NOTE DE CALCUL

Projet: Tour Son Magnum (petite tête de son)

Note de calculs référence :01311-NC2

du: 25/06/12

B.E:

Tél: 03.24.55.60.05

Fax: 03.24.55.60.06

Mail: alusd@wanadoo.fr

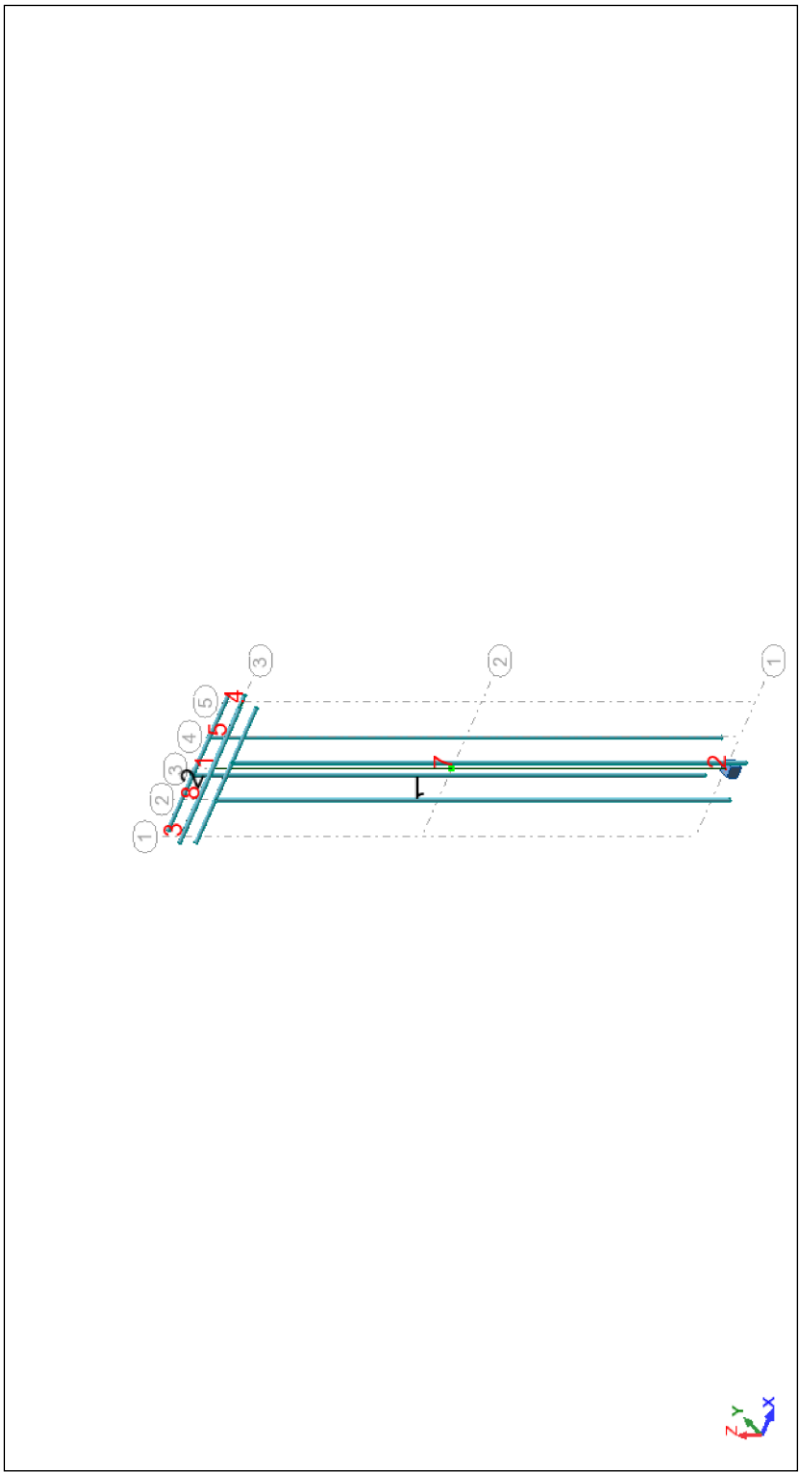
POUR:

Client: Magnum Paris

Auteur: S.Chrisment

Vue d'ensemble 3
Hypothèses de calculs 4
propriétés des profilés 5
caractéristiques - Barres 7
caractéristiques - Matériaux 7
Noeuds 7
barres 7
Résumé des cas de charges possibles : 8
Résultante du vent sur le linéaire de tour SC500 9
Cas D 10
Pondérations 10
Résultantes du vent 11
Cas D- 6DV-DOSC+2DV-SUB 11
Charges Résultantes 12
Définitions des pondérations - Cas: 6 9 [AL 76 Avril 2000] [AL 76 Avril 2000]: 1 12
Combinaisons de cas 12
Fleche ELS - Déformée exacte; Cas : 9A11 13
Sigma ELU - S max;S min; Cas : 6A8 14
MyMz SC300 - MY;MZ;Forces de réaction(daN);Moments de réaction(daN*m); Cas : 6A8 15
Réactions globales aux ELU - Forces de réaction(daN);Moments de réaction(daN*m); Cas : 6A8 16
Résumé des Réactions extrêmes dans le Repère global - Format DDC - Cas: 7 8 12A14: 1 aux ELU 17
Contrôle de la stabilité de l'embase 17
Contrôle du dimensionnement de l'axe des poulies 18
Conclusion : 19
Annexe 1- plan d'ensemble 20

