



TRIADE

CONCEVOIR, BÂTIR, VIVRE

ARCHITECTES

PC12

26-07-2021

Attestation parasismique

Réf. 1659-21-79

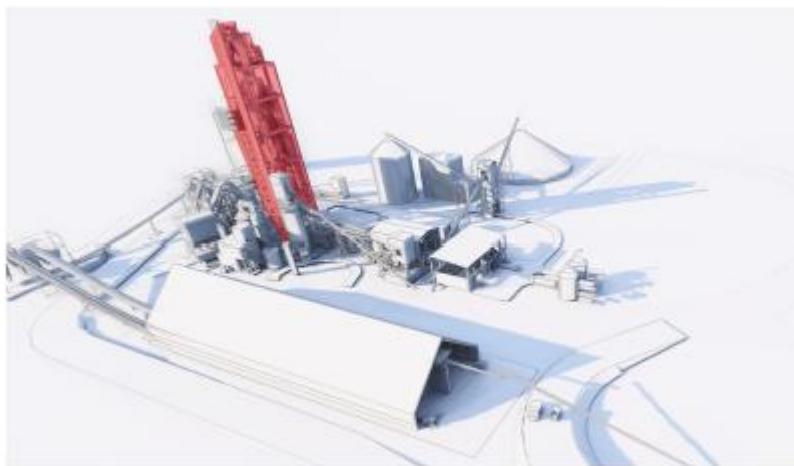
Ciments CALCIA - Aivault 2025

1, Rue du Fief d'Argent - 79600 AIRVAULT

Ciments CALCIA

1, Rue du Fief d'Argent - 79600 AIRVAULT

CIMENTS CALCIA 2025 79600 AIRVAULT



Extrait 3D plan Architecte

ATTESTATION PARASISMIQUE – Phase PC



Maître d'Ouvrage :

CALCIA
Rue du Fief d'Argent
79600 AIRVAULT



Architecte :

TRIADE
15 rue Georges Clémenceau
BP 80052
79102 THOUARS Cedex

Dossier	Date	Rédacteur	
31302	16/07/2021	Laurent LABASSE	Ahmed EL FERKOUSS



SOMMAIRE

1. Mission	3
2. Hypothèses de calculs :.....	3

ANNEXE :

Note de conception établie par ATES le 29/06/2021

1. Mission

Dans le cadre du dépôt du permis de construire, le Cabinet TRIADE nous a missionné pour préparer une note sismique – phase Permis de Construire, pour le projet d'aménagement du nouveau site de la cimenterie CALCIA – 1 rue du Fief d'Argent à AIRVAULT (79600).

Dans ce projet, plusieurs ouvrages de grandes hauteurs devront être justifiables vis-à-vis de la réglementation en vigueur.

2. Hypothèses de calculs :

Vent : région 2

Neige : région A1

Zone sismique : 3

Catégorie de bâtiment :

En fonction de l'utilisation des différents bâtiments, tous sont classés en catégorie I :

- Hall pré-homo
- Trémie dosage broyeur à cru
- Tour d'angle
- Filtres à manche
- Atelier nettoyeur de gaz
- Broyeur à cru
- By pass
- Tour à cyclones
- Salle de contrôle, laboratoires, vestiaires,
- Four
- Refroidisseur
- Hall à combustibles de substitution
- Silo homogénéisateur
- Silo à combustibles
- Tour d'angle transport clinker

A ce stade du dossier, et sans plus d'informations sur la nature et l'utilisation des bâtiments, nous avons centré notre étude sur la tour d'angle de transport du clinker, l'ouvrage qui, en terme de comportement sismique, sera le plus sensible

Cet ouvrage, du fait de sa hauteur, des charges qu'il reprend et de sa faible emprise au sol, est le plus sensible du site.

Vous trouverez en annexe 1 la notice de conception et de comportement sismique.

Cette note montre, qu'en cas de séisme, l'ouvrage demeure stable et ne s'écroulera pas sur les autres bâtiments.

Il est bien entendu que, tout comme la tour d'angle de transport de clinker, tous les autres ouvrages devraient respecter la réglementation en vigueur, à savoir :

- L'Eurocode 2 : pour les ouvrages en béton armé
- L'Eurocode 3 : pour les ouvrages en charpente métallique
- L'Eurocode 8 : pour la réglementation sismique.

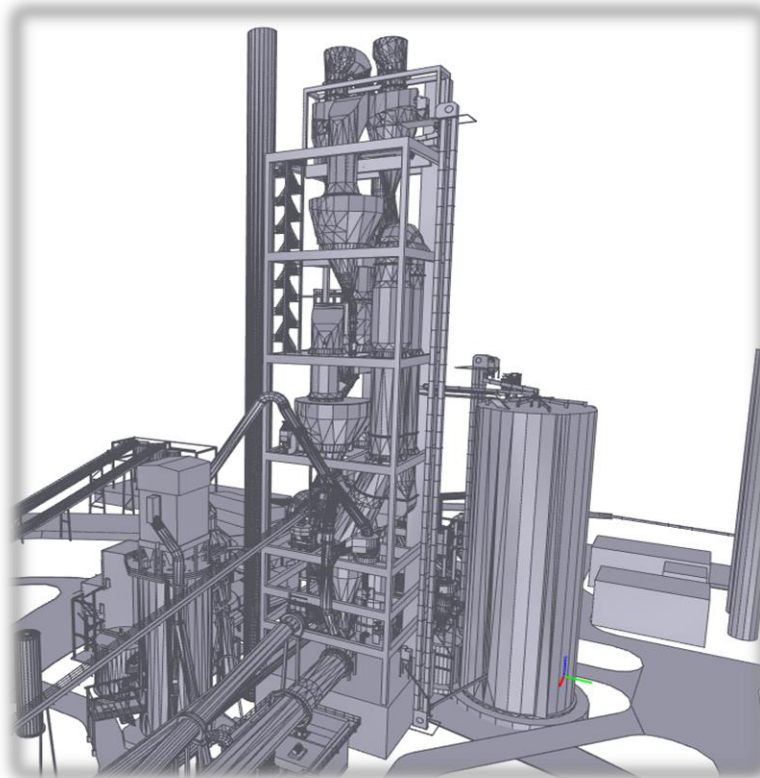
Toutes les entreprises de gros-œuvre et de charpente devront respecter ces prescriptions lors de l'exécution des travaux.

En foi, de quoi, la présente attestation a été dressée pour servir et valoir ce que de droit.

ANNEXE

Note de conception et de comportement sismique en date du 29/06/2021

CIMENTS CALCIA 2025
Rue du Fief d'Argent
79600 AIRVAULT



NOTICE DE CONCEPTION ET COMPORTEMENT SISMIQUE



Maître d'ouvrage :
CALCIA
1 rue du Fief d'Argent
79600 AIRVAULT



Maître d'œuvre :
Cabinet d'architecture TRIADE
15 rue Georges Clémenceau
79100 THOUARS

