

# MARCEAU

## GROUPE SCOLAIRE

### MARSEILLE (13)

MAÎTRISE D'OUVRAGE	Maîtrise d'ouvrage Ville de Marseille	Hôtel de Ville - Quai du Port 13 233 MARSEILLE CEDEX 20 tél: 04 91 55 18 13
BUREAU CONTROLE	QUALICONSLT	7/9 rue Jean Mermoz 13 008 MARSEILLE tél: 04 95 08 11 80
BUREAU C.S.P.S.	QUALICONSLT	7/9 rue Jean Mermoz 13 008 MARSEILLE tél: 04 95 08 11 80


MAÎTRISE D'OEUVRE	Architecte mandataire <b>Marjan Hessamfar &amp; Joe Vérons Architectes associés</b>	13 rue Cancera 33 000 BORDEAUX tél : 05 56 13 11 06 fax : 05 56 51 33 01 marceau@hessamfar-verons.fr
	Architecte associé <b>Bajolle &amp; Gianni architectes</b>	75 boulevard Charles Livon 13 007 MARSEILLE tél : 04 91 52 41 13
	Économiste de la construction <b>Fabrice BOUGON</b>	14 rue Sthrau 75 013 PARIS tel : 01 44 06 00 65
	Bureau d'étude structure <b>INGÉNIERIE 84</b>	40 avenue de la 1ère DB 84 306 CAVAILLON CEDEX tel : 04 90 71 38 38
	Bureau d'étude fluides <b>INEX</b>	2 rue Rabelais 93 100 MONTREUIL tel : 01 49 88 81 53
	Bureau d'étude acoustique <b>EMACOUSTIC</b>	6 bis rue Claude Taffanel 33 800 BORDEAUX tel : 05 56 85 96 89
	Paysagiste <b>TERRITOIRES</b>	22 rue Mégevand 25 000 BESANÇON tel : 03 81 82 06 66
	Bureau d'étude VRD <b>VIA INFRASTRUCTURE</b>	81 rue Bourbon 33 300 BORDEAUX tel : 05 56 10 43 85

### Notice sismique

INDICE	DATE	MODIFICATIONS				ÉTABLI PAR	VÉRIFIÉ PAR	VISÉ PAR
B	30-04-2021							
ECHELLE	N° AFFAIRE	CODE EMETTEUR	CODE LOT	REFERENCE DOCUMENT	INDICE	N° FOLIO	N° DOCUMENT	
	MAR	ING84			B		ECR 01	



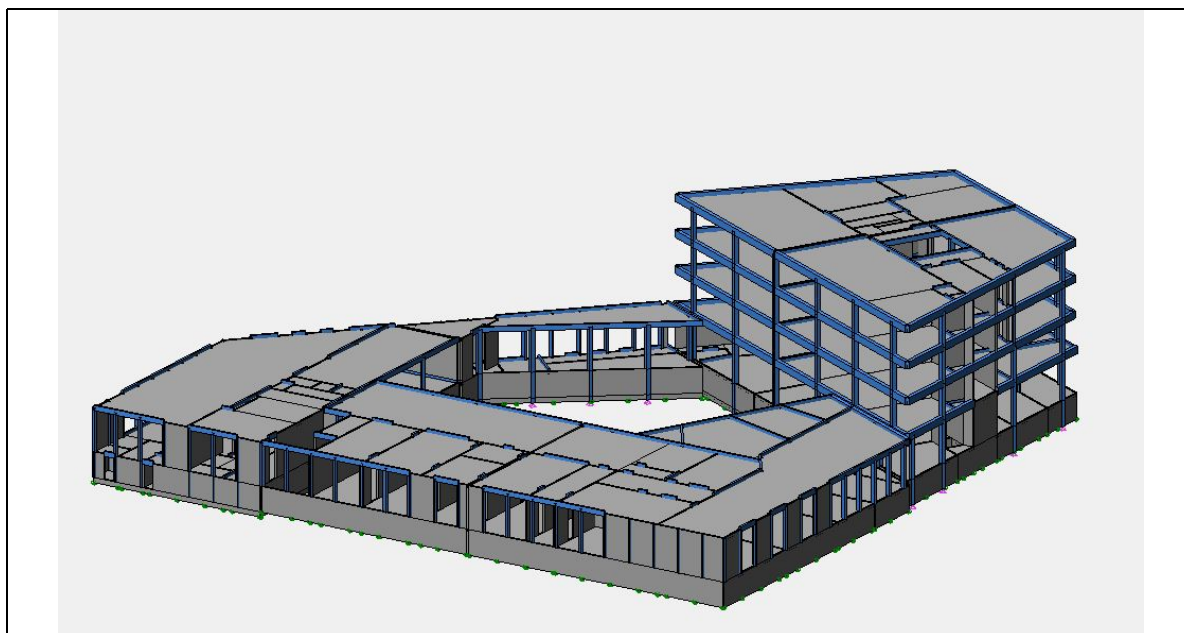
# DCE

<small>BUREAU D'ETUDES</small> <b>INGENIERIE</b>  <small>STRUCTURES</small>	<b>GROUPE SCOLAIRE MARCEAU - MARSEILLE</b>
<i>NDC – Modélisation sismique</i>	<b>Phase – DCE</b>


## **GROUPE SCOLAIRE MARCEAU**

### *Note de modélisation sismique*

A	15/01/21	P.HE						DCE
INDICE	DATE	REDACTEUR	VISA	VERIFICATEUR	VISA	APPROBATEUR	VISA	ETAT
				NOMBRE DE PAGES : 16				
				N° : 001				




Ind.	Demande			DETAILS DES MODIFICATIONS
	Date	Origine	Type	
A	15/01/21			1ere diffusion

	<b>GROUPE SCOLAIRE MARCEAU - MARSEILLE</b>
<b>NDC – Modélisation sismique</b>	<b>Phase – DCE</b>

## SOMMAIRE

1	OBJET DE NOTE.....	3
2	DECUMENTS DE REFERENCE .....	3
3	REGLEMENTS APPLIQUES .....	3
4	MATERIAUX .....	3
4.1	Béton armé .....	3
4.2	Acier pour béton armé .....	4
5	SOLLICITATIONS.....	4
5.1	Charges permanentes .....	4
5.2	Charges d'exploitation .....	4
5.3	Charges climatiques .....	5
5.4	Séisme .....	5
6	DEFORMATIONS .....	6
7	FONDATIONS.....	6
8	MODELISATION SISMIQUE .....	6
8.1	Description du bâtiment .....	6
8.2	Contreventement.....	7
8.3	Critères de régularité .....	7
8.4	Analyse modale spectrale .....	8
8.5	Combinaisons de Newmark .....	8
9	RESULTATS .....	9
9.1	Bloc 1 .....	9
9.2	Bloc 2 .....	13
10	CONCLUSION .....	16

	<b>GROUPE SCOLAIRE MARCEAU - MARSEILLE</b>
<b>NDC – Modélisation sismique</b>	<b>Phase – DCE</b>

## 1 OBJET DE NOTE

Cette note a pour objet de présenter les hypothèses générales de calcul et les modélisations sismiques en phase de conception dans le cadre du projet de la construction « GROUPE SCOLAIRE MARCEAU » à Marseille.

## 2 DOCUMENTS DE REFERENCE

La présente note est basée sur les documents suivants :

- Rapport d'étude géotechnique G2PRO de chez GEOTEC N°19/02487/MARSE.04 ind. B
- Plans architectes de chez Marjan Hessamfar & Joe Vérons Architectes associé – phase PRO
- Plans structure de chez Ingénierie84 - phase PRO
- RICT de chez QUALICONSLT – phase APD

## 3 REGLEMENTS APPLIQUES

Les normes françaises et européennes, en particulier :

- DTU 21 Exécution des travaux en béton
- DTU 14.1 Travaux de cuvelage
- Eurocode 0 : Bases de calculs des structures
- Eurocode 1 : Actions sur les structures
- Eurocode 2 + guide d'application EC2 : Calculs des structures en béton
- Eurocode 7 et NFP 94.261 : Calculs des fondations superficielles
- Eurocode 8 : Calcul des structures pour leur résistance aux séismes
- Annexes nationales en vigueur relatives aux différents Eurocodes

## 4 MATERIAUX

### 4.1 Béton armé

- Résistance des bétons :

Classe : C25/30 Fondations et voiles contre terres,


Classe : C25/30 Eléments intérieurs (refend, plancher ...),

Classe : C30/37 Eléments exposés,

Classe : C40/50 pour certains éléments de structure si nécessaire, selon calculs.