Vue d'ensemble



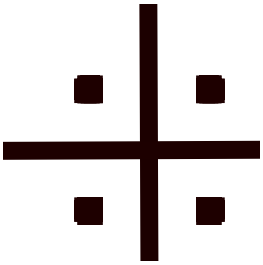
Hypothèses de calculs

1) Tour de son suivant plan d'ensemble ref :01311-0E2 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 suivant spec ASD, poids propre=18.6kg/ml, Iy=Iz=17536cm4, My maxi de 7470daN.m aux ELU
7) Tête de tour en SC300 My/Mz maxi : 2510daN.m aux ELU
8) Petite Tête de tour mécanosoudée à treillis suivant plan 01311-205, inertie résultante suivant §propriétés des profilés d'un poids de 40daN.
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'intermédaire d'un palan à chaine d'une CMU de 1T max./u permettant respectivement de lever la charge 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 relachées.

propriétés des profilés

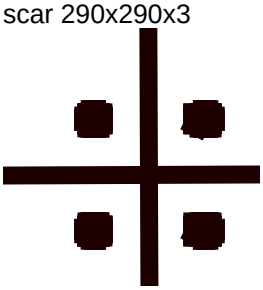
Caractéristiques de la section:

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

scar 290x290x3



HY=289.0, HZ=289.0 [mm]
AX=17.629 [cm2]
IX=79.544, IY=2566.060, IZ=2566.060 [cm4]
Matériau=6060-T6

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
scar 290x290x3	2	17.629	0.0	0.0	79.544	2566.060	2566.060

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

Noeuds

Noeud	X [m]	Y [m]	Z [m]	Code de l'appui	Appui
1	0.0	0.0	7.500		
2	0.0	0.0	0.0	bbbbbb	Encastrement
3	-0.900	0.0	7.500		
4	0.900	0.0	7.500		
5	0.430	0.0	7.500		
7	0.0	0.0	4.000		
8	-0.400	0.0	7.500		

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	7.500	90.0	Barre 1/300	Barre
2	3	4	scar 290-x290x3	6060-T6	1.800	90.0	Barre 1/300	Barre

Résumé des cas de charges possibles :

Ref Cluster	marque	L	H	P	surface coté	surface face	poids unitaire
		m	m	m	m2	m2	kg
V-DOSC	l-acoustic	1.3	0.434	0.565	0.25	0.56	122
KUDO	l-acoustic	0.876	0.356	0.689	0.25	0.31	87
DV-DOSC	l-acoustic	0.695	0.228	0.449	0.10	0.16	32
DV-SUB	l-acoustic	0.695	0.708	0.695	0.49	0.49	93
KARA	l-acoustic	0.73	0.25	0.383	0.10	0.18	26

				coté		face		effort suspensions				poids total théorique	entraxe	profondeur
				H	P	surface coté	L	surface coté	coté tour		coté public		hors bumper	bumper	hors tout
N°cas	Config	nb cluster	nb sub	ml	ml	m2	ml	m2	kg	%	kg	%	kg	m	m
D	6DV-DOSC+2DV-SUB	6	2	2.784	0.574	1.60	0.695	1.93	0	0%	378	100%	378	NA	0.52
E3	9 KARA	9	0	2.3	0.383	0.86	0.73	1.64	0	0%	234	100%	234	NA	0.62
			mini	2.25	0.383	0.86	0.73	1.64	0.00		234.00		234.00		0.52
			maxi	2.78	0.57	1.60	0.73	1.93	0.00		378.00		378.00		0.62

Au vu du résumé ci-dessus, nous ramènerons notre étude au cas de charge extrême suivant :

Cas maxi : D reprenant les résultantes les plus défavorables des 2 cas : pour les surfaces maxi au vent de coté, de face et les charges de soulèvements

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	7400	mm	
largeur	550	mm	
rapport des dimensions (lambda)	13.45	λ	p.71 1.321
données du vent			
Vitesse du vent	72	km/h	
	20	m/s	
pression de base du vent	25	daN/m2	1.232
coefficient de masque (Km)	1		1.243
coefficient de site (Ks)	1		1.242
Coefficient de hauteur maxi (Delta)	0.85	δ	p.63 1.244
qh/q10	0.94		1.241
Actions dynamiques			
Periode 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)	36	daN/m2	

Résultante des actions			articles
Action d'ensemble (Taux) T	82	daN	5.22
Décomposition d'actions			
Métré total des tubes (1f)	32.6	m	
Vent de face (Faces 1 et 3)			
efforts normal sur tubes par face	1.27	daN/ml	
Vent oblique (Faces 1/2/3/4)			
Coefficient de vent oblique (Khi)	1.19	χ	
Action d'ensemble (Taux.Khi)	98	daN	
efforts normal sur tubes par face	0.54	daN/ml	

elements de structures			articles	
membrures sur 1 face				
diametres membrures	50	mm		
nb membures	2			
lg membrures	7400	mm		
surface au vent M	0.74	m2		
metré total des membrures(1f)	14.80	ml		
treillis sur 1 face				
diametres treillis	30	mm		
nb treillis	30			
lg treillis	600	mm		
surface au vent T	0.53	m2		
metré total des treillis(1f)	17.76	ml		
surface 1 face pleine (S)	4.07	m2	p.181 5.11	
Surface totale tubes 1 face (Sp)	1.27	m2	p.181 5.11	
% sections pleines (Phi)	0.31	φ	p.181 5.11	$0.08 \leq \varphi \leq 0.35$
Coefficient de trainée (Ct)	1.80		p.187/301 5.231	