Date	n° de dossier	Rédacteur	Indice
29/06/2021	31302	Ahmed EL FERKOUS	

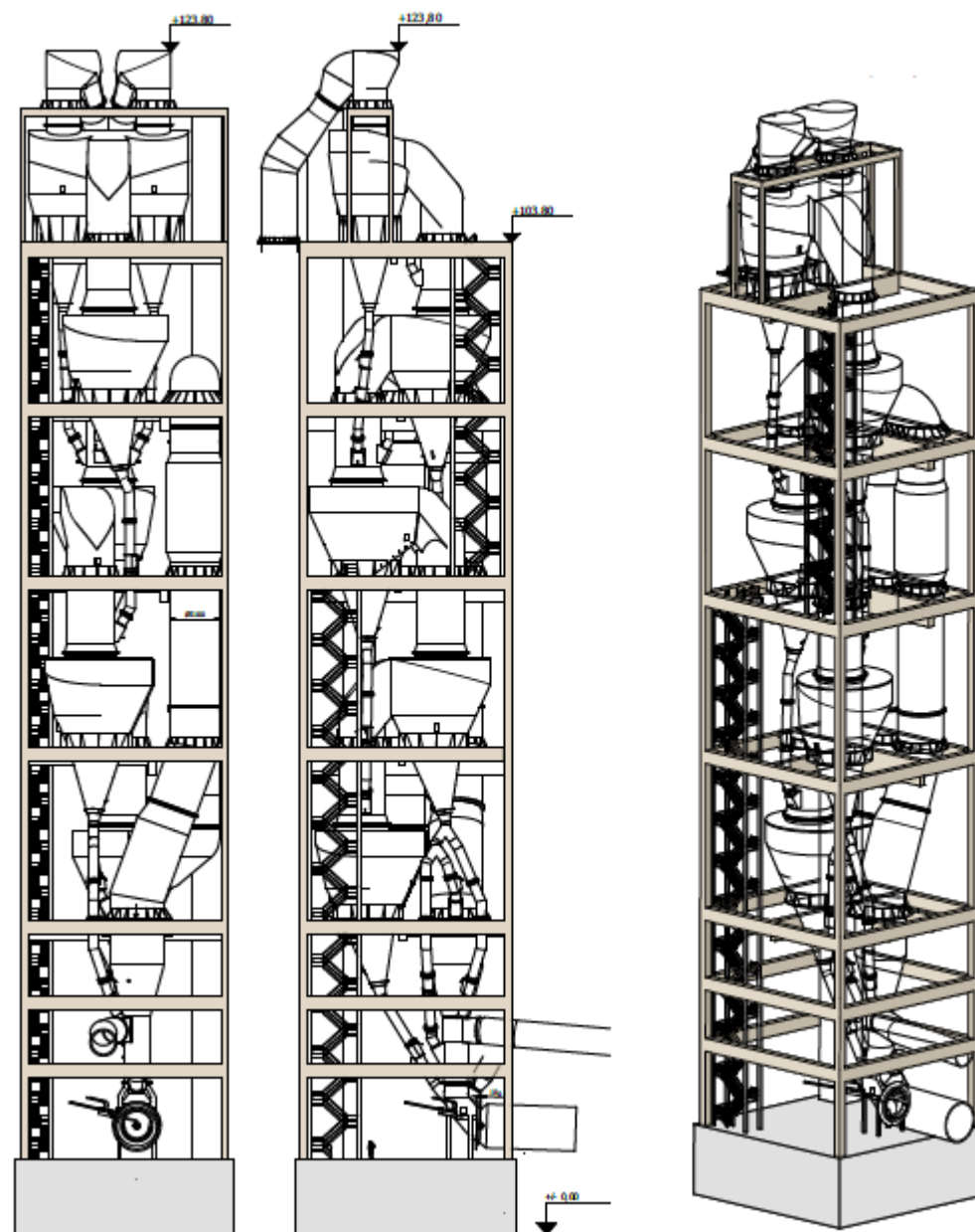
SOMMAIRE

1	OBJET DE LA NOTE.....	3
2	PRESENTATION ET CHOIX DE CONCEPTION DE LA TOUR.....	4
3	HYPOTHÈSES GÉNÉRALES	5
3.1	Charges permanentes et d'exploitations	5
3.2	Charges climatiques	6
3.3	Charges sismique	7
3.4	Matériaux utilisés	8
3.5	Contrainte admissible du sol	8
4	PARAMETRES ET DONNEES DES MODELES	8
5	RESULTATS ET ANALYSE DES MODELES	11
5.1	Caractéristiques principales du modèle	11
5.2	Grandeurs des modes propres	11
5.3	Déplacement de la structure sous charges horizontales.....	13
5.4	Descente de charges sur fondations.....	17
6	CALCULS DES FONDATIONS.....	21

1 OBJET DE LA NOTE

Dans le cadre du projet de reconstruction des stockages de Clinker sur le site de l'usine Calcia d'Airvault, nous avons réalisé le présent rapport afin d'analyser la faisabilité de la structure métallique de la tour à cyclone et de proposer un système de fondation permettant de reprendre les charges de la structure de tour.

Pour cela, nous avons modélisé la structure à l'aide de logiciel d'éléments finis de société Granite « Advance Design ».



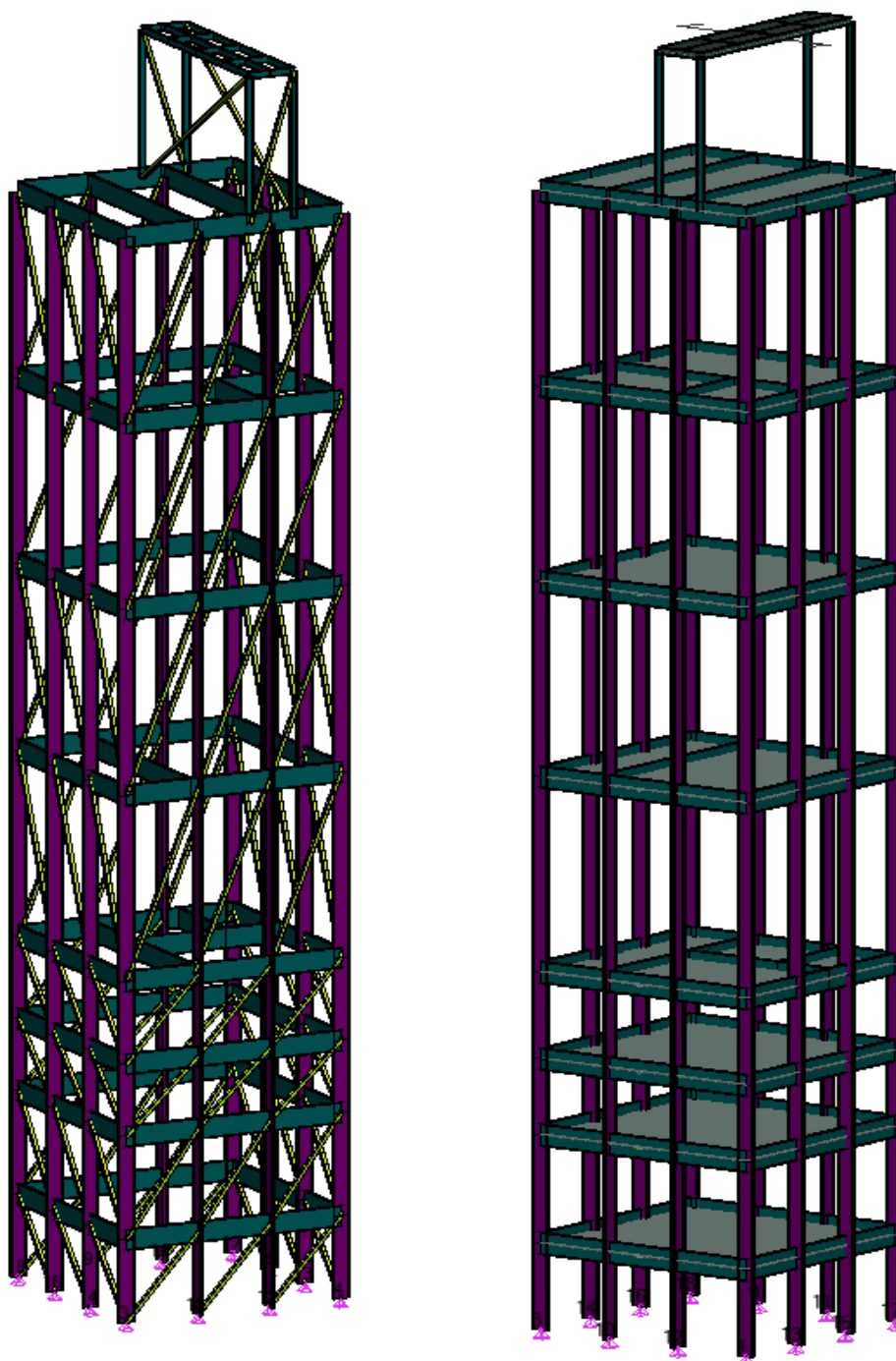
Extrait du plan architecte PC05-09

2 PRESENTATION ET CHOIX DE CONCEPTION DE LA TOUR

La structure de la tour est constituée de 8 niveaux avec une hauteur totale de 126 m et 23 m de largeur.

La structure est composée de poteaux métalliques articulés en pieds et des poutres dans chaque niveau reprenant les charges des cyclones.

La stabilité verticale est assurée par des butons entre les niveaux et la stabilité horizontale dans chaque niveau est assurée par des diaphragmes rigides.



Extrait du modèle 3D – Advance Design

3 HYPOTHÈSES GÉNÉRALES

3.1 Charges permanentes et d'exploitations

En plus de leur poids propre, les structures et les fondations sont calculées pour les charges données par le fournisseur des cyclones.

LOADING			
Point	Position	Nominal [kN]	Maximal [kN]
1.	C1-A	1230	4350
2.	C1-B	1230	4350
3.	C2	1925	5740
4.	C3	2045	5820
5.	C4	2320	5710
6.	C5	2830	6950
7.	RD-21	1555	1555
8.	RD-32	1120	1120
9.	RD-43	1185	1185
10.	RD-54	1325	1325
11.	HVO-1	4595	4595
12.	HVO-2	1130	1130
13.	HVO-3	2870	2870
14.	HVO-4	1680	1680
15.	HVO-5	2530	2530
16.	HVO-6	1375	1375
17.	ICH	525	525
18.	CH-C1-A	75	75
19.	CH-C1-B	75	75
20.	CH-C2	100	100
21.	CH-C3	100	100
22.	CH-C4-1	75	75
23.	CH-C4-2	80	80
24.	CH-C4-3	30	30
25.	CH-C5	75	75
26.	DCD-1A	160	160
27.	DCD-1B	160	160
28.	DCD-2	200	200

Tableau des charges des cyclones à appliquer sur la structure

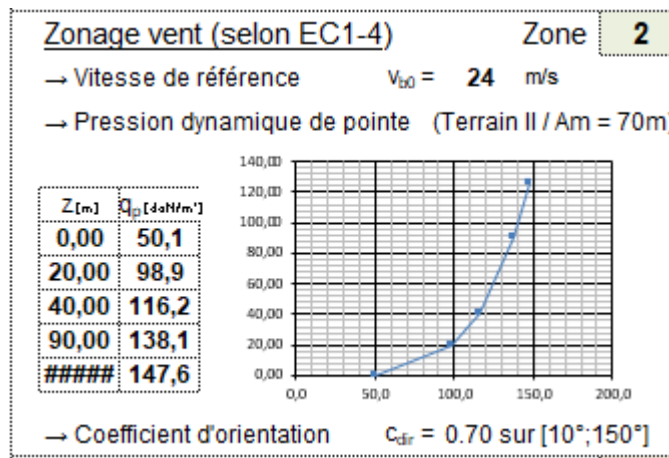
3.2 Charges climatiques

Les charges climatiques sont conformes à l'Eurocode 1 et son annexe nationale :

- Localisation : AIRVAULT (79600)
- Neige :
 - Zone A1 ;
 - Charges caractéristique (neige normale) $S_k = 0.45 \text{ kN/m}^2$;

Caractéristiques locales	
Zonage neige (selon EC1-3)	Zone A1
→ Charge caractéristique $S_k =$	0,45 kN/m ²
→ Charge exceptionnelle $S_{ed} =$	- kN/m ²

- Vent :
 - Zone 2 ;
 - Vitesse de référence $V_{b0} = 24 \text{ m/s}$;
 - Type de terrain = II (Rase campagne).
 - Pression de pointe $Q_p(H=126\text{m}) =$



A noter que nous avons appliqué la charge du vent sur toute la surface de la tour avec un coefficient $C_{pe}-C_{pi}=1.5$.