- Classe d'exposition des bétons :

Classe d'exposition XC2 : Fondations et éléments en contact avec terres,

	<b>GROUPE SCOLAIRE MARCEAU - MARSEILLE</b>
<b>NDC – Modélisation sismique</b>	<b>Phase – DCE</b>

Classe d'exposition XS1 : Eléments exposés,

Classe d'exposition XC1 : Eléments intérieure ou protégée,

- Fissuration :

Limitation d'ouverture de fissure  $W_{max}=0.4\text{mm}$  pour un béton XC1 (EC2 §7.3.1.(5)),

Limitation d'ouverture de fissure  $W_{max}=0.3\text{mm}$  pour un béton XC2 (EC2 §7.3.1.(5)),

Limitation d'ouverture de fissure  $W_{max}=0.2\text{mm}$  pour un béton XS1 (EC2 §7.3.1.(5)).

- Enrobage :

Pour l'hypothèse d'un acier non supérieur à HA20, une classe structurale S4 et une tolérance  $\Delta c_{dev}=10\text{mm}$  :

Pour XC1 :  $\max(20;15)+10=30\text{mm}$

Pour XC2 :  $\max(20;25)+10=35\text{mm}$

Pour XS1 :  $\max(20;35)+10=45\text{mm}$

- Module d'Young :

Pour le calcul sismique (EC8 §4.3.1.(7)) :

$f_{c28} = 25 \text{ MPa}$  ; module d'Young  $E = 15735 \text{ MPa}$

$f_{c28} = 40 \text{ MPa}$  ; module d'Young  $E = 17610 \text{ MPa}$

Coefficient de poisson  $\nu = 0$

Pour le calcul statique (EC2 §3.1.2.(9)):

$f_{c28} = 25 \text{ MPa}$  ; module d'Young  $E = 31475 \text{ MPa}$

$f_{c28} = 40 \text{ MPa}$  ; module d'Young  $E = 35220 \text{ MPa}$

Coefficient de poisson  $\nu = 0.20$

## 4.2 Acier pour béton armé

- TS standards ou spéciaux  $f_{yk} = 500 \text{ MPa}$  (classe B)

- Acier HA  $f_{yk} = 500 \text{ MPa}$  (classe B)

## 5 SOLLICITATIONS

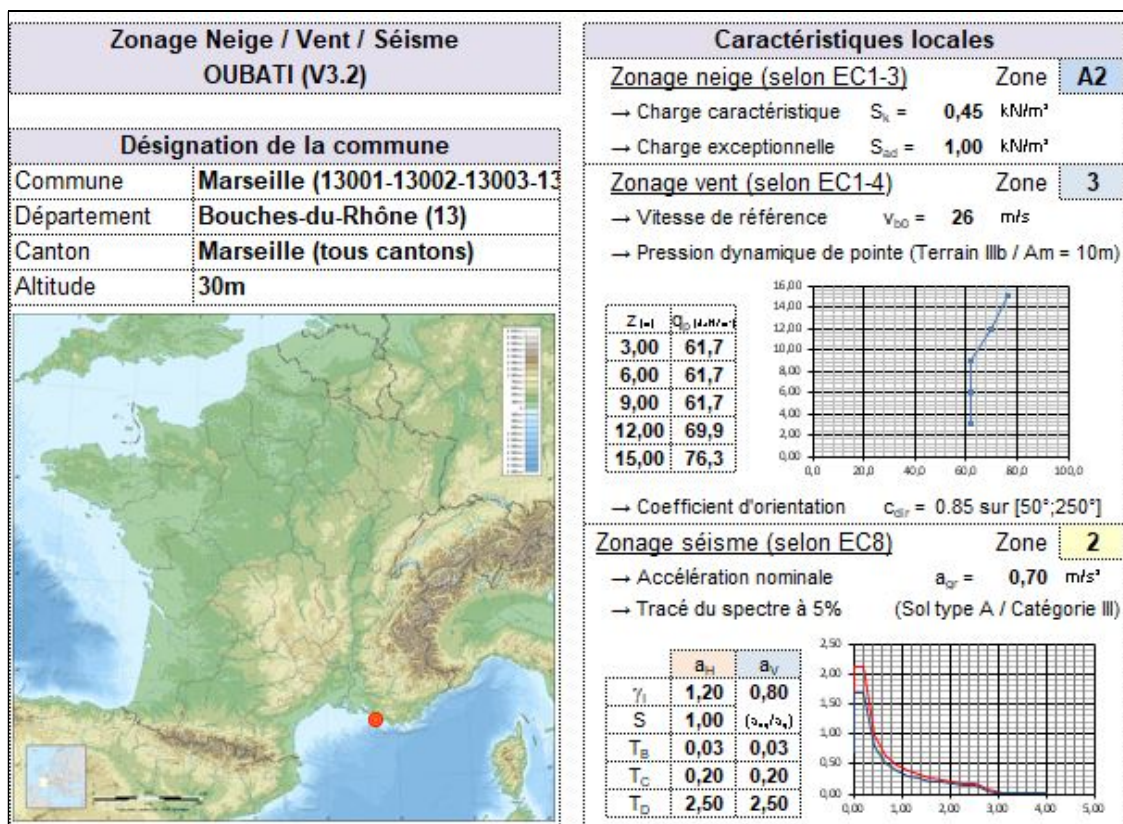
### 5.1 Charges permanentes

Les charges permanentes sur les dalles sont indiquées sur les plans béton.

### 5.2 Charges d'exploitation

Charges d'exploitation définies par les pièces particulières du marché ou par défaut par EC1 sont indiquées sur les plans bétons.


### 5.3 Charges climatiques



### 5.4 Séisme

- Zone de sismicité : 2 (faible)
- Catégorie d'importance : III (établissement scolaire)
- Coefficient d'importance :  $\gamma_i=1.2$  (Arrêté du 22/10/10)
- Accélération nominale :  $a_{gr} = 0.7 \text{ m/s}^2$  (Arrêté du 22/10/10)
- Accélération horizontale de calcul :  $a_g=0.7*1.2=0.84$  (Arrêté du 22/10/10)
- Coef réponses élastique verticaux :  $a_{gv}/a_g=0.9$  (Arrêté du 19/07/11)
- Classe de ductilité : DCL
- Classe de sol : A (à confirmer)
- Paramètre de sol S : 1 (Arrêté 22/10/10)
- Amortissement  $\xi$  : 5% (EC8 §3.2.2.2 (3))
- Coef comportement horizontal :  $q=1.5$  (EC8 §5.2.2)
- Coef comportement vertical : Non pris en compte car  $a_{gv} < 2.5 \text{ m/s}^2$  □ EC8 §4.3.3.5.2 (1))
- Coefficient de combinaison des actions :
- $\Psi_2$  appliqué au cas des charges permanentes : 1.0



	<b>GROUPE SCOLAIRE MARCEAU - MARSEILLE</b>
<b>NDC – Modélisation sismique</b>	<b>Phase – DCE</b>

$\Psi_2$  appliqué au cas des charges d'exploitation (NF EN 1990) : 0.6

L'altitude est inférieure à 1000m, la neige ne sera pas prise en compte dans les combinaisons sismiques.

$\phi$  (4.2.4 EC8) : 0.8 étages courants, 1.0 pour les toits

## 6 DEFORMATIONS

Suivant l'EC2 (§7.4.1) :

-Flèche nuisible:

- $L \leq 7m$   $\rightarrow L/500$ ;  $L > 7m$   $\rightarrow (L-700)/1000+1.4$  (dalles et poutres).

- $L \leq 2m$   $\rightarrow L/250$ ;  $L > 2m$   $\rightarrow L/500+0.5$  (consoles et porte-à-faux).

-Flèche totale:

-Risque d'endommagement des éléments voisins  $L/500$ , sinon  $L/250$  (dalles et poutres).

- $L/250$  (consoles et porte-à-faux).

Le délai de mise en place d'éléments fragiles après décoffrage des dalles BA est pris forfaitairement égal à 3 mois.

On pourra se cantonner à la limitation du rapport  $l/d$  (portée sur hauteur) afin de ne pas vérifier explicitement les déformations ci-dessus (EC2 §7.4.2).

## 7 FONDATIONS

Le principe de fondation consiste à reporter les charges des structures par l'intermédiaire de semelles superficielles, descendues dans le substratum Stampien compact, moyennant un encastrement minimal de 0,30m dans cet horizon.

Le niveau d'assise respectera le plus restrictif des critères suivants :

- ancrage de 0,30m dans le substratum compact (marne, grés, poudingue) ;
- ancrage de 0,50m sous l'arase terrassement ;
- profondeur d'ancrage minimale de 1,50m/sol extérieur fini pour les fondations périphériques du bâtiment (compte tenu du caractère gonflant-rétractile du sol d'assise).

La contrainte limite de calcul : 0,50MPa aux ELS et 0,80MPa aux ELU fondamentaux.


Compte tenu de l'hétérogénéité du caractère gonflant du sol support, on prévoira la réalisation d'un plancher d'une dalle portée sur un coffrage de type biodégradable.

