EFF+	EFF+	-271.83	-0.00	-3097.59	-1095.74	-1843.34	-48.45
2/ EFF-	EFF-	271.83	220.83	-2065.06	0.00	1149.84	0.00
2/ 12 (C)	EFF/8=1*1.00 + 2*1.00 + 5*1.70	271.83	0.00	-2065.06	-0.00	1149.84	0.00
2/ 13 (C)	EFF/4=1*1.50 + 2*1.50 + 4*1.70	-271.83	-0.00	-3097.59	0.00	-1843.34	-0.00
2/ 14 (C)	EFF/3=1*1.50 + 2*1.50 + 3*1.70	-0.00	220.83	-3097.59	-1095.74	-416.10	-48.45

La stabilité au glissement de la dalle suivant FX ou FY laisse apparaître dans la combinaison 12 la plus défavorable un coefficient maxi de glissement au sol devant être supérieur à $\frac{FX_{max} \text{ ou } FY_{max}}{FZ_{min}} = \frac{272}{2065}$ soit un coefficient de sol mini de $\tan \rho \geq 0.13$.

Le moment fléchissant max de 3098daNm reste inférieur au moment acceptable des poutres SC500 (My/Mz max de 7470daNm)

Contrôle de la stabilité de l'embase

1) La combinaison 12, résume les réactions du cas suivant :

12 (C)	(pp+cluster_e2)*1.00+vent_face_e2*1.70
--------	--

Ce cas sera retenu pour le contrôle de la stabilité arrière de l'embase béton

L'effort de soulèvement du au couple de basculement de la tour de MY :1150daNm est de :

$F_{s1} = \frac{MY}{R} = \frac{1150}{1m} = 1150daN = F_{s1} \leq F_{Z1} = 2065daN$ (descente de charge verticale au centre de la dalle béton)

Donc il n'y a pas de risque de basculement dans ce cas

2) La combinaison 13, résume les réactions du cas suivant :

13 (C)

(pp+cluster_e2)*1.50+vent_arriere_e2*1.70

Ce cas sera retenu pour le contrôle de la stabilité avant de l'embase béton ainsi que pour le dimensionnement des pattes avant.

L'effort de soulèvement du au couple de basculement de la tour de MY :1843daNm est de :

$$F_{S2} = \frac{MY}{R} = \frac{1843}{1m} = 1843daN = F_{S2} \leq F_{Z2}=4423daN \text{ (descente de charge verticale au centre de la dalle béton)}$$

Donc il n'y a pas de risque de basculement dans ce cas

3) La combinaison 14, résume les réactions du cas suivant :

14 (C)

(pp+cluster_e2)*1.50+vent_cote_e2*1.70

Ce cas sera retenu pour le contrôle de la stabilité latérale de l'embase béton

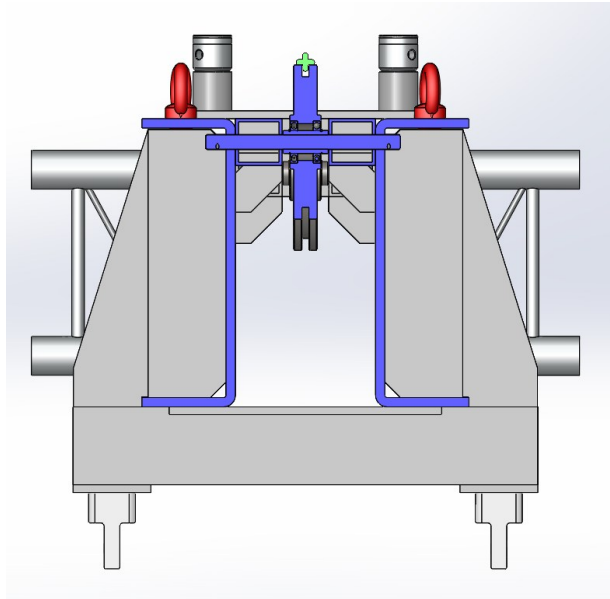
L'effort de soulèvement du au couple de basculement de la tour de MX :1096daNm est de :

$$F_{S3} = \frac{MX}{R} = \frac{1096}{1m} = 1096daN = F_{S3} \leq F_{Z3}=4423daN \text{ (descente de charge verticale au centre de la dalle béton)}$$