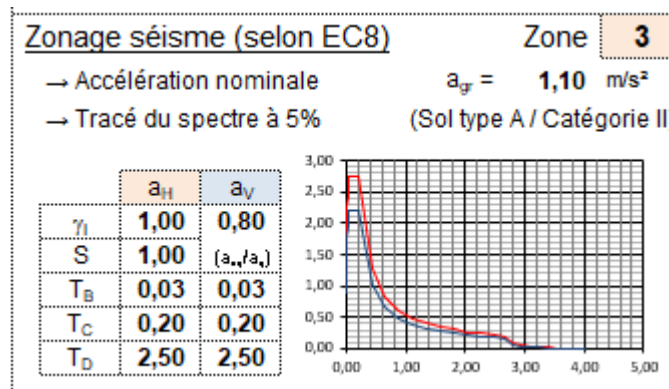
3.3 Charges sismique

Le projet est situé à Airvault. Depuis l'arrêté du 22/10/2010, l'action sismique peut être définie de la façon suivante :

- Zone de sismicité : 3
- Classe de sol : En absence du rapport du sol. Nous prenons comme hypothèse un sol de classe A.
- Catégorie d'importance : II
- Classe de ductilité : Compte tenu du classement de l'ouvrage et du système de contreventement choisi, les vérifications des éléments seront réalisées en Classe de Ductilité Moyen (DCM).
- Spectre de calcul

Le spectre de calcul horizontal est défini à partir des coefficients suivants :

- $a_g = 1,1 \text{ m/s}^2$
- $S=1$
- $q=1.5$



Conformément à l'article 4.3.3.5.2 (1) de l'Eurocode 8, la composante verticale n'est pas prise en compte car $a_g = 1,10 \text{ m/s}^2$ est inférieure à 2.5 m/s^2 .

- Combinaisons et masses associées

Les effets d'inertie de l'action sismique de calcul doivent être évalués en prenant en compte la présence des masses associées à toutes les charges gravitaires qui apparaissent dans la combinaison d'actions suivantes :

$$G + \sum_i \psi_{E,i} Q_i$$

Avec $\psi_{E,i} = \varphi * \psi_{2,i}$

Nous retiendrons un coefficient de participation des masses : $\psi_{E,i} = 1$

L'ensemble des combinaisons seront conformes à l'Eurocode 0, avec la prise en compte des combinaisons de NEWMARK pour les effets de l'action sismique :

- ⇒ $E_x \pm 0.3 E_y$
- ⇒ $0.3 E_x \pm E$

3.4 Matériaux utilisés

- Acier pour la structure métallique

La nuance des aciers pour la structure métallique est S355 pour l'ossature principale.

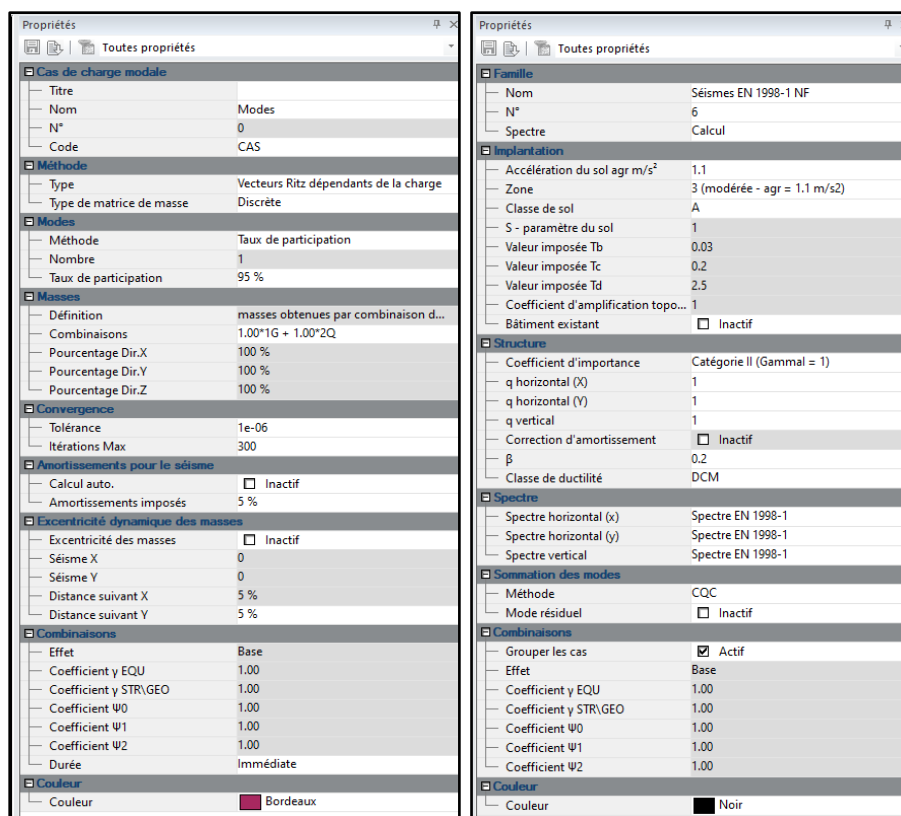
3.5 Contrainte admissible du sol

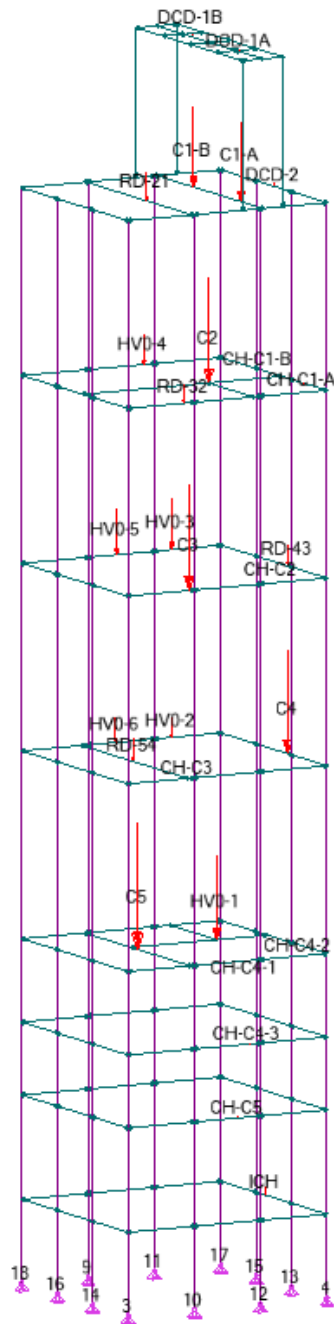
Pour le calcul des fondations et en l'absence d'une étude géotechnique à ce stade, nous prenons comme hypothèse une contrainte admissible du sol à ELS égale à 4 bars (ancrées dans le calcaire).

4 PARAMETRES ET DONNEES DES MODELES

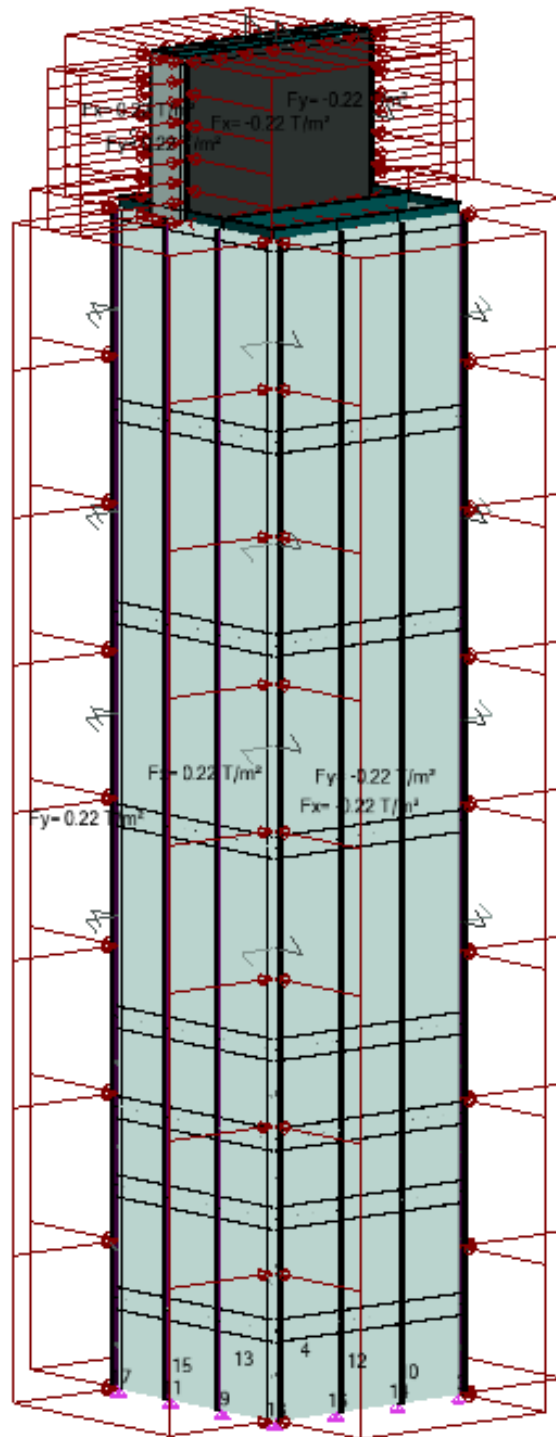
La structure a été modélisée sur le logiciel Advance Design de Gratec, à partir des plans d'architectes et des plans du fournisseur.