Il est prévu la réalisation des trottoirs étanches périphériques de 2,0m de largeur minimale, (ou géomembrane étanche) reliés de façon souple à la construction permettant de limiter les variations hydriques.

## 8 MODELISATION SISMIQUE

### 8.1 Description du bâtiment

Le projet prévoit la construction d'un établissement scolaire de 20 classes sur l'ancien site militaire du quartier Muy dans le 3<sup>ème</sup> arrondissement de Marseille. L'ensemble de groupe scolaire comporte un socle en simple RDC pour la section maternelle et un bâtiment type R+3 au croisement de la rue Masséna et

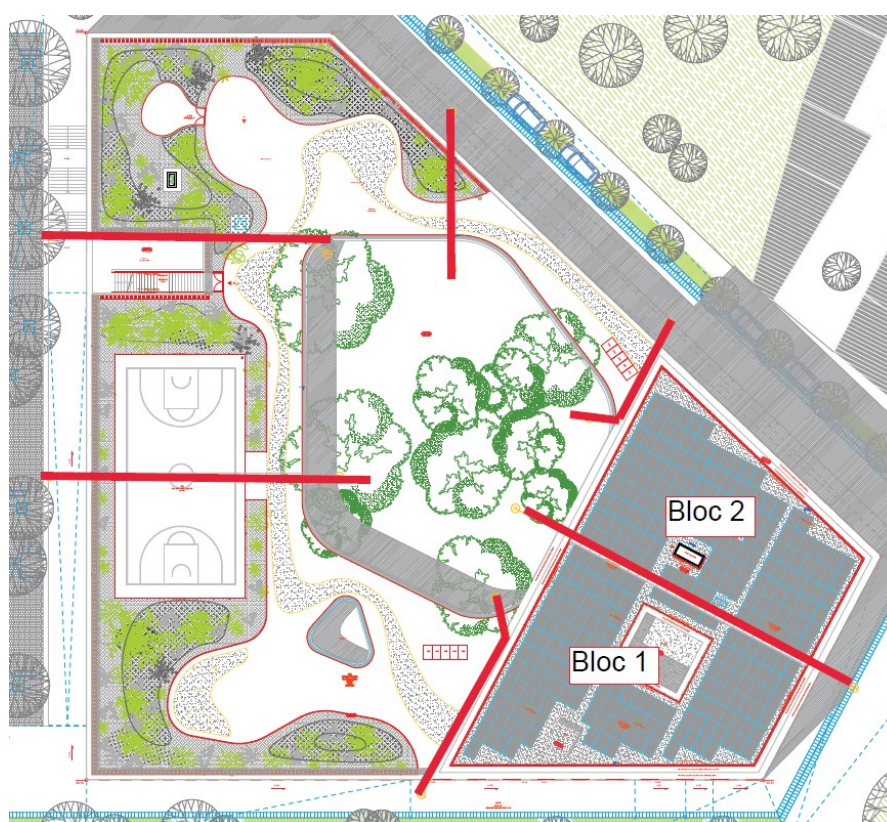
	<b>GRUPE SCOLAIRE MARCEAU - MARSEILLE</b>
<b>NDC – Modélisation sismique</b>	<b>Phase – DCE</b>

boulevard de la Thèse pour la section élémentaire. Il est également prévu la réalisation en RDJ des locaux techniques et une espace ludothèque le long de la nouvelle rue Transversale.

L'ensemble des bâtiments ont été modélisé. En phase de conception, la vérification sismique de la partie maternelle ne sera pas détaillée dans la présente note pour des raisons suivantes :

- structure simple RDC,
- zone de sismicité faible,
- présence de nombreux voiles de contreventement en béton armé dans les deux sens pour chaque bloc.

Nous présentons par la suite les modélisations sismiques du bâtiment élémentaire en R+3 divisé en deux blocs (bloc 1 et bloc 2) indépendants par un JD de 4cm, cette largeur de joint fait l'objet de vérification afin d'éviter l'entrechoquement des blocs.



Découpage des blocs


## 8.2 Contreventement

Le bâtiment est contreventé uniquement par ses voiles et ses dalles (jouant le rôle de diaphragme sous les efforts sismiques). Dans les modélisations, les poteaux et poutres sont donc tous considérés comme éléments non primaires au sens des EC8.

## 8.3 Critères de régularité

Tout bâtiment en zone sismique est classé suivant un critère dit de régularité en fonction de sa géométrie en plan, en élévation, de sa répartition des masses. Les différents blocs en simple RDC sont considérés comme régulier, alors que les deux blocs en R+3 de la section élémentaire sont définis comme bâtiment irrégulier en élévation. L'ensemble des blocs a été modélisé sous le logiciel ADVANCE (Société GRAITEC)



	<b>GRUPE SCOLAIRE MARCEAU - MARSEILLE</b>
<b>NDC – Modélisation sismique</b>	<b>Phase – DCE</b>

qui permet de mener l'étude sous l'influence d'un séisme (analyse modale spectrale) conformément à l'EUROCODE 8.

#### 8.4 Analyse modale spectrale

Les planchers sont considérés rigides dans leur plan et transmettent les efforts horizontaux aux éléments verticaux.

La méthode de calcul a été prise en méthode CQC - combinaison quadratique complète. Pour la modélisation du bloc 1, le nombre de modes a été porté à 100 avec la prise de compte des modes résiduels. Pour la modélisation du bloc 2, le nombre de modes a été porté à 60 avec la prise de compte des modes résiduels.

#### 8.5 Combinaisons de Newmark


Les effets du séisme appliqués à la structure sont enregistrés sous les cas 3 et 4 (respectivement séisme suivant X horizontal, Y horizontal). Le calcul donne les effets du séisme suivant X et Y: ces effets sont à combiner entre eux, les maxima de chaque composante sont déterminées séparément et sont à combiner suivant les formules suivantes :

$$E = \pm E_x \pm 0,3 E_y$$

$$E = \pm 0,3 E_x \pm E_y$$

Il s'agit des combinaisons de Newmark (cas 102,103,105 et 106), à prendre en + ou en -), soit 4 combinaisons. L'effet du séisme E est obtenu suivant la combinaison la plus défavorable. Voici la liste des cas de charges pris en compte dans la modélisation :

Description des combinaisons			
N°	Nom	Détails	Code
102	1x[3 EX]+0.3x[4 EY]	1.00*3 + 0.30*4	ECE
103	1x[3 EX]-0.3x[4 EY]	1.00*3 -0.30*4	ECE
105	0.3x[3 EX]+1x[4 EY]	0.30*3 + 1.00*4	ECE
106	-0.3x[3 EX]+1x[4 EY]	-0.30*3 + 1.00*4	ECE
107	1.35x[1 Charges Permanentes]	1.35*1	ECELUSTR
108	1.35x[1 Charges Permanentes]+1.5x[2 Exploitations]	1.35*1 + 1.50*2	ECELUSTR
109	1x[1 Charges Permanentes]+1x[3 EX]	1.00*1 + 1.00*3	ECELUS
110	1x[1 Charges Permanentes]+1x[4 EY]	1.00*1 + 1.00*4	ECELUS
111	1x[1 Charges Permanentes]+1x[102 COMB]	1.00*1 + 1.00*102	ECELUS
112	1x[1 Charges Permanentes]+1x[103 COMB]	1.00*1 + 1.00*103	ECELUS
113	1x[1 Charges Permanentes]+1x[105 COMB]	1.00*1 + 1.00*105	ECELUS
114	1x[1 Charges Permanentes]+1x[106 COMB]	1.00*1 + 1.00*106	ECELUS
115	1x[1 Charges Permanentes]+1x[3 EX]+0.3x[2 Exploitations]	1.00*1 + 1.00*3 + 0.30*2	ECELUS
116	1x[1 Charges Permanentes]+1x[4 EY]+0.3x[2 Exploitations]	1.00*1 + 1.00*4 + 0.30*2	ECELUS
117	1x[1 Charges Permanentes]+1x[102 COMB]+0.3x[2 Exploitations]	1.00*1 + 1.00*102 + 0.30*2	ECELUS
118	1x[1 Charges Permanentes]+1x[103 COMB]+0.3x[2 Exploitations]	1.00*1 + 1.00*103 + 0.30*2	ECELUS
119	1x[1 Charges Permanentes]+1x[105 COMB]+0.3x[2 Exploitations]	1.00*1 + 1.00*105 + 0.30*2	ECELUS
120	1x[1 Charges Permanentes]+1x[106 COMB]+0.3x[2 Exploitations]	1.00*1 + 1.00*106 + 0.30*2	ECELUS
121	1x[1 Charges Permanentes]-1x[3 EX]	1.00*1 -1.00*3	ECELUS
122	1x[1 Charges Permanentes]-1x[4 EY]	1.00*1 -1.00*4	ECELUS
123	1x[1 Charges Permanentes]-1x[102 COMB]	1.00*1 -1.00*102	ECELUS
124	1x[1 Charges Permanentes]-1x[103 COMB]	1.00*1 -1.00*103	ECELUS
125	1x[1 Charges Permanentes]-1x[105 COMB]	1.00*1 -1.00*105	ECELUS
126	1x[1 Charges Permanentes]-1x[106 COMB]	1.00*1 -1.00*106	ECELUS
127	1x[1 Charges Permanentes]-1x[3 EX]+0.3x[2 Exploitations]	1.00*1 -1.00*3 + 0.30*2	ECELUS
128	1x[1 Charges Permanentes]-1x[4 EY]+0.3x[2 Exploitations]	1.00*1 -1.00*4 + 0.30*2	ECELUS
129	1x[1 Charges Permanentes]-1x[102 COMB]+0.3x[2 Exploitations]	1.00*1 -1.00*102 + 0.30*2	ECELUS
130	1x[1 Charges Permanentes]-1x[103 COMB]+0.3x[2 Exploitations]	1.00*1 -1.00*103 + 0.30*2	ECELUS