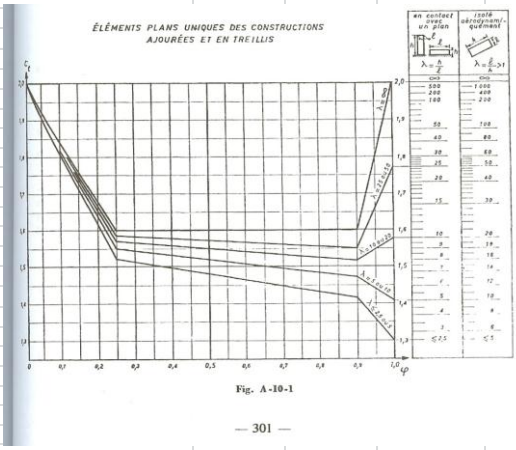


Fig. A-10-1

— 301 —

Pour un linéaire de 7.4m, nous adopterons pour la suite des calculs la valeur de 82daN/7.4ml=11.1daN/ml dirigé suivant la direction du vent étudiée.

Cas D

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

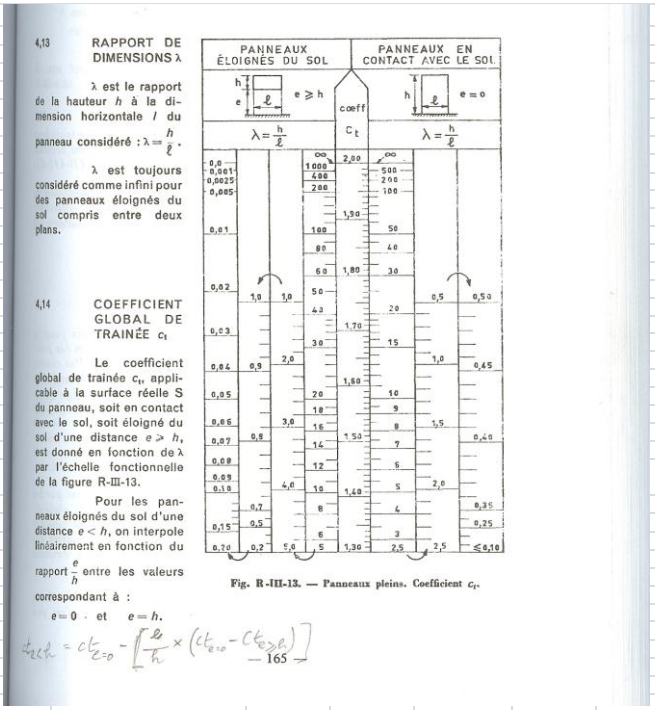
Cas D- 6DV-DOSC+2DV-SUB

Vent de coté

calcul des efforts resultants d'un panneau isolé vertical

dimensions de la structure hors tout			articles
hauteur (h)	2784		
largeur (l)	574	mm	
eloignement du panneau du sol -e-	4000	mm	
rapport des dimensions (lambda)	4.85	λ	p.71 1.321
rapport e/h	1.44		
données du vent			
Vitesse du vent	72	km/h	
	20	m/s	
pression de base du vent	25	daN/m2	1.232
coefficient de masque (Km)	1		1.243
coefficient de site (Ks)	1		1.242
Coefficient de hauteur maxi (Delta)	0.90	δ	p.63 1.244
qh/q10	0.83		1.241
Actions dynamiques			
Periode 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)	34	daN/m2	

Résultante des actions			articles
Coefficient de trainée (Ct)	1.32		p.165 4.13
Surface au vent (panneau plein)	1.60	m2	
Action d'ensemble répartie	44.38	daN/m2	
Action d'ensemble (Taux) T	71	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 : $\lambda = \frac{h}{\ell}$.

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 $e \geqslant h$, 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 $e = h$.

PANNEAUX ÉLOIGNÉS DU SOL — PANNEAUX EN CONTACT AVEC LE SOL

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

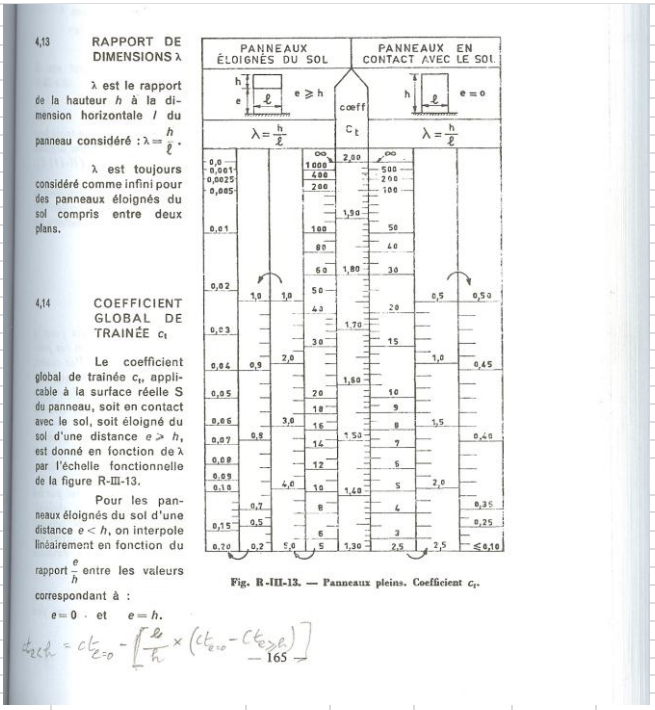
$c_{t\,e=h} = c_{t\,e=0} - \left[\frac{\ell}{h} \times (c_{t\,e=0} - c_{t\,e>\ell})\right]$ — 165 —