- Les paramètres adoptés pour les modèles sont :
 - Diaphragmes : modélisation en parois rigide,
 - Poutres, poteaux : modélisation en filaires (barres bi-articulées),
 - Fondations : modélisation sous la forme d'appuis rigides qui représentent une articulation à la base de la tour.
- Paramètre du maillage : maillage Delaunay avec une taille d'éléments fixée à 1 m pour la rapidité des calculs.
- Hypothèses sismiques du logiciel :





Implantation des charges des cyclones



Charges du vent sur la structure

5 RESULTATS ET ANALYSE DES MODELES

5.1 Caractéristiques principales du modèle

Caractéristiques principales du modèle	
Espace de travail	Spatial
Rigidité en flexion	Oui
Nombre de noeuds	3481
Nombre de filaires	311
Nombre de surfaciques	0
Nombre d'appuis ponctuels	12
Nombre d'appuis linéaires	0
Nombre d'appuis surfacique	0
Nombre de cas de charges	10
Nombre de combinaisons	191

Géométrie du modèle			
Plus grandes dimensions de la structure	X = 21.30 m	Y = 21.00 m	Z = 119.35 m
Centre de gravité	X = 10.51 m	Y = 10.51 m	Z = 54.45 m
Poids total	1302.10 T		

Liste des cas de charges statiques							
N°	Cas de charge	Résultante des charges (repère global)					
		Fx (kN)	Fy (kN)	Fz (kN)	Mx (kN*m)	My (kN*m)	Mz (kN*m)
1	G	0.00	0.00	-12769.26	-134152.52	-134220.54	0.00
2	Q	0.00	0.00	-52897.07	-567911.86	-451488.73	0.00
6	V X+	5382.78	0.00	0.00	0.00	321217.31	56519.17
7	V X-	-5382.78	0.00	0.00	0.00	-321217.31	-56519.17
8	V Y+	0.00	4937.91	0.00	267277.31	0.00	52077.66
9	V Y-	0.00	-4937.91	0.00	-267277.31	0.00	-52077.66

5.2 Grandeurs des modes propres

Mode N°	Pulsation (Rad/s)	Période (s)	Fréquence (Hz)	Énergie (J)	Masses modales	
					X	Y
					T (%)	T (%)
1	1.67	3.75	0.27	1.40	6.82 (0.10)	3698.25 (55.26)
2	2.39	2.63	0.38	2.85	4977.37 (74.37)	1.81 (0.03)
3	5.11	1.23	0.81	13.04	0.25 (0.00)	2161.47 (32.30)
4	5.54	1.13	0.88	15.34	149.28 (2.23)	8.13 (0.12)
5	6.80	0.92	1.08	23.11	1.29 (0.02)	1.29 (0.02)
6	8.06	0.78	1.28	32.46	245.83 (3.67)	2.24 (0.03)
7	8.13	0.77	1.29	33.06	213.24 (3.19)	1.25 (0.02)
8	8.47	0.74	1.35	35.87	485.41 (7.25)	0.15 (0.00)
9	12.16	0.52	1.94	73.93	10.97 (0.16)	49.04 (0.73)
10	12.20	0.51	1.94	74.44	18.58 (0.28)	0.12 (0.00)
11	12.27	0.51	1.95	75.33	0.87 (0.01)	0.62 (0.01)
12	12.30	0.51	1.96	75.66	5.74 (0.09)	17.97 (0.27)
13	12.68	0.50	2.02	80.33	0.06 (0.00)	0.03 (0.00)
14	13.18	0.48	2.10	86.90	52.20 (0.78)	306.55 (4.58)
15	13.37	0.47	2.13	89.38	4.92 (0.07)	71.88 (1.07)
16	13.53	0.46	2.15	91.56	70.97 (1.06)	14.84 (0.22)

Mode N°	Pulsation (Rad/s)	Période (s)	Fréquence (Hz)	Énergie (J)	Valeurs modales	
					Masses modales	
					X T (%)	Y T (%)
17	14.00	0.45	2.23	97.90	0.53 (0.01)	21.51 (0.32)
18	14.20	0.44	2.26	100.83	181.81 (2.72)	80.60 (1.20)
19	14.52	0.43	2.31	105.46	2.79 (0.04)	2.11 (0.03)
20	14.78	0.43	2.35	109.22	0.08 (0.00)	1.99 (0.03)
21	15.80	0.40	2.51	124.80	0.12 (0.00)	3.34 (0.05)
22	16.22	0.39	2.58	131.54	3.15 (0.05)	0.32 (0.00)
23	16.99	0.37	2.70	144.34	0.01 (0.00)	19.80 (0.30)
24	18.00	0.35	2.86	162.02	13.46 (0.20)	0.00 (0.00)
25	19.41	0.32	3.09	188.27	55.09 (0.82)	1.78 (0.03)
26	20.11	0.31	3.20	202.21	0.95 (0.01)	45.44 (0.68)
27	22.05	0.28	3.51	243.11	1.94 (0.03)	0.08 (0.00)
28	22.53	0.28	3.59	253.90	15.97 (0.24)	0.85 (0.01)
29	24.08	0.26	3.83	289.85	0.07 (0.00)	7.67 (0.11)
30	27.12	0.23	4.32	367.87	4.27 (0.06)	5.57 (0.08)
31	29.37	0.21	4.67	431.08	6.42 (0.10)	0.06 (0.00)
32	32.18	0.20	5.12	517.49	0.02 (0.00)	7.88 (0.12)
33	33.37	0.19	5.31	556.80	0.71 (0.01)	1.53 (0.02)
34	53.90	0.12	8.58	1452.63	73.39 (1.10)	0.34 (0.01)
35	57.82	0.11	9.20	1670.58	0.75 (0.01)	111.15 (1.66)
36	66.52	0.09	10.59	2212.28	2.88 (0.04)	7.23 (0.11)
37	83.23	0.08	13.25	3463.18	69.28 (1.04)	0.06 (0.00)
Total				13630.02	6677.47 (99.78)	6654.93 (99.44)

➤ Commentaires :

- Les 37 modes ont sollicité plus de 90 % de la masse totale de la tour, par conséquent, la condition de l'EC8 de l'article 4.3.3.3 est satisfaite.

4.3.3.3 Analyse modale utilisant les spectres de réponse

4.3.3.3.1 généralités

(1)P Ce type d'analyse doit être appliqué aux bâtiments qui ne satisfont pas aux conditions données en 4.3.3.2.1(2) pour l'application de la méthode d'analyse par forces latérales.

(2)P Les réponses de tous les modes de vibration contribuant de manière significative à la réponse globale doivent être prises en compte.

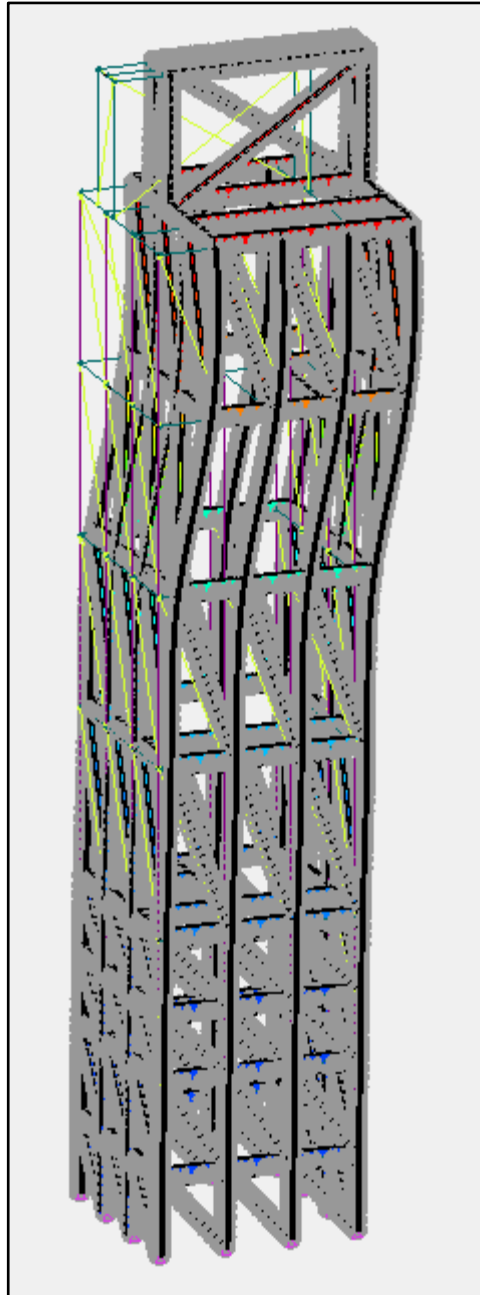
(3) Les prescriptions de l'alinéa (2) P peuvent être considérées comme satisfaites si une des conditions suivantes peut être démontrée :

- la somme des masses modales effectives pour les modes considérés atteint au moins 90 % de la masse totale de la structure ;
- tous les modes dont la masse modale effective est supérieure à 5 % de la masse totale sont pris en compte.