	<b>GRUPE SCOLAIRE MARCEAU - MARSEILLE</b>
<i>NDC – Modélisation sismique</i>	<i>Phase – DCE</i>

Description des combinaisons			
N°	Nom	Détails	Code
131	COMB]+0.3x[2 Exploitations]	1.00*1 -1.00*105 + 0.30*2	ECELUS
132	1x[1 Charges Permanentes]-1x[105 COMB]+0.3x[2 Exploitations]	1.00*1 -1.00*106 + 0.30*2	ECELUS
133	1x[1 Charges Permanentes]	1.00*1	ECELSQ
134	1x[1 Charges Permanentes]+1x[2 Exploitations]	1.00*1 + 1.00*2	ECELSQ
135	1x[1 Charges Permanentes]	1.00*1	ECELSQ
136	1x[1 Charges Permanentes]+0.3x[2 Exploitations]	1.00*1 + 0.30*2	ECELSQ

## 9 RESULTATS

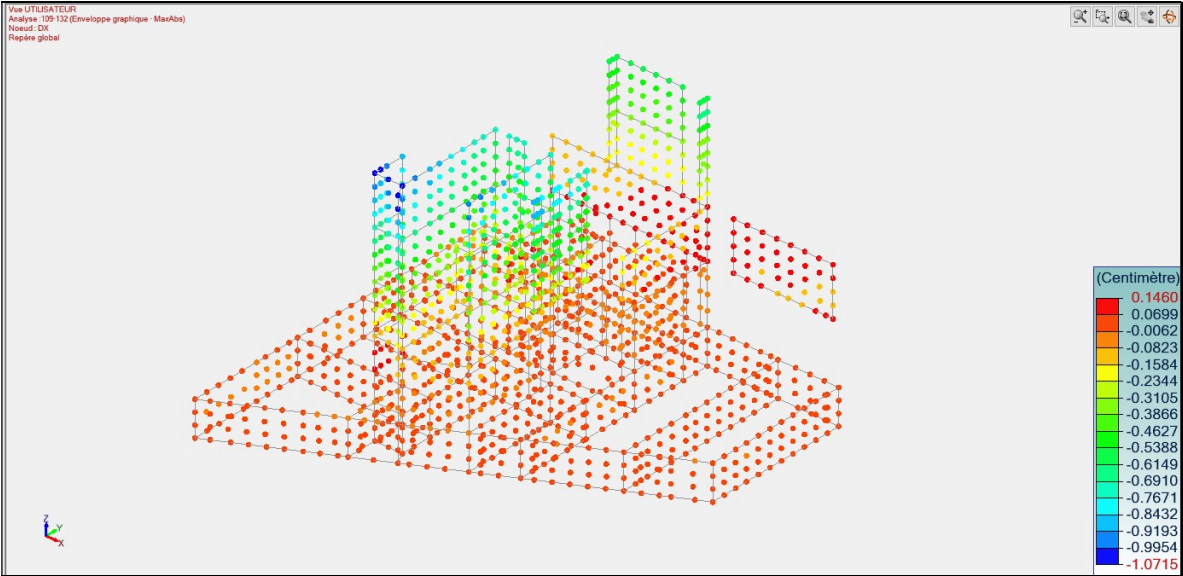
### 9.1 Bloc 1

#### Grandeur des Modes propres

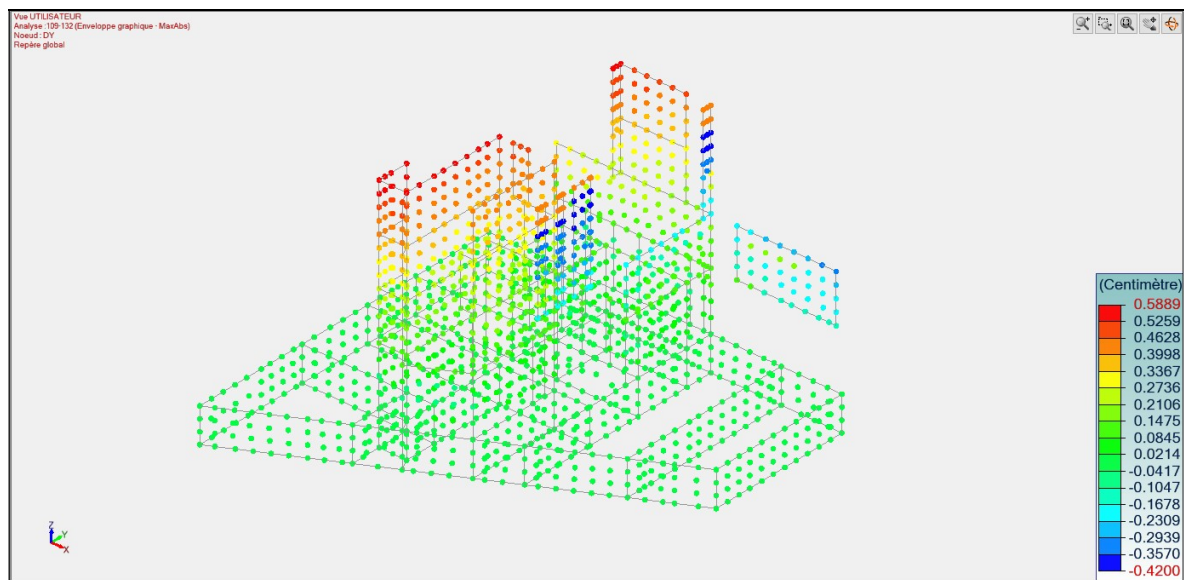
Grandeurs des modes propres							
Mode N°	Pulsation (Rad/s)	Période (s)	Fréquence (Hz)	Énergie (J)	Masses modales		Amortissement (%)
					X T (%)	Y T (%)	
1	11.90	0.53	1.89	56.15	752.12 ( 23.49)	99.34 ( 3.10)	5.00
2	19.41	0.32	3.09	108.37	619.48 ( 19.35)	1070.51 ( 33.44)	5.00
3	21.71	0.29	3.46	131.92	345.48 ( 10.79)	791.37 ( 24.72)	5.00
4	31.69	0.20	5.04	469.90	5.75 ( 0.18)	9.85 ( 0.31)	5.00
5	34.74	0.18	5.53	257.95	0.21 ( 0.01)	3.28 ( 0.10)	5.00
6	35.09	0.18	5.58	294.19	0.77 ( 0.02)	1.16 ( 0.04)	5.00
7	38.36	0.16	6.11	580.44	169.97 ( 5.31)	14.61 ( 0.46)	5.00
8	38.77	0.16	6.17	341.08	0.19 ( 0.01)	0.00 ( 0.00)	5.00
9	40.30	0.16	6.41	249.37	1.82 ( 0.06)	0.53 ( 0.02)	5.00
10	41.75	0.15	6.64	347.70	4.88 ( 0.15)	0.57 ( 0.02)	5.00
11	43.14	0.15	6.87	754.34	20.62 ( 0.64)	1.53 ( 0.05)	5.00
12	45.34	0.14	7.22	860.06	6.19 ( 0.19)	2.85 ( 0.09)	5.00
13	46.01	0.14	7.32	321.53	0.02 ( 0.00)	0.28 ( 0.01)	5.00
14	46.33	0.14	7.37	465.90	2.01 ( 0.06)	2.07 ( 0.06)	5.00
15	50.70	0.12	8.07	714.56	8.10 ( 0.25)	0.52 ( 0.02)	5.00
16	51.33	0.12	8.17	906.81	9.00 ( 0.28)	0.39 ( 0.01)	5.00
17	52.26	0.12	8.32	544.06	2.22 ( 0.07)	0.18 ( 0.01)	5.00
18	53.09	0.12	8.45	430.59	0.24 ( 0.01)	0.71 ( 0.02)	5.00
19	55.65	0.11	8.86	922.76	224.80 ( 7.02)	8.92 ( 0.28)	5.00
20	56.59	0.11	9.01	1074.81	131.38 ( 4.10)	5.13 ( 0.16)	5.00
21	57.40	0.11	9.14	743.38	0.55 ( 0.02)	0.04 ( 0.00)	5.00
22	59.67	0.11	9.50	1144.66	4.56 ( 0.14)	364.97 ( 11.40)	5.00
23	60.27	0.10	9.59	1027.54	0.09 ( 0.00)	38.91 ( 1.22)	5.00
24	62.74	0.10	9.98	1010.61	1.81 ( 0.06)	1.75 ( 0.05)	5.00
25	62.87	0.10	10.01	1177.84	12.46 ( 0.39)	1.85 ( 0.06)	5.00
26	63.07	0.10	10.04	1012.96	3.82 ( 0.12)	31.88 ( 1.00)	5.00
27	63.46	0.10	10.10	1616.98	1.53 ( 0.05)	0.87 ( 0.03)	5.00
28	64.06	0.10	10.19	1497.92	0.38 ( 0.01)	4.12 ( 0.13)	5.00
29	66.57	0.09	10.59	1338.97	45.69 ( 1.43)	4.52 ( 0.14)	5.00
30	66.73	0.09	10.62	1131.07	18.76 ( 0.59)	0.28 ( 0.01)	5.00
31	68.40	0.09	10.89	1402.35	4.87 ( 0.15)	9.39 ( 0.29)	5.00
32	69.12	0.09	11.00	1318.59	8.08 ( 0.25)	5.41 ( 0.17)	5.00
33	72.99	0.09	11.62	2052.47	0.58 ( 0.02)	0.13 ( 0.00)	5.00
34	73.65	0.09	11.72	1257.65	1.13 ( 0.04)	0.06 ( 0.00)	5.00
35	76.61	0.08	12.19	1938.30	0.27 ( 0.01)	0.03 ( 0.00)	5.00
36	76.68	0.08	12.20	1839.31	0.00 ( 0.00)	0.03 ( 0.00)	5.00
37	77.54	0.08	12.34	2246.30	4.02 ( 0.13)	0.97 ( 0.03)	5.00
38	78.43	0.08	12.48	1948.56	0.35 ( 0.01)	0.00 ( 0.00)	5.00
39	79.12	0.08	12.59	326.77	0.01 ( 0.00)	0.03 ( 0.00)	5.00
40	80.05	0.08	12.74	1923.21	0.04 ( 0.00)	0.08 ( 0.00)	5.00
41	80.35	0.08	12.79	2117.68	0.90 ( 0.03)	0.00 ( 0.00)	5.00
42	81.54	0.08	12.98	2355.26	0.22 ( 0.01)	0.54 ( 0.02)	5.00
43	83.32	0.08	13.26	1513.68	2.49 ( 0.08)	0.07 ( 0.00)	5.00
44	83.48	0.08	13.29	1614.93	1.13 ( 0.04)	0.67 ( 0.02)	5.00
45	84.54	0.07	13.46	1502.35	0.01 ( 0.00)	0.33 ( 0.01)	5.00
46	86.06	0.07	13.70	2246.98	1.28 ( 0.04)	4.02 ( 0.13)	5.00
47	87.00	0.07	13.85	2521.65	0.07 ( 0.00)	11.67 ( 0.36)	5.00
48	88.05	0.07	14.01	2608.56	1.00 ( 0.03)	5.54 ( 0.17)	5.00
49	88.60	0.07	14.10	2692.73	0.20 ( 0.01)	0.02 ( 0.00)	5.00
50	91.39	0.07	14.55	2830.58	81.25 ( 2.54)	0.13 ( 0.00)	5.00
51	92.57	0.07	14.73	3051.03	3.37 ( 0.11)	2.07 ( 0.06)	5.00
52	93.36	0.07	14.86	1916.83	0.02 ( 0.00)	1.46 ( 0.05)	5.00
53	95.34	0.07	15.17	2177.91	0.31 ( 0.01)	2.44 ( 0.08)	5.00
54	97.06	0.06	15.45	2545.49	0.10 ( 0.00)	1.06 ( 0.03)	5.00
55	97.83	0.06	15.57	2555.88	0.27 ( 0.01)	2.43 ( 0.08)	5.00
56	98.28	0.06	15.64	2623.87	0.51 ( 0.02)	1.92 ( 0.06)	5.00
57	98.62	0.06	15.70	3543.11	0.04 ( 0.00)	0.03 ( 0.00)	5.00