Vent de face

calcul des efforts resultants d'un panneau isolé vertical

dimensions de la structure hors tout			articles
hauteur (h)	2784		
largeur (l)	695	mm	
eloignement du panneau du sol -e-	4000	mm	
rapport des dimensions (lambda)	4.01	λ	p.71 1.321
rapport e/h	1.44		
données du vent			
Vitesse du vent	72	km/h	
	20	m/s	
pression de base du vent	25	daN/m2	1.232
coefficient de masque (Km)	1		1.243
coefficient de site (Ks)	1		1.242
Coefficient de hauteur maxi (Delta)	0.90	δ	p.63 1.244
qh/q10	0.83		1.241
Actions dynamiques			
Periode 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)	34	daN/m2	

Résultante des actions			articles
Coefficient de trainée (Ct)	1.41		p.165 4.13
Surface au vent (panneau plein)	1.93	m2	
Action d'ensemble répartie	47.40	daN/m2	
Action d'ensemble (Taux) T	92	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 : $\lambda = \frac{h}{\ell}$.

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 $e \geqslant h$, 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 $e = h$.

PANNEAUX ÉLOIGNÉS DU SOL — PANNEAUX EN CONTACT AVEC LE SOL

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

$c_{t\,e=h} = c_{t\,e=0} - \left[\frac{\ell}{h} \times (c_{t\,e=0} - c_{t\,e>\ell})\right]$ — 165 —

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=-40.00[daN]	pp_tete de tour
2	cluster_d	force nodale	3	FZ=-410.00[daN]	2DVSUB+6DV
3	vent_cote_d	force nodale	3 7	FY=36.00[daN]	2DVSUB+6DV
3	vent_cote_d	charge uniforme	1	PY=11.10[daN/m]	vent sur tour
4	vent_arriere_d	force nodale	3 7	FX=-46.00[daN]	2DVSUB+6DV
4	vent_arriere_d	charge uniforme	1	PX=-11.10[daN/m]	vent sur tour
5	vent_face_d	force nodale	3 7	FX=46.00[daN]	2DVSUB+6DV
5	vent_face_d	charge uniforme	1	PX=11.10[daN/m]	vent sur tour

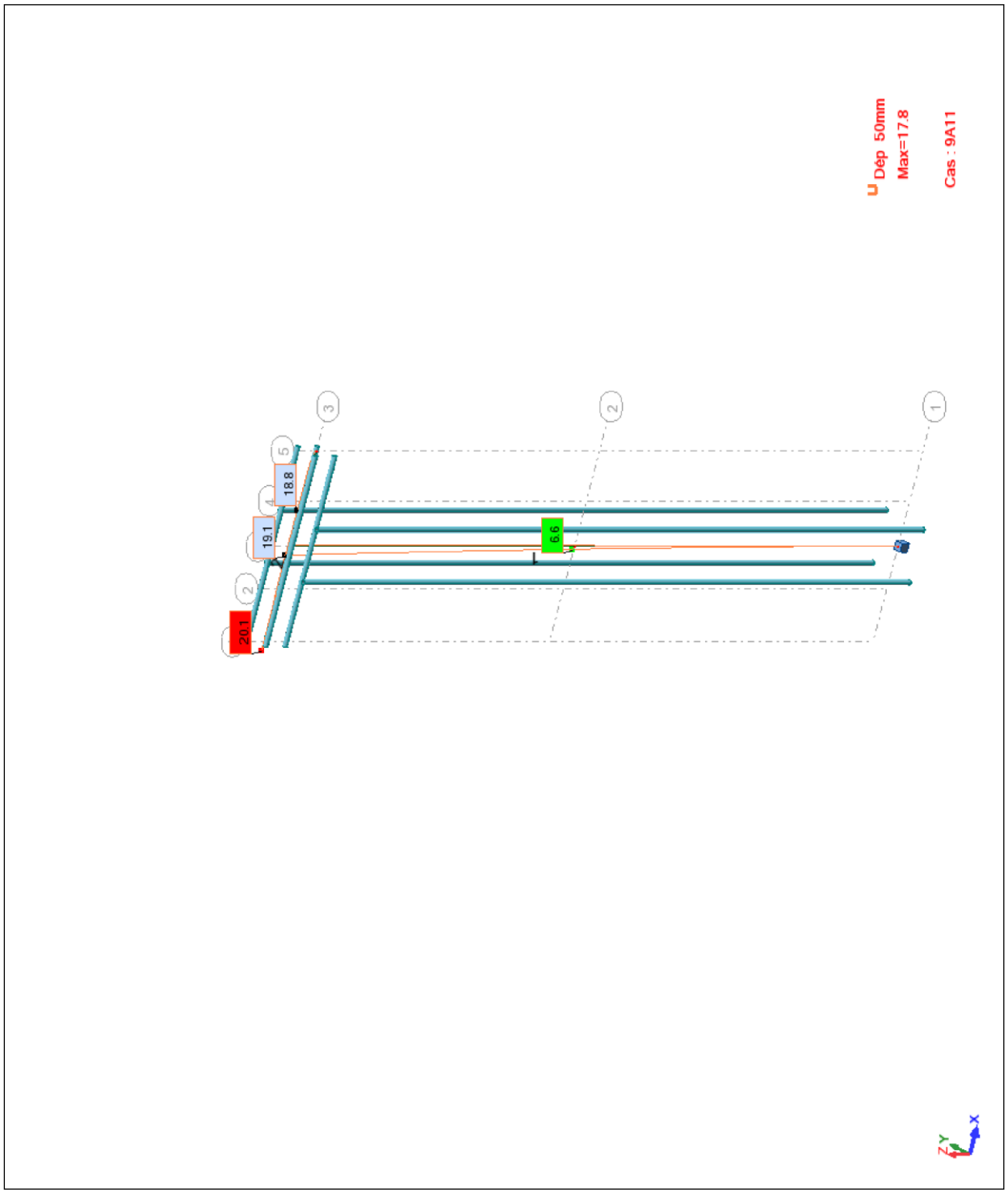
Définitions des pondérations - Cas: 6 9 [AL 76 Avril 2000] [AL 76 Avril 2000]: 1