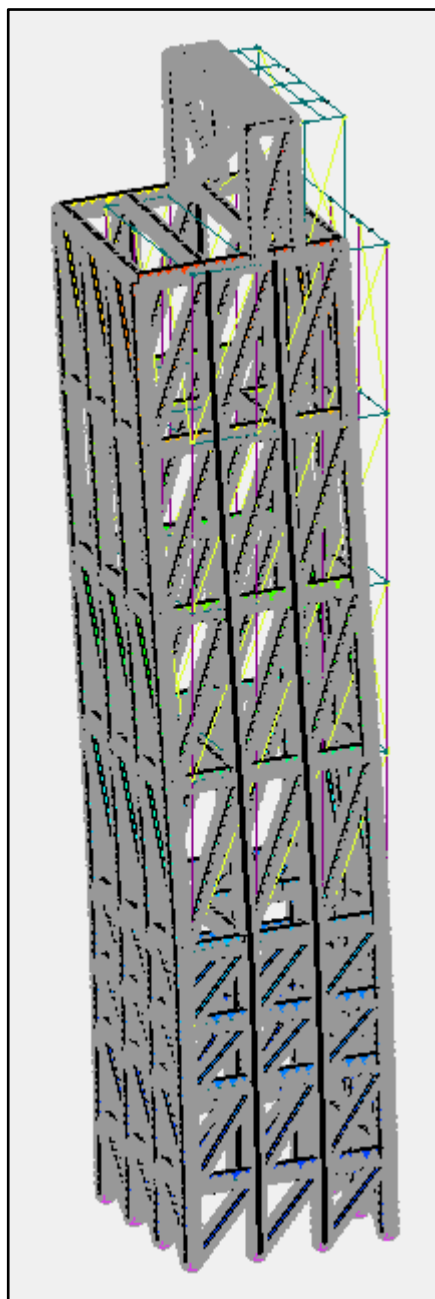
Extrait de l'Eurocode 8 – Article 4.3.3.3

- Le mode propre – sens x est le mode 2 car il sollicite 74 % de la structure avec une fréquence de 0,38 Hz.
- Le mode propre – sens y est le mode 1 car il sollicite 55 % de la structure avec une fréquence de 0,27 Hz.

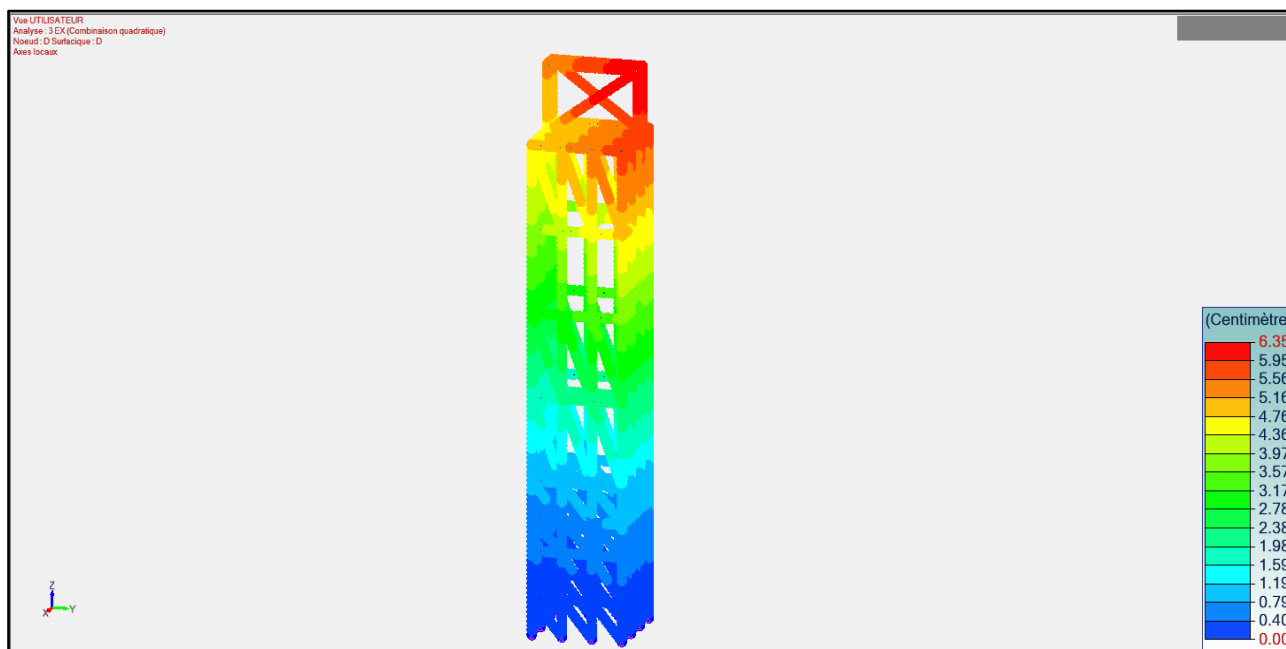
5.3 Déplacement de la structure sous charges horizontales



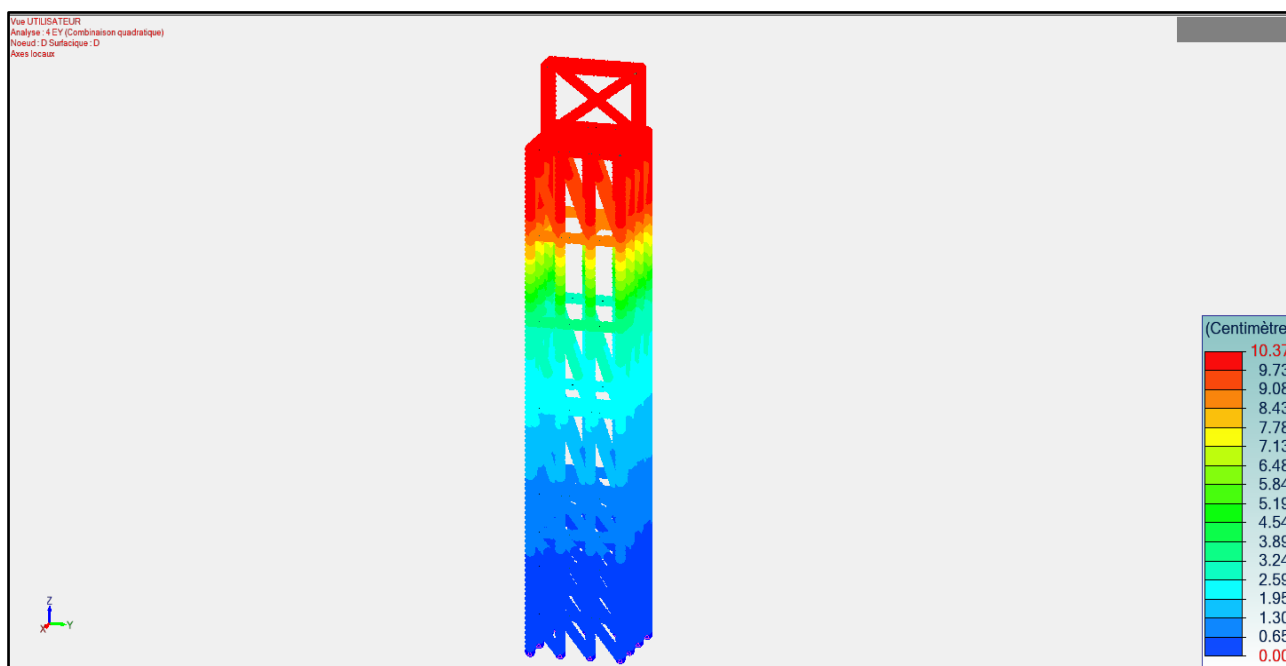
Caractéristique modale 1 (Fréquence =0,27 Hz)



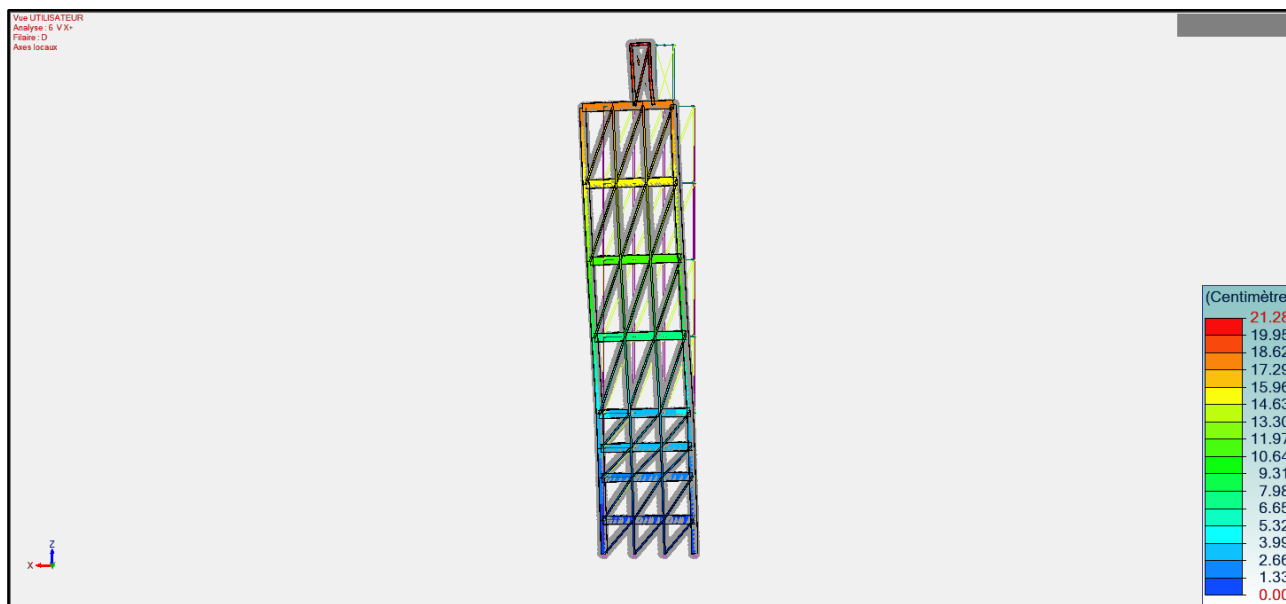
Caractéristique modale 2 (Fréquence =0,38 Hz)