Grandeurs des modes propres							
Mode N°	Pulsation (Rad/s)	Période (s)	Fréquence (Hz)	Énergie (J)	Masses modales		Amortissement (%)
					X T (%)	Y T (%)	
58	99.07	0.06	15.77	2828.71	3.16 ( 0.10)	30.37 ( 0.95)	5.00
59	100.45	0.06	15.99	2797.81	0.30 ( 0.01)	1.74 ( 0.05)	5.00
60	101.74	0.06	16.19	3202.79	0.24 ( 0.01)	0.43 ( 0.01)	5.00
61	102.76	0.06	16.36	2587.76	0.52 ( 0.02)	0.00 ( 0.00)	5.00
62	103.62	0.06	16.49	2520.44	0.06 ( 0.00)	1.10 ( 0.03)	5.00
63	104.71	0.06	16.67	1909.31	1.19 ( 0.04)	0.06 ( 0.00)	5.00
64	105.25	0.06	16.75	1310.09	0.00 ( 0.00)	0.15 ( 0.00)	5.00
65	105.81	0.06	16.84	2767.91	0.90 ( 0.03)	0.56 ( 0.02)	5.00
66	107.67	0.06	17.14	2879.30	11.52 ( 0.36)	2.98 ( 0.09)	5.00
67	109.23	0.06	17.38	3425.88	0.03 ( 0.00)	0.01 ( 0.00)	5.00
68	109.53	0.06	17.43	3868.42	3.36 ( 0.10)	0.45 ( 0.01)	5.00
69	111.48	0.06	17.74	3759.90	0.24 ( 0.01)	0.01 ( 0.00)	5.00
70	112.86	0.06	17.96	2496.77	0.77 ( 0.02)	0.64 ( 0.02)	5.00
71	113.00	0.06	17.98	2017.92	0.25 ( 0.01)	0.17 ( 0.01)	5.00
72	114.80	0.05	18.27	3774.16	7.22 ( 0.23)	21.85 ( 0.68)	5.00
73	115.29	0.05	18.35	3467.99	12.23 ( 0.38)	12.19 ( 0.38)	5.00
74	115.76	0.05	18.42	4028.29	0.67 ( 0.02)	0.20 ( 0.01)	5.00
75	117.18	0.05	18.65	4222.09	3.63 ( 0.11)	4.88 ( 0.15)	5.00
76	118.37	0.05	18.84	4004.85	0.07 ( 0.00)	0.05 ( 0.00)	5.00
77	119.89	0.05	19.08	4057.44	3.61 ( 0.11)	0.07 ( 0.00)	5.00
78	120.29	0.05	19.14	4502.05	1.40 ( 0.04)	0.40 ( 0.01)	5.00
79	120.74	0.05	19.22	3721.59	0.12 ( 0.00)	1.94 ( 0.06)	5.00
80	123.45	0.05	19.65	3374.05	0.39 ( 0.01)	0.11 ( 0.00)	5.00
81	123.58	0.05	19.67	2598.84	1.22 ( 0.04)	0.02 ( 0.00)	5.00
82	124.69	0.05	19.85	4184.33	0.12 ( 0.00)	0.45 ( 0.01)	5.00
83	125.94	0.05	20.04	3978.70	0.22 ( 0.01)	1.55 ( 0.05)	5.00
84	128.15	0.05	20.40	4368.35	0.97 ( 0.03)	0.25 ( 0.01)	5.00
85	128.93	0.05	20.52	3691.25	2.34 ( 0.07)	0.11 ( 0.00)	5.00
86	130.36	0.05	20.75	3203.17	1.24 ( 0.04)	0.42 ( 0.01)	5.00
87	130.67	0.05	20.80	4204.75	4.85 ( 0.15)	0.48 ( 0.02)	5.00
88	131.17	0.05	20.88	4783.69	0.71 ( 0.02)	0.03 ( 0.00)	5.00
89	132.13	0.05	21.03	3102.76	0.06 ( 0.00)	0.53 ( 0.02)	5.00
90	132.78	0.05	21.13	4490.65	0.08 ( 0.00)	0.33 ( 0.01)	5.00
91	134.27	0.05	21.37	3936.61	3.93 ( 0.12)	1.71 ( 0.05)	5.00
92	135.50	0.05	21.57	4104.77	9.83 ( 0.31)	2.43 ( 0.08)	5.00
93	137.79	0.05	21.93	3880.16	5.54 ( 0.17)	0.72 ( 0.02)	5.00
94	137.94	0.05	21.95	4798.46	0.84 ( 0.03)	0.09 ( 0.00)	5.00
95	138.91	0.05	22.11	3263.76	0.00 ( 0.00)	0.26 ( 0.01)	5.00
96	139.51	0.05	22.20	4648.80	0.01 ( 0.00)	0.05 ( 0.00)	5.00
97	140.69	0.04	22.39	3148.47	0.14 ( 0.00)	0.02 ( 0.00)	5.00
98	142.13	0.04	22.62	4059.04	0.00 ( 0.00)	0.05 ( 0.00)	5.00
99	142.66	0.04	22.71	1974.54	0.00 ( 0.00)	0.00 ( 0.00)	5.00
100	143.56	0.04	22.85	4977.44	0.56 ( 0.02)	0.98 ( 0.03)	5.00
résiduel					609.80 ( 19.05)	597.38 ( 18.66)	
Total				229130.44	3201.75 (100.00)	3201.75 (100.00)	