Combinaison/Comp.	Définition
EFF/ 1	pp*1.50 + cluster_d*1.50
EFF/ 2	pp*1.00 + cluster_d*1.00
EFF/ 3	pp*1.50 + cluster_d*1.50 + vent_cote_d*1.70
EFF/ 4	pp*1.50 + cluster_d*1.50 + vent_arriere_d*1.70
EFF/ 5	pp*1.50 + cluster_d*1.50 + vent_face_d*1.70
EFF/ 6	pp*1.00 + cluster_d*1.00 + vent_cote_d*1.70
EFF/ 7	pp*1.00 + cluster_d*1.00 + vent_arriere_d*1.70
EFF/ 8	pp*1.00 + cluster_d*1.00 + vent_face_d*1.70
DEP/ 1	pp*1.00 + cluster_d*1.00
DEP/ 2	pp*1.00 + cluster_d*1.00 + vent_cote_d*1.00
DEP/ 3	pp*1.00 + cluster_d*1.00 + vent_arriere_d*1.00
DEP/ 4	pp*1.00 + cluster_d*1.00 + vent_face_d*1.00

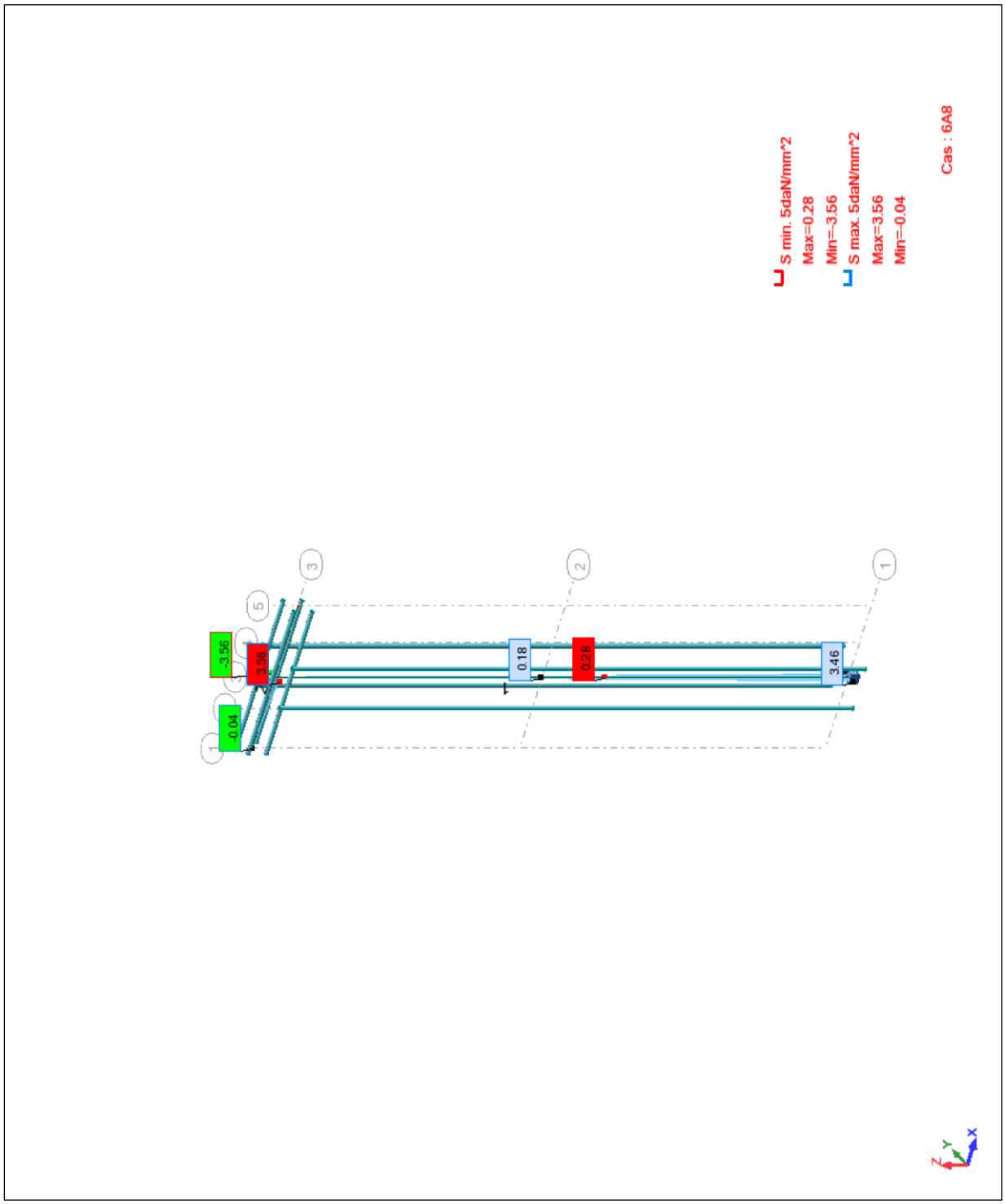
Combinaisons de cas

Combinaison	Nature du cas	Définition
12 (C)	permanente	(pp+cluster_d)*1.00+vent_face_d*1.70
13 (C)	permanente	(pp+cluster_d)*1.50+vent_arriere_d*1.70
14 (C)	permanente	(pp+cluster_d)*1.50+vent_cote_d*1.70

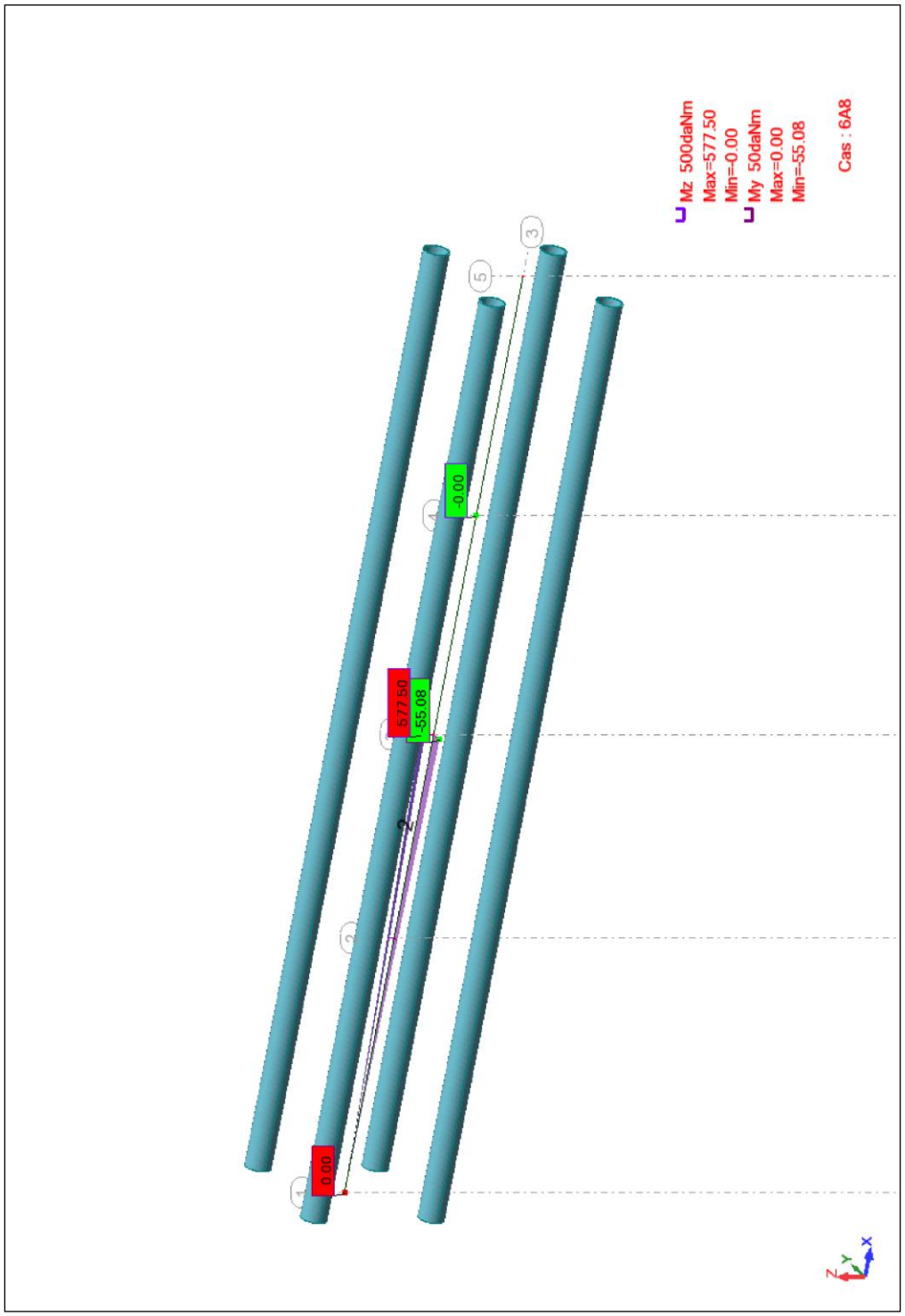
Fleche ELS - Déformée exacte; Cas : 9A11