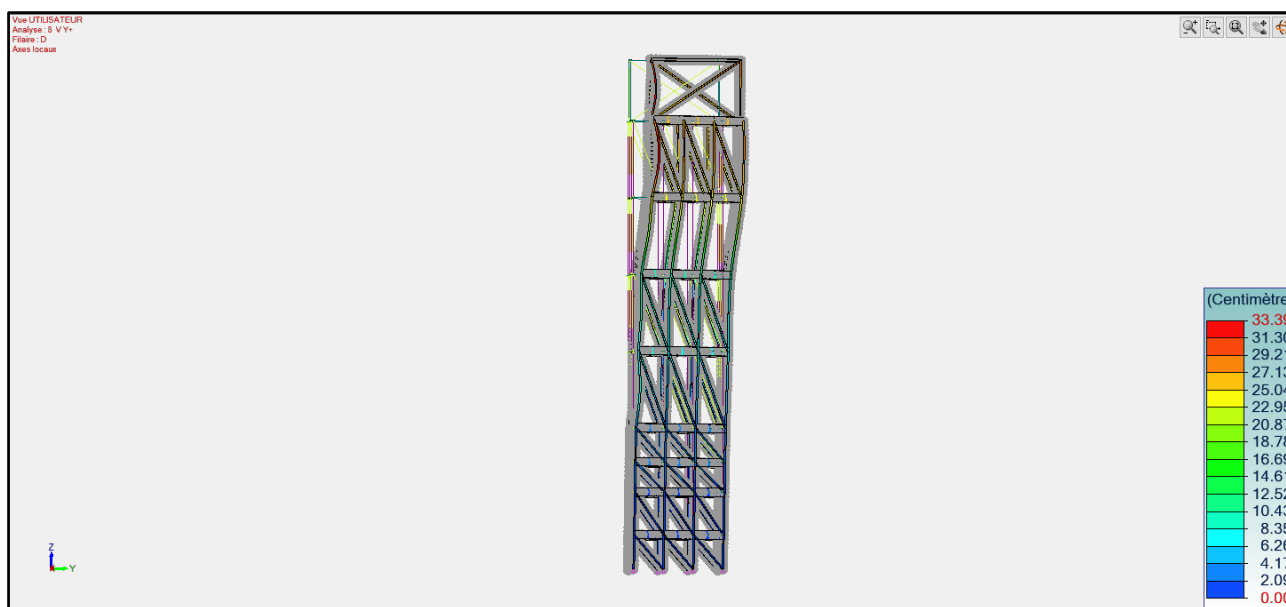
Déplacement sismique suivant X



Déplacement sismique suivant Y



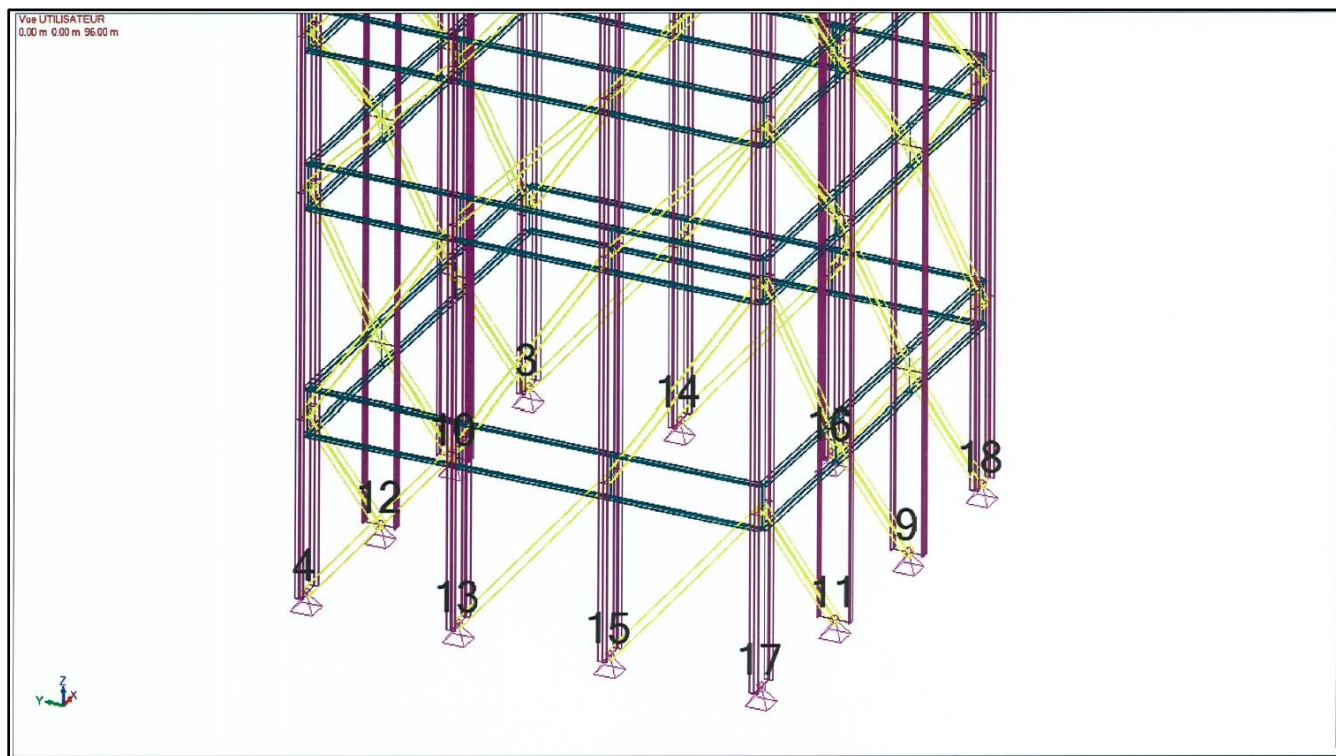
Déplacement due au vent suivant X



Déplacement due au vent suivant Y

Conclusion : D'après les résultats de la modélisation, les charges du vent sont dimensionnantes devant les charges sismiques.

5.4 Descente de charges sur fondations



Repérage des fondations

Noms des cas de charges		
Cas n°	Nom	Titre
1	G	Charges Permanentes
2	Q	Exploitations
6	V X+	Vents EN 1991-1-4 NF
7	V X-	Vents EN 1991-1-4 NF
8	V Y+	Vents EN 1991-1-4 NF
9	V Y-	Vents EN 1991-1-4 NF
3	EX	Séismes EN 1998-1 NF
4	EY	Séismes EN 1998-1 NF
101	1x[3 EX]	
102	1x[3 EX]+0.3x[4 EY]	
103	1x[3 EX]-0.3x[4 EY]	
110	1x[4 EY]	
111	0.3x[3 EX]+1x[4 EY]	
112	-0.3x[3 EX]+1x[4 EY]	

Actions aux appuis ponctuels par élément (repère global)							
N°	Cas de charges	FX(T)	FY(T)	FZ(T)	MX(T*m)	MY(T*m)	MZ(T*m)
3(R)	1	-0.17	-0.38	-105.91	0.00	0.00	0.00
	2	-11.04	-10.88	-298.82	0.00	0.00	0.00
	6	139.37	9.79	-591.35	0.00	0.00	0.00
	7	-142.15	-9.72	591.77	0.00	0.00	0.00
	8	8.64	123.72	-500.58	0.00	0.00	0.00
	9	-8.57	-126.46	500.98	0.00	0.00	0.00
	3 (CQC)	38.20	4.98	160.64	0.00	0.00	0.00
	4 (CQC)	6.35	35.65	160.74	0.00	0.00	0.00