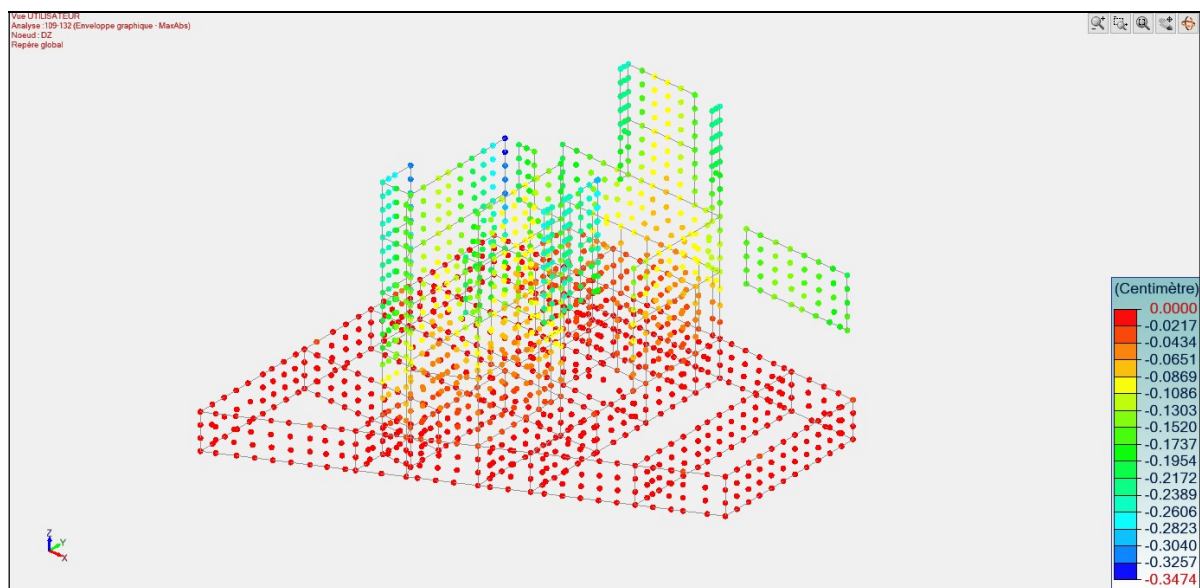
Déplacement



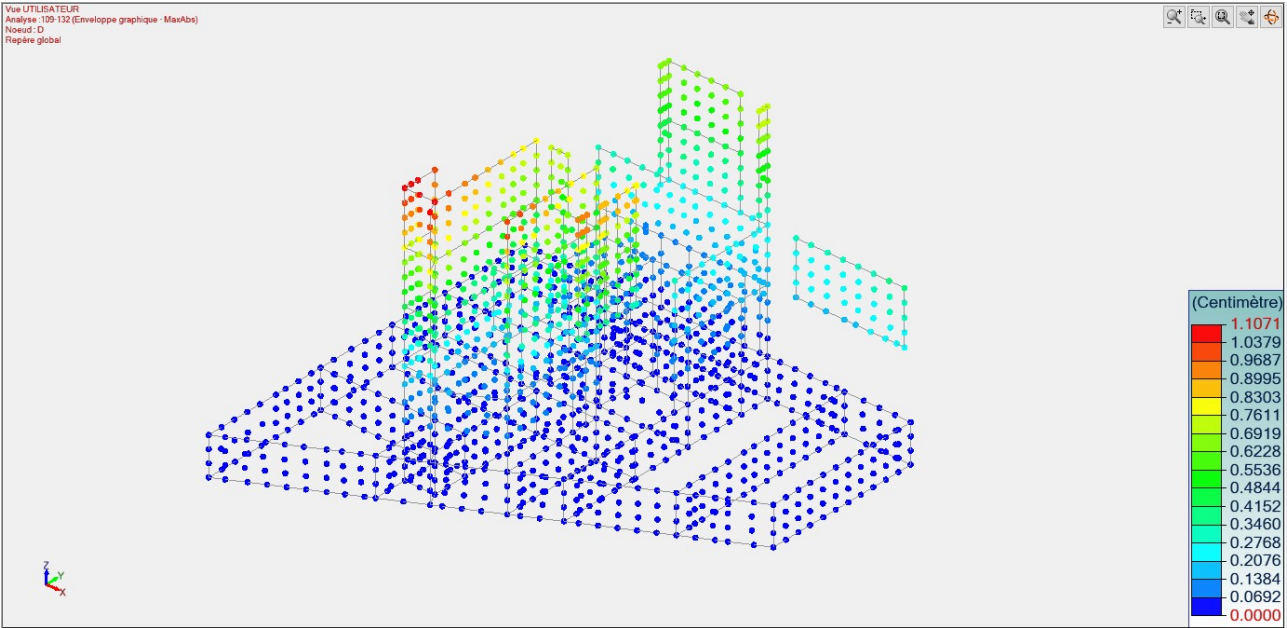
Déplacement sens X



Déplacement sens Y

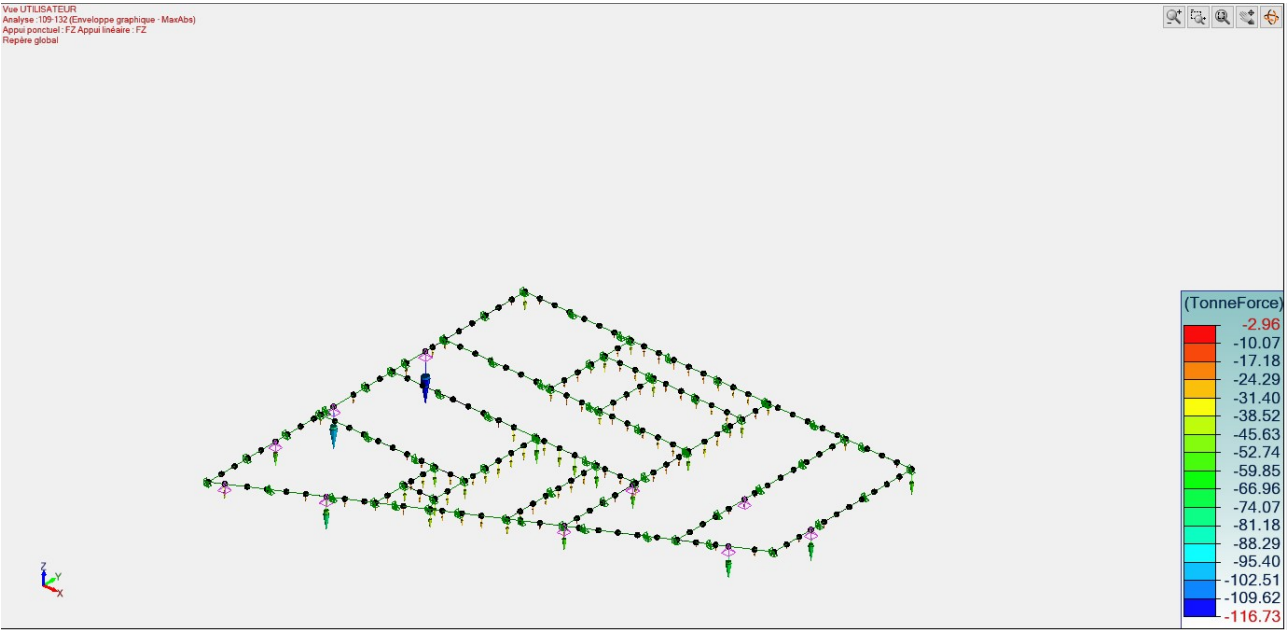


Déplacement sens Z




Déplacement quadratique

Réaction d’appuis



Réaction d’appuis sous combinaison ELUS



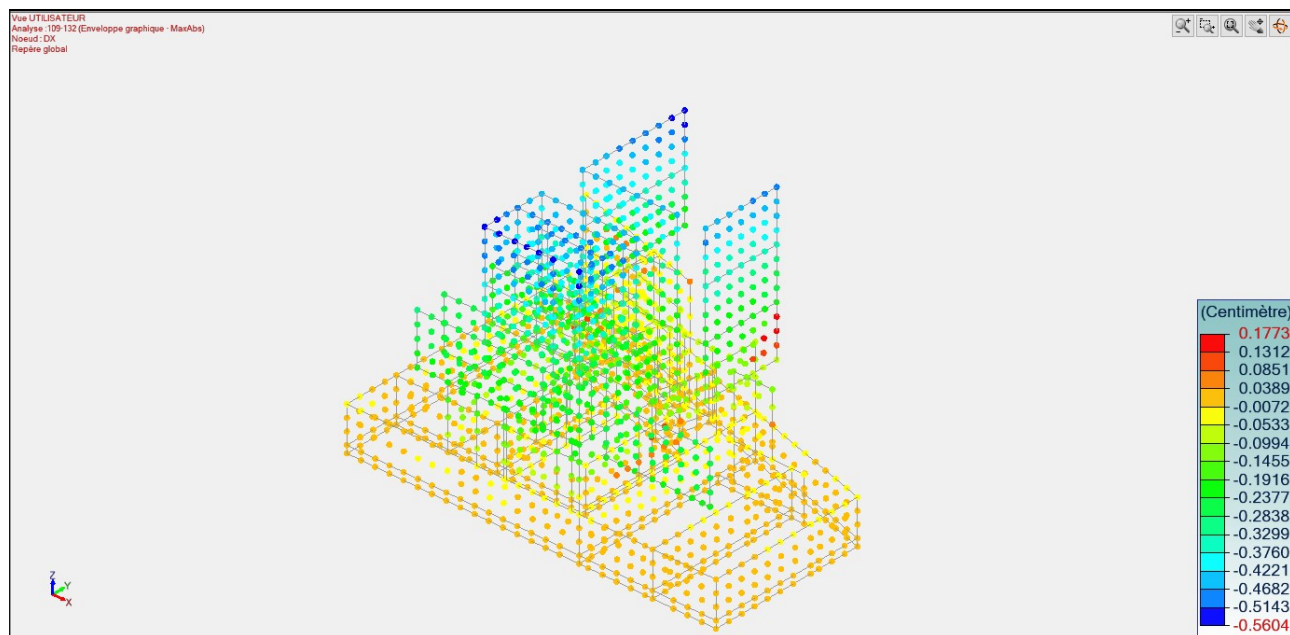