Le MY étant plus petit que dans le cas précédent, il sera donc inclus dans l'étude 2)

Donc il n'y a pas de risque de basculement dans ce cas

Contrôle du dimensionnement de l'axe des poulies



Charge maxi utile considérée symétrique de $P=680/\sin 45^\circ \approx 1000 \text{ daN}$, pondération de charge=1.5 , action répartie le long de l'entretoise diam30 de $1000 \times 1.5/60 = 25 \text{ daN/mm}$

Axe cisailée diam 20 en matière Stub, section de cisaillement par appui $A_s=314 \text{ mm}^2$

```
+-----+  
| Matériau |  
+-----+
```

Nom du matériau = Stub
Module de Young = 210000 MPa
Masse volumique = 7850 kg/m3
Limite élastique = 730 MPa

```
+-----+  
| Noeuds [ mm ] |  
+-----+
```

Noeud 1 : x = 0.000
Noeud 2 : x = 60.000
Noeud 3 : x = 120.000
Noeud 4 : x = 180.000
Noeud 5 : x = 90.000

+-----+
| Section(s) droite(s) |
+-----+

Noeuds 1 --> 4

Rond plein : D = 20.00 (mm)
Aire = 3.14 cm²
Moment quadratique : Iz = 0.79 cm⁴
Fibre supérieure : vy = 10.00 mm Wel.z = 0.79 cm³
Fibre inférieure : vy = 10.00 mm Wel.z = 0.79 cm³

Poids de la structure = 0.44 daN (g = 10.00 m/s²)

+-----+
| Liaison(s) nodale(s) |
+-----+

Noeud 1 : Flèche = 0
Noeud 2 : Flèche = 0
Noeud 3 : Flèche = 0
Noeud 4 : Flèche = 0

+-----+
| Cas de charge(s) |
+-----+

Charge linéairement répartie : Noeuds = 2 -> 3 pyo = -25.00 pye = -25.00 daN/mm

+-----+
| Résultats |
+-----+

+-----+
| Déplacements nodaux [mm , °] |
+-----+

Noeud	Flèche	Pente
1	0.000000	0.015632
2	0.000000	-0.031265
3	0.000000	0.031265
4	0.000000	-0.015632
5	-0.013301	0.000000

Dy maximal = 6.30088E-03 mm à x = 34.586 mm
Dy minimal = -1.33008E-02 mm à x = 90.000 mm

```
+-----+
| Efforts intérieurs [ daN daN.mm daN/mm2 ] |
+-----+
```

Ty = Effort tranchant Mfz = Moment fléchissant Sxx = Contrainte normale

Noeud	Ty	Mfz	Sxx
1	75.00	-0.00	-0.00
2	75.00	-4500.00	-5.73
2	-750.00	-4500.00	-5.73
5	-0.00	6750.00	8.59
5	0.00	6750.00	8.59
3	750.00	-4500.00	-5.73
3	-75.00	-4500.00	-5.73
4	-75.00	0.00	0.00

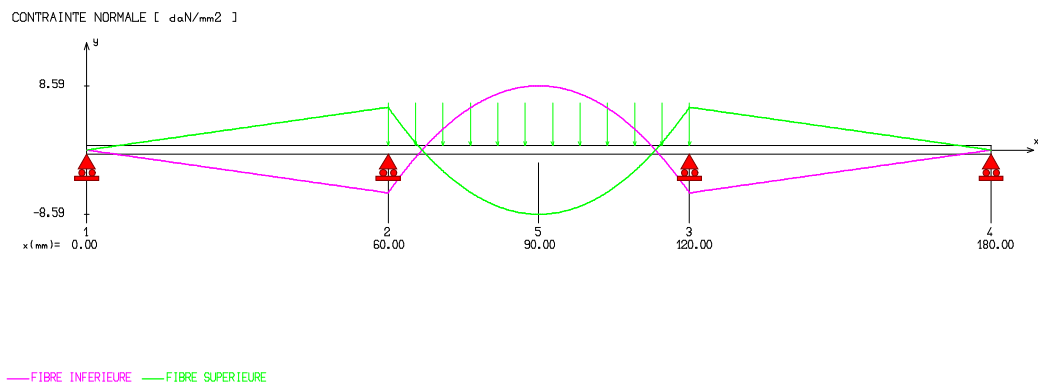
Moment flechissant maximal = 6750.00 daN.mm à 90.000 mm
Moment flechissant minimal = -4500.00 daN.mm à 60.000 mm