Actions aux appuis ponctuels par élément (repère global)							
N°	Cas de charges	FX(T)	FY(T)	FZ(T)	MX(T*m)	MY(T*m)	MZ(T*m)
	5 (CQC)	7.30	4.66	69.98	0.00	0.00	0.00
	101	38.20	4.98	160.64	0.00	0.00	0.00
	102	40.10	15.67	208.86	0.00	0.00	0.00
	103	36.30	-5.72	112.42	0.00	0.00	0.00
	110	6.35	35.65	160.74	0.00	0.00	0.00
	111	17.81	37.14	208.93	0.00	0.00	0.00
	112	-5.12	34.15	112.55	0.00	0.00	0.00
4(R)	1	0.15	0.02	-110.84	0.00	0.00	0.00
	2	1.61	11.76	-605.84	0.00	0.00	0.00
	6	-0.84	-12.94	483.19	0.00	0.00	0.00
	7	3.12	13.01	-482.90	0.00	0.00	0.00
	8	-0.01	92.72	-377.39	0.00	0.00	0.00
	9	0.01	-95.47	377.86	0.00	0.00	0.00
	3 (CQC)	1.64	5.55	137.67	0.00	0.00	0.00
	4 (CQC)	0.23	29.71	114.99	0.00	0.00	0.00
	5 (CQC)	0.87	6.98	51.96	0.00	0.00	0.00
	101	1.64	5.55	137.67	0.00	0.00	0.00
	102	1.70	14.47	172.16	0.00	0.00	0.00
	103	1.57	-3.36	103.17	0.00	0.00	0.00
	110	0.23	29.71	114.99	0.00	0.00	0.00
	111	0.72	31.38	156.29	0.00	0.00	0.00
	112	-0.26	28.05	73.69	0.00	0.00	0.00
9(R)	1	-0.04	0.14	-110.53	0.00	0.00	0.00
	2	4.03	0.67	-491.43	0.00	0.00	0.00
	6	76.74	-0.09	-87.14	0.00	0.00	0.00
	7	-76.71	0.06	86.57	0.00	0.00	0.00
	8	-10.86	2.24	247.34	0.00	0.00	0.00
	9	10.82	2.38	-247.09	0.00	0.00	0.00
	3 (CQC)	20.07	0.08	26.13	0.00	0.00	0.00
	4 (CQC)	5.85	1.00	81.30	0.00	0.00	0.00
	5 (CQC)	5.71	0.15	48.96	0.00	0.00	0.00
	101	20.07	0.08	26.13	0.00	0.00	0.00
	102	21.82	0.38	50.52	0.00	0.00	0.00
	103	18.31	-0.23	1.74	0.00	0.00	0.00
	110	5.85	1.00	81.30	0.00	0.00	0.00
	111	11.87	1.03	89.14	0.00	0.00	0.00
	112	-0.17	0.98	73.46	0.00	0.00	0.00
10(R)	1	-0.30	0.14	-110.28	0.00	0.00	0.00
	2	-10.63	0.65	-496.07	0.00	0.00	0.00
	6	109.00	0.02	-108.30	0.00	0.00	0.00
	7	-108.97	0.01	107.71	0.00	0.00	0.00
	8	9.72	-2.23	-178.11	0.00	0.00	0.00
	9	-9.76	-2.38	178.29	0.00	0.00	0.00
	3 (CQC)	30.17	0.08	28.43	0.00	0.00	0.00
	4 (CQC)	6.17	0.97	63.18	0.00	0.00	0.00
	5 (CQC)	6.62	0.15	49.99	0.00	0.00	0.00
	101	30.17	0.08	28.43	0.00	0.00	0.00
	102	32.02	0.37	47.38	0.00	0.00	0.00
	103	28.32	-0.21	9.47	0.00	0.00	0.00
	110	6.17	0.97	63.18	0.00	0.00	0.00
	111	15.22	1.00	71.71	0.00	0.00	0.00
	112	-2.88	0.95	54.66	0.00	0.00	0.00
11(R)	1	-0.18	0.15	-110.13	0.00	0.00	0.00
	2	3.95	0.77	-485.91	0.00	0.00	0.00
	6	50.91	-0.18	115.73	0.00	0.00	0.00
	7	-50.45	0.15	-116.11	0.00	0.00	0.00
	8	-17.71	2.36	257.18	0.00	0.00	0.00
	9	17.65	2.27	-257.17	0.00	0.00	0.00

Actions aux appuis ponctuels par élément (repère global)							
N°	Cas de charges	FX(T)	FY(T)	FZ(T)	MX(T*m)	MY(T*m)	MZ(T*m)
	3 (CQC)	14.07	0.07	34.66	0.00	0.00	0.00
	4 (CQC)	7.25	1.02	84.64	0.00	0.00	0.00
	5 (CQC)	4.24	0.16	40.79	0.00	0.00	0.00
	101	14.07	0.07	34.66	0.00	0.00	0.00
	102	16.24	0.38	60.06	0.00	0.00	0.00
	103	11.89	-0.23	9.27	0.00	0.00	0.00
	110	7.25	1.02	84.64	0.00	0.00	0.00
	111	11.47	1.04	95.04	0.00	0.00	0.00
	112	3.03	1.00	74.25	0.00	0.00	0.00
12(R)	1	-0.30	0.15	-110.43	0.00	0.00	0.00
	2	-1.05	0.79	-519.30	0.00	0.00	0.00
	6	73.96	-0.17	148.06	0.00	0.00	0.00
	7	-73.50	0.20	-148.45	0.00	0.00	0.00
	8	22.07	-2.12	-198.25	0.00	0.00	0.00
	9	-22.08	-2.49	198.11	0.00	0.00	0.00
	3 (CQC)	21.07	0.07	48.09	0.00	0.00	0.00
	4 (CQC)	9.19	0.99	65.89	0.00	0.00	0.00
	5 (CQC)	6.62	0.16	46.35	0.00	0.00	0.00
	101	21.07	0.07	48.09	0.00	0.00	0.00
	102	23.82	0.37	67.86	0.00	0.00	0.00
	103	18.31	-0.22	28.32	0.00	0.00	0.00
	110	9.19	0.99	65.89	0.00	0.00	0.00
	111	15.51	1.01	80.32	0.00	0.00	0.00
	112	2.87	0.97	51.46	0.00	0.00	0.00
13(R)	1	0.14	0.04	-109.65	0.00	0.00	0.00
	2	1.43	6.91	-593.44	0.00	0.00	0.00
	6	1.96	-12.80	295.34	0.00	0.00	0.00
	7	2.60	12.77	-295.09	0.00	0.00	0.00
	8	-0.09	71.25	-77.32	0.00	0.00	0.00
	9	0.06	-71.23	76.79	0.00	0.00	0.00
	3 (CQC)	1.56	5.23	85.17	0.00	0.00	0.00
	4 (CQC)	0.20	23.78	23.98	0.00	0.00	0.00
	5 (CQC)	0.86	5.96	50.93	0.00	0.00	0.00
	101	1.56	5.23	85.17	0.00	0.00	0.00
	102	1.62	12.36	92.36	0.00	0.00	0.00
	103	1.50	-1.90	77.97	0.00	0.00	0.00
	110	0.20	23.78	23.98	0.00	0.00	0.00
	111	0.67	25.35	49.54	0.00	0.00	0.00
	112	-0.27	22.21	-1.57	0.00	0.00	0.00
14(R)	1	0.14	-0.26	-103.91	0.00	0.00	0.00
	2	1.42	-8.77	-251.62	0.00	0.00	0.00
	6	-2.41	11.32	-222.44	0.00	0.00	0.00
	7	-2.14	-11.36	222.62	0.00	0.00	0.00
	8	0.01	96.80	-93.99	0.00	0.00	0.00
	9	0.03	-96.77	93.48	0.00	0.00	0.00
	3 (CQC)	1.52	4.62	66.47	0.00	0.00	0.00
	4 (CQC)	0.20	27.87	29.37	0.00	0.00	0.00
	5 (CQC)	0.86	4.41	40.09	0.00	0.00	0.00
	101	1.52	4.62	66.47	0.00	0.00	0.00
	102	1.58	12.98	75.29	0.00	0.00	0.00
	103	1.47	-3.74	57.66	0.00	0.00	0.00
	110	0.20	27.87	29.37	0.00	0.00	0.00
	111	0.66	29.26	49.31	0.00	0.00	0.00
	112	-0.26	26.49	9.43	0.00	0.00	0.00
15(R)	1	0.13	-0.01	-109.77	0.00	0.00	0.00
	2	1.31	-2.09	-549.77	0.00	0.00	0.00
	6	2.14	-20.04	305.01	0.00	0.00	0.00
	7	2.43	19.99	-305.01	0.00	0.00	0.00