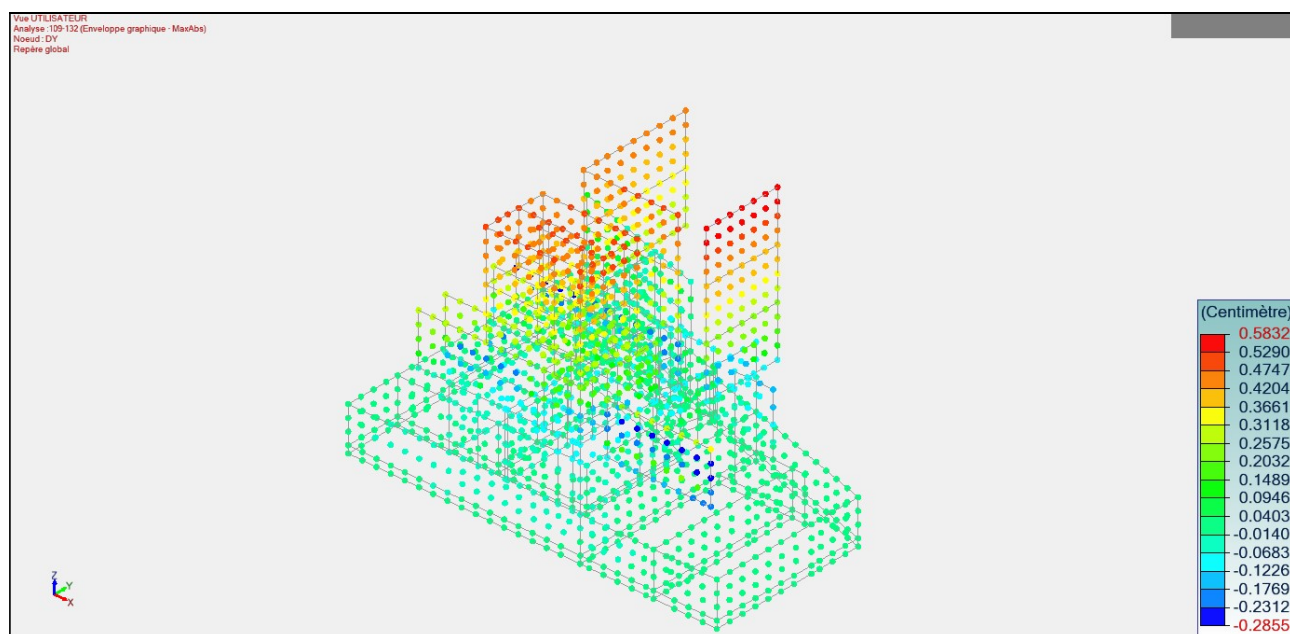
	<b>GRUPE SCOLAIRE MARCEAU - MARSEILLE</b>
<i>NDC – Modélisation sismique</i>	<b>Phase – DCE</b>

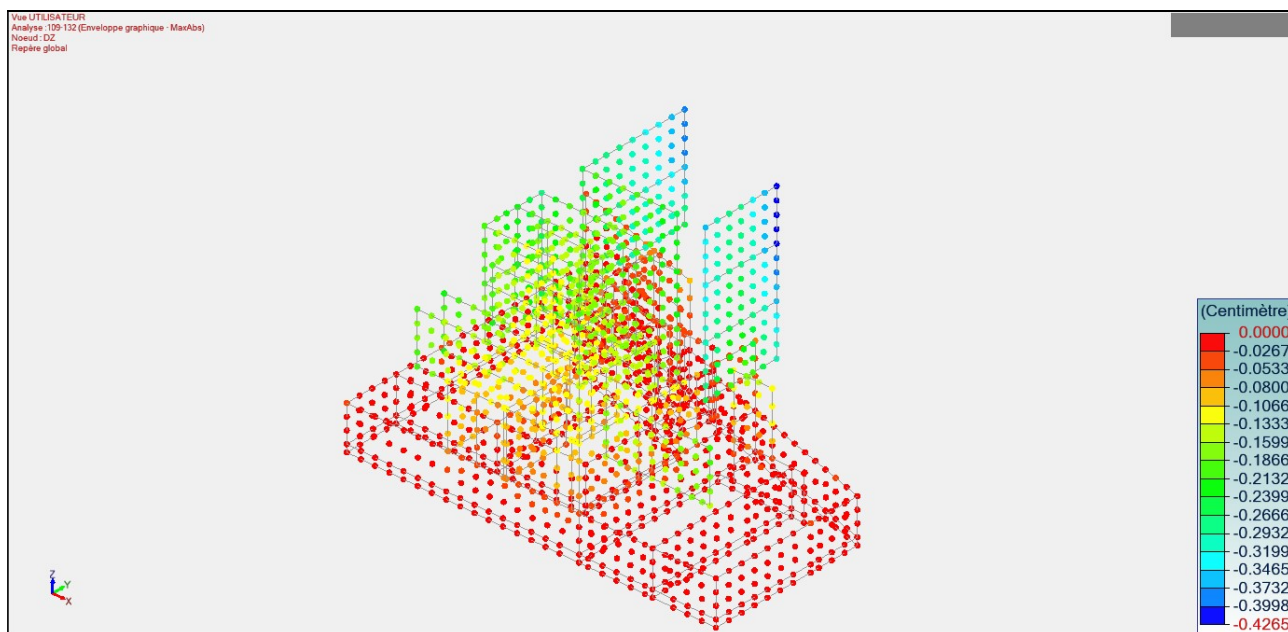
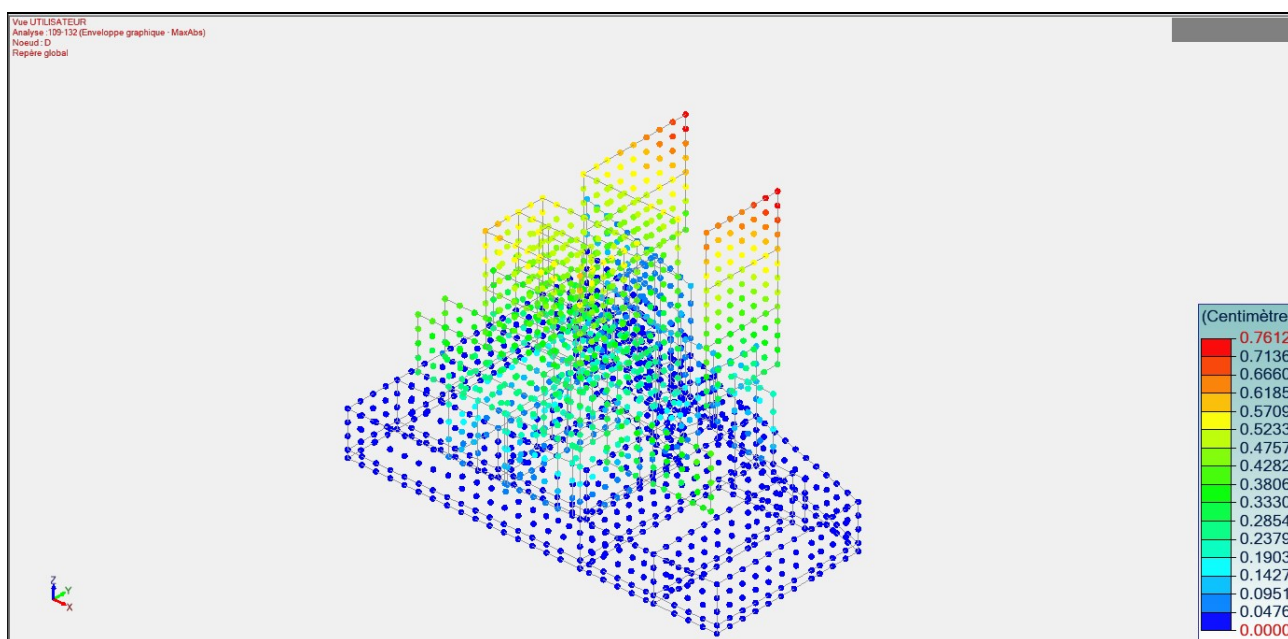
Nous constatons, sous l'ensemble de combinaisons sismiques, que les déplacements sont assez faibles et la quasi-totalité des fondations reste comprimée.