Contrainte normale maximale = 8.59 daN/mm2 à 90.000 mm
Contrainte normale minimale = -8.59 daN/mm2 à 90.000 mm

```
+-----+
| Action(s) de liaison [ daN daN.mm ] |
+-----+
```

Noeud	1	Fy =	-75.00
Noeud	2	Fy =	825.00
Noeud	3	Fy =	825.00
Noeud	4	Fy =	-75.00

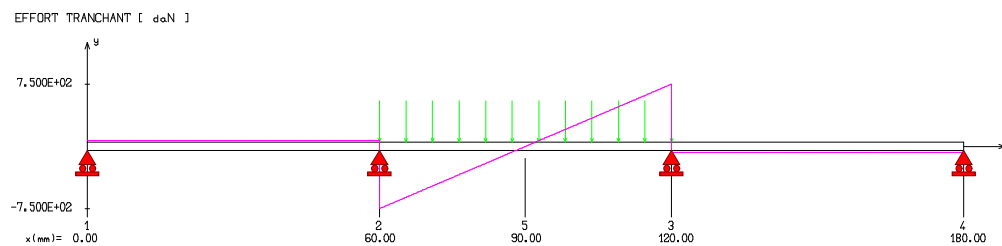
- Contrôle de la contrainte normale à mf max :



8.6daN/mm² < 23.5 daN/mm² aux ELU ; correct

è Résistance au Mf correcte.

- Contrôle de la contrainte de cisaillement de l'axe ø20



Ty2=750daN

Résistance au cisaillement $= 1.54 \frac{T y_2}{A_s} \leq \vartheta_{red stub} = 75\% Re = 0.75 \times 73 = 54 \text{ daN/mm}^2$

Soit $1.54 \frac{750}{314} = 3.7 \leq 54 \text{ daN/mm}^2$

è Résistance au cisaillement correcte.

- Contrôle de la pression diamétrale de l'axe ø20 sur le tube de 60x4

$\frac{T}{de} \leq 2\sigma_e$ soit $\frac{750}{20 \times 4} = 9.4 \text{ daN/mm}^2 \leq 2 \times 16 = 32 \text{ daN/mm}^2$; correct

Conclusion :

Au vu du respect des hypothèses de calculs, la tour est correctement dimensionnée pour un vent de 72 km/h et englobe tous les cas de charges repris dans le chapitre « Résumé des cas de charges possibles »

- 1) Le client devra s'assurer de dimensionner les fixations de l'embase de acier sur la plaque béton en considérant le moment maxi aux elu admissible par la structure SC500, cad 7470daNm ce qui engendre un effort maxi de traction/compression de $\frac{7470}{0,497*2}=7515\text{daN}$ au droit de chaque membrures.

L'entraxe de fixation est de 170x170mm pour un lot de 4 chevilles M10.

- 2) Le client devra s'assurer de dimensionner les fixations des pattes de fourreau sur la plaque béton. l'effort maxi (voir chapitre « Etude isolée d'une patte de stabilisation ». la valeur de l'effort à la traction le plus défavorable est de 1897daN aux ELU, exercé sur la semelle la plus proche de la dalle.

L'entraxe de fixation est de 200mm pour un lot de 2 chevilles M10.

- 3) Le client devra arrimer la partie basse des clusters au linéaire de tour à une hauteur de 4m/sol

L'installation des 2 pattes avant de stabilisation n'est pas nécessaire pour le cas E2 6 KARA, mais au vu des multitudes de cas possibles et pour des raisons de convivialité pour l'installation, nous précisons l'installation systématique des 2 pattes de stabilisation pour l'ensemble des cas.

Le chapitre « Résumé des cas de charges possibles » reste la référence d'enveloppe de cas possible acceptable par la tour.

Tout autre cas de charge fera l'objet d'une nouvelle étude.

REPERE	QTE	Nombre de pièces	désignation_piece	OBSERVATIONS	poids unitaire kg
1	1	01311-1e1	SVE EMBAISE		1.637.37
2	3	SC300	SC300		54
3	261	01311-3e1	SVE TEE DE TOUR		177.92

3 EXTENSIONS SC300

Quantité: 1
Matière: Alu
Traitement: Anodisé
Masse: 1977.30 kg