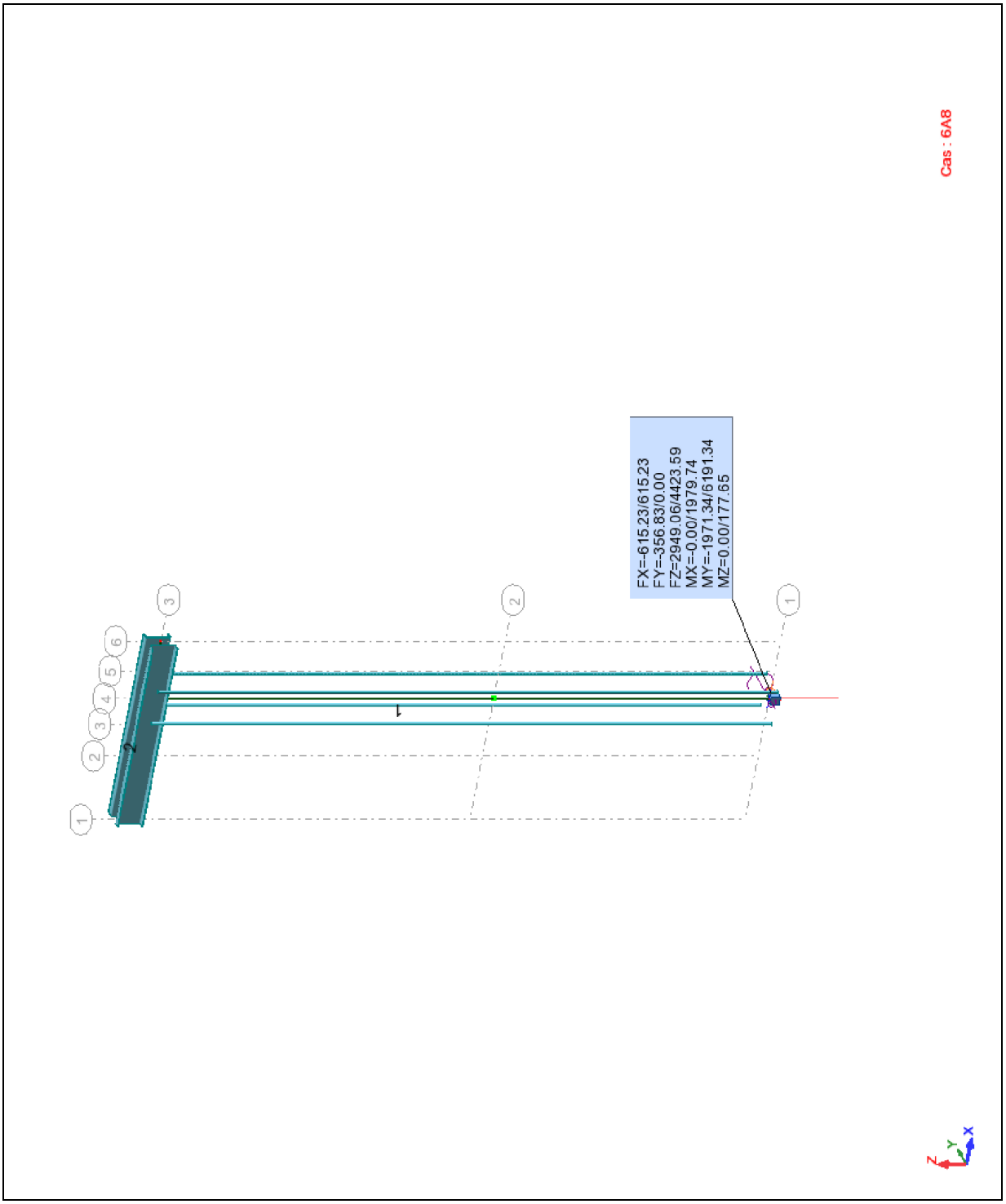
Sigma ELU - S max;S min; Cas : 6A8



MyMz SC300 - MY;MZ;Forces de réaction(daN);Moments de réaction(daN*m); Cas : 6A8



Réactions globales 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 aux ELU

Enveloppes extrêmes

Noeud/Cas	Nom du cas	FX [daN]	FY [daN]	FZ [daN]	MX [daNm]	MY [daNm]	MZ [daNm]
2/ EFF+	EFF+	-297.92	-0.00	-3227.58	-1234.52	-2007.52	-55.08
2/ EFF-	EFF-	297.92	263.92	-2151.72	0.00	1045.02	0.00
2/ 12 (C)	EFF/8=1*1.00 + 2*1.00 + 5*1.70	297.92	0.00	-2151.72	0.00	1045.02	0.00
2/ 13 (C)	EFF/4=1*1.50 + 2*1.50 + 4*1.70	-297.92	-0.00	-3227.58	0.00	-2007.52	-0.00
2/ 14 (C)	EFF/3=1*1.50 + 2*1.50 + 3*1.70	0.00	263.92	-3227.58	-1234.52	-577.50	-55.08

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 $\frac{FXmax\ ou\ FY\ max}{FZ\ min} = \frac{298}{2152}$ soit un coefficient de sol mini de tg$\rho \geq$0.14.