Actions aux appuis ponctuels par élément (repère global)							
N°	Cas de charges	FX(T)	FY(T)	FZ(T)	MX(T*m)	MY(T*m)	MZ(T*m)
	8	-0.15	48.19	91.84	0.00	0.00	0.00
	9	0.12	-47.74	-92.19	0.00	0.00	0.00
	3 (CQC)	1.53	5.70	84.25	0.00	0.00	0.00
	4 (CQC)	0.19	17.25	32.58	0.00	0.00	0.00
	5 (CQC)	0.85	4.14	40.41	0.00	0.00	0.00
	101	1.53	5.70	84.25	0.00	0.00	0.00
	102	1.59	10.87	94.03	0.00	0.00	0.00
	103	1.48	0.52	74.48	0.00	0.00	0.00
	110	0.19	17.25	32.58	0.00	0.00	0.00
	111	0.65	18.96	57.85	0.00	0.00	0.00
	112	-0.27	15.54	7.30	0.00	0.00	0.00
16(R)	1	0.14	0.01	-104.98	0.00	0.00	0.00
	2	1.32	0.16	-273.01	0.00	0.00	0.00
	6	-2.28	25.08	-245.64	0.00	0.00	0.00
	7	-2.27	-25.09	245.55	0.00	0.00	0.00
	8	-0.13	66.25	118.32	0.00	0.00	0.00
	9	0.16	-65.79	-118.72	0.00	0.00	0.00
	3 (CQC)	1.50	6.63	74.14	0.00	0.00	0.00
	4 (CQC)	0.19	19.30	40.23	0.00	0.00	0.00
	5 (CQC)	0.85	4.77	39.69	0.00	0.00	0.00
	101	1.50	6.63	74.14	0.00	0.00	0.00
	102	1.55	12.42	86.21	0.00	0.00	0.00
	103	1.44	0.84	62.07	0.00	0.00	0.00
	110	0.19	19.30	40.23	0.00	0.00	0.00
	111	0.64	21.29	62.47	0.00	0.00	0.00
	112	-0.26	17.31	17.98	0.00	0.00	0.00
17(R)	1	0.14	0.00	-108.65	0.00	0.00	0.00
	2	1.20	0.02	-484.18	0.00	0.00	0.00
	6	-0.27	-0.01	348.07	0.00	0.00	0.00
	7	2.54	0.01	-347.71	0.00	0.00	0.00
	8	-0.12	2.19	300.51	0.00	0.00	0.00
	9	0.12	0.05	-300.14	0.00	0.00	0.00
	3 (CQC)	1.44	0.02	92.78	0.00	0.00	0.00
	4 (CQC)	0.18	0.30	94.75	0.00	0.00	0.00
	5 (CQC)	0.77	0.13	23.91	0.00	0.00	0.00
	101	1.44	0.02	92.78	0.00	0.00	0.00
	102	1.49	0.11	121.21	0.00	0.00	0.00
	103	1.38	-0.07	64.36	0.00	0.00	0.00
	110	0.18	0.30	94.75	0.00	0.00	0.00
	111	0.61	0.31	122.59	0.00	0.00	0.00
	112	-0.25	0.29	66.92	0.00	0.00	0.00
18(R)	1	0.15	0.00	-107.03	0.00	0.00	0.00
	2	6.45	0.01	-344.60	0.00	0.00	0.00
	6	100.64	0.00	-440.54	0.00	0.00	0.00
	7	-103.42	0.00	441.05	0.00	0.00	0.00
	8	-11.37	2.19	410.45	0.00	0.00	0.00
	9	11.44	0.06	-410.19	0.00	0.00	0.00
	3 (CQC)	25.75	0.03	124.59	0.00	0.00	0.00
	4 (CQC)	6.03	0.45	127.19	0.00	0.00	0.00
	5 (CQC)	6.71	0.17	46.97	0.00	0.00	0.00
	101	25.75	0.03	124.59	0.00	0.00	0.00
	102	27.56	0.17	162.75	0.00	0.00	0.00
	103	23.94	-0.10	86.44	0.00	0.00	0.00
	110	6.03	0.45	127.19	0.00	0.00	0.00
	111	13.76	0.47	164.57	0.00	0.00	0.00
	112	-1.69	0.44	89.81	0.00	0.00	0.00

6 CALCULS DES FONDATIONS

A partir des descentes de charges obtenues par le modèle, nous avons dimensionné le massif nécessaire afin de reprendre les charges sous chaque poteau.
 Les dimensions des massifs seront : 9x9x3 m3 + 50cm de gros béton avec un ratio d'armature égal à 55 kg/m3.

	Affaire :	CALCIA	N° :	31302
	Objet :	MASSIF	Date :	29/06/2021

Calcul d'une semelle de fondation
 EUROCODE 2 - EUROCODE 7

DONNÉES

Nature de fondations : Semelle Isolée Semelle Filante

Semelle	Dimension suivant x	A	900	cm
	Dimension suivant y	B	900	cm
	Hauteur	h _s	300	cm
Poteau	Dimension suivant x	a	60	cm
	Dimension suivant y	b	60	cm
	Excentrement suivant x	e _{ox}	0	cm
	Excentrement suivant y	e _{oy}	0	cm

Solicitations (t)

Cas de charges	N	Sens x		Sens y	
		H _x	M _x	H _y	M _y
Perm. G	111,00	0,40			
Exploit. Q	606,00	12,00			
Neige N					
Vent V ₁	592,00	140,00			
	V ₂	-483,00	140,00		
Séisme S ₁	-191,00	39,00			
	S ₂	-191,00	36,00		
ELU elu 1					
ELU elu 2					
ELS els 1					
ELS els 2					
ELA ela 1					
ELA ela 2					

Hypothèses béton armé

Classe d'exposition XF1

Béton C 25/30

Acier S 500

Enrobage 3 cm

Poteau Béton Métal

Hypothèses géotechniques

Arase semelle h₀ 30 cm

Mort-terrain h_{mt} 0 cm

Hauteur de fût h_f 0 m

Contrainte verticale max. ELU 4,00 bars

ELU 6,57 bars

Paramètres du sol d'assise

φ' 30 °

c' 0 kPa

E_{su} 13 MPa

α 0,67

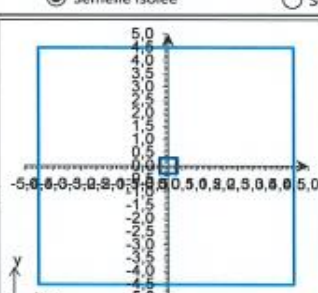
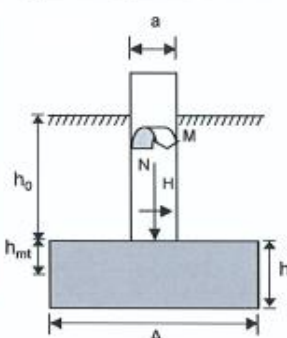
Masses volumiques

Béton armé ρ_{max} 2,5 t/m³

Remblai ρ_{remblai} 1,8 t/m³

Sol d'assise ρ_{sol} 2,0 t/m³

Hauteur gros béton 50,0 cm

VÉRIFICATION DU NON-SOULÈVEMENT DE LA SEMELLE (ELU)

Effort N minimal pour les combinaisons EQU : N_{min} = ##### sous la combinaison : 0,9 G + 1,5 V₂
 Poids de la semelle + remblai (pondéré par 0,9) : W = 586,1 t
 Effort vertical total : N_{min} + W = 61,7 t > 0 Pas de soulèvement de la semelle **OK**

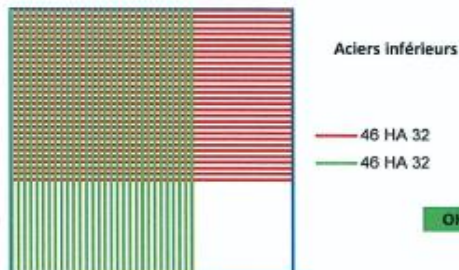
VÉRIFICATION DE LA RIGIDITÉ DE LA SEMELLE

Débord maximum de la semelle dans le sens x : d_x = 420 cm Hauteur utile : d = ##### > d_v/2 = 210 cm **OK**
 Débord maximum de la semelle dans le sens y : d_y = 420 cm Hauteur utile : d = ##### > d_v/2 = 210 cm **OK**

Armatures inférieures

Sens x Combinaison dimensionnante : 1,35 G + 1,5 V₁ + 1,5 ψ₀ Q
 Coefficient d'excentrement du poteau : k = 1,00
 Moment dans la section de calcul : M_{Edx} = 353,9 t.m/m
 Section d'aciers : HA 6 A_{sx} = 33,41 cm²/m
 Armatures : **46 HA 32** Esp = 20 cm A_{sx} = 41,11 cm²/m

Sens y Combinaison dimensionnante : 1,35 G + 1,5 V₁ + 1,5 ψ₀ Q
 Coefficient d'excentrement du poteau : k_y = 1,00
 Moment dans la : M_{Edy} = 353,9 t.m/m
 Section d'aciers : Choix : HA 8 A_{sy} = 33,41 cm²/m
 Armatures : **46 HA 32** Esp = 20 cm A_{sy} = 41,11 cm²/m



Armatures circulaires

26

21 | Page

RESULTATS					
Non-soulèvement :		$N_{\min} + W = 61,7 \text{ t}$		OK	
Condition de rigidité :	Hauteur utile : d = #####	>	$d_x/2 = 210 \text{ cm}$	OK	
	Hauteur utile : d = #####	>	$d_y/2 = 210 \text{ cm}$	OK	
Non glissement : Butée maxi :		$\sigma_b = 0,56 \text{ bars}$	<	$1,29 \text{ bars}$	OK
Non poinçonnement du sol :	ELS	$p = 2,43 \text{ bars}$	<	4 bars	OK
	ELS qp	$p = 1,68 \text{ bars}$	<	4 bars	OK
	ELU	$p = 3,5 \text{ bars}$	<	$6,57 \text{ bars}$	OK
	ELA	$p = 1,3 \text{ bars}$	<	$6,57 \text{ bars}$	OK
Excentricités	ELS	$ e_x = 0,24 \text{ m} < 2,25 \text{ m}$	$ e_y = 0,00 \text{ m} < 2,25 \text{ m}$	OK	
	ELS qp	$ e_x = 0,08 \text{ m} < 1,5 \text{ m}$	$ e_y = 0,00 \text{ m} < 1,5 \text{ m}$	OK	
	ELU	$ e_x = 0,25 \text{ m} < 4,2 \text{ m}$	$ e_y = 0,00 \text{ m} < 4,2 \text{ m}$	OK	
	ELA	$ e_x = 0,14 \text{ m} < 4,2 \text{ m}$	$ e_y = 0,00 \text{ m} < 4,2 \text{ m}$	OK	
Non poinçonnement semelle :		Compression bielles :		$V_{Ed0}/V_{Rd,max} = 81\%$	OK
		Cisaillement :		$V_{Ed}/V_{Rd} = 69\%$	OK
Armatures inf :	sens x :	$As = 33,41 \text{ cm}^2/\text{m}$	46 HA 32	Esp = 20 cm	OK
	sens y :	$As = 33,41 \text{ cm}^2/\text{m}$	46 HA 32	Esp = 20 cm	OK
Armatures sup :	sens x :	$As = 0,50 \text{ cm}^2/\text{m}$	46 HA 32	Esp = 20 cm	OK
	sens y :	$As = 0,50 \text{ cm}^2/\text{m}$	46 HA 32	Esp = 20 cm	OK