Le moment fléchissant max MY de 2007daNm 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_d)*1.00+vent_face_d*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 :1045daNm est de :

$Fs1 = \frac{MY}{R} = \frac{1045}{1m} = 1045daN$=Fs1 ≤FZ1 =2151daN (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_d)*1.50+vent_arriere_d*1.70

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

L'effort de soulèvement du au couple de basculement de la tour de MY :2008daNm est de :

$Fs2 = \frac{MY}{R} = \frac{2008}{1m} = 2008daN$= Fs 2 ≫FZ2=3228daN (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_d)*1.50+vent_cote_d*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 :1235daNm est de :

$Fs3 = \frac{MX}{R} = \frac{1235}{1m} = 1980daN$ = Fs3 ≤FZ3 =3228daN (descente de charge verticale au centre de la dalle béton)

Le MY étant plus petit que dans le cas précèdent, 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

➔ Les départs de poulies étant déjà validés sur d'autres études de calculs pour une CMU de 1000daN. Son contrôle n'est pas à refaire ici.

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 »

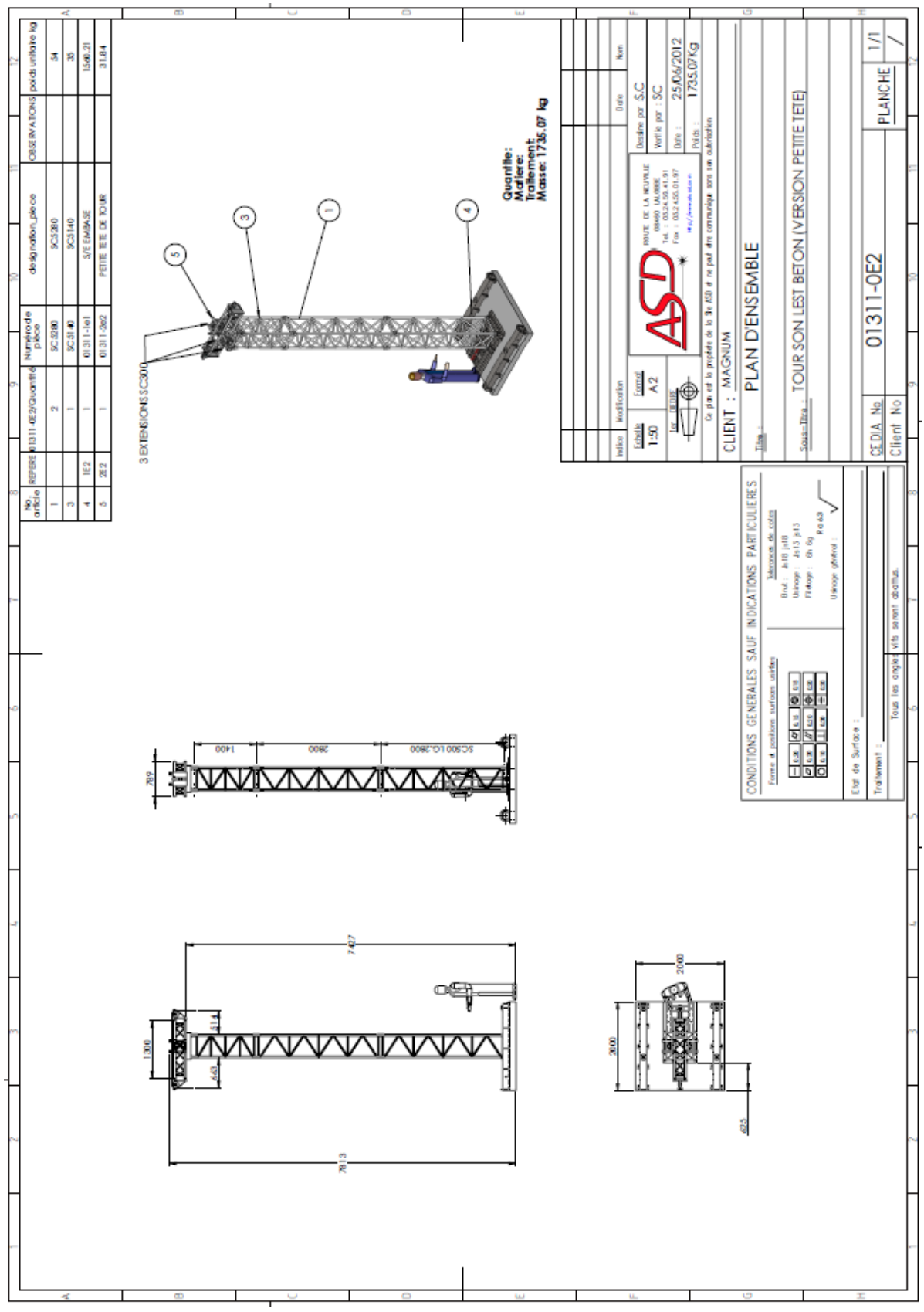
1) Le client devra s'assurer de dimensionner les fixations de l'embase de acier sur la plaque béton en considérant le moment maxi aux elu admissible par la structure SC500, cad 7470daNm ce qui engendre un effort maxi de traction/compression de $\frac{7470}{0.497*2}$=7515daN au droit de chaque membrures.

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

2) 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 ces de charges, 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 étudiés dans la note de calcul complémentaire 01311-NC1.

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

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

Annexe 1- plan d'ensemble