## 9.2 Bloc 2

### Grandeur des Modes propres

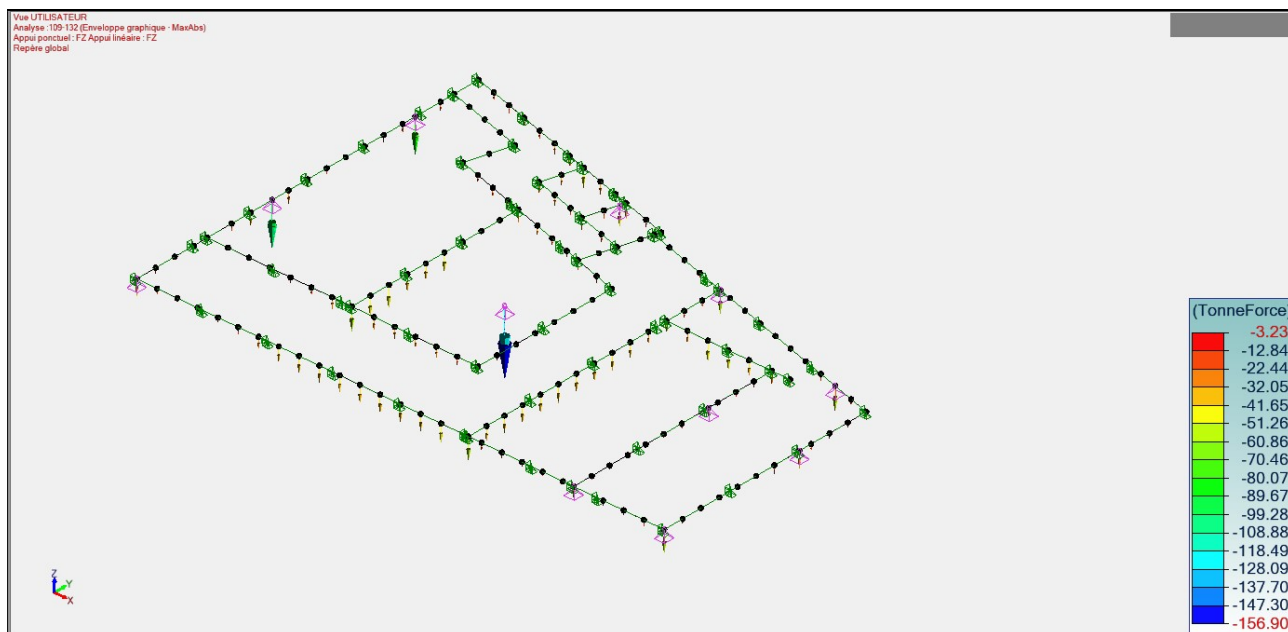
Grandeurs des modes propres							
Mode N°	Pulsation (Rad/s)	Période (s)	Fréquence (Hz)	Énergie (J)	Masses modales		Amortissement (%)
					X T (%)	Y T (%)	
1	13.93	0.45	2.22	47.06	309.29 ( 10.13)	266.86 ( 8.74)	5.00
2	19.96	0.31	3.18	117.60	11.66 ( 0.38)	1487.95 ( 48.72)	5.00
3	22.61	0.28	3.60	94.17	1540.44 ( 50.44)	5.05 ( 0.17)	5.00
4	34.00	0.18	5.41	223.80	16.54 ( 0.54)	0.00 ( 0.00)	5.00
5	36.41	0.17	5.79	228.80	6.71 ( 0.22)	0.07 ( 0.00)	5.00
6	41.29	0.15	6.57	469.68	34.19 ( 1.12)	11.68 ( 0.38)	5.00
7	42.12	0.15	6.70	441.00	0.01 ( 0.00)	0.03 ( 0.00)	5.00
8	43.29	0.15	6.89	519.20	42.58 ( 1.39)	1.84 ( 0.06)	5.00
9	44.65	0.14	7.11	480.29	7.74 ( 0.25)	0.26 ( 0.01)	5.00
10	46.43	0.14	7.39	526.14	0.02 ( 0.00)	0.23 ( 0.01)	5.00
11	48.55	0.13	7.73	938.21	3.91 ( 0.13)	0.70 ( 0.02)	5.00
12	51.46	0.12	8.19	880.98	2.86 ( 0.09)	60.40 ( 1.98)	5.00
13	52.56	0.12	8.36	828.83	1.97 ( 0.06)	52.29 ( 1.71)	5.00
14	54.97	0.11	8.75	875.52	0.44 ( 0.01)	0.11 ( 0.00)	5.00
15	55.07	0.11	8.76	592.79	0.09 ( 0.00)	0.06 ( 0.00)	5.00
16	55.95	0.11	8.91	679.27	0.00 ( 0.00)	0.77 ( 0.03)	5.00
17	56.35	0.11	8.97	558.41	0.02 ( 0.00)	2.99 ( 0.10)	5.00
18	60.10	0.10	9.57	803.55	146.52 ( 4.80)	1.12 ( 0.04)	5.00
19	62.03	0.10	9.87	1164.08	0.12 ( 0.00)	0.06 ( 0.00)	5.00
20	62.31	0.10	9.92	1724.87	0.03 ( 0.00)	1.33 ( 0.04)	5.00
21	64.62	0.10	10.28	1348.20	0.19 ( 0.01)	13.79 ( 0.45)	5.00
22	64.84	0.10	10.32	1376.50	0.54 ( 0.02)	20.04 ( 0.66)	5.00
23	65.77	0.10	10.47	1470.43	34.24 ( 1.12)	83.14 ( 2.72)	5.00
24	66.57	0.09	10.59	1196.64	14.62 ( 0.48)	23.35 ( 0.76)	5.00
25	67.08	0.09	10.68	1464.72	1.77 ( 0.06)	17.34 ( 0.57)	5.00
26	68.90	0.09	10.97	370.31	0.00 ( 0.00)	0.15 ( 0.00)	5.00
27	69.34	0.09	11.04	926.58	0.24 ( 0.01)	0.10 ( 0.00)	5.00
28	70.49	0.09	11.22	1739.66	43.45 ( 1.42)	1.51 ( 0.05)	5.00
29	72.30	0.09	11.51	1611.79	1.13 ( 0.04)	9.49 ( 0.31)	5.00
30	73.30	0.09	11.67	1456.16	13.03 ( 0.43)	5.01 ( 0.16)	5.00
31	73.98	0.08	11.77	1530.71	0.00 ( 0.00)	0.02 ( 0.00)	5.00
32	74.59	0.08	11.87	1636.51	0.98 ( 0.03)	5.47 ( 0.18)	5.00
33	80.66	0.08	12.84	1835.64	0.30 ( 0.01)	0.23 ( 0.01)	5.00
34	81.67	0.08	13.00	1965.23	0.03 ( 0.00)	1.51 ( 0.05)	5.00
35	83.99	0.07	13.37	2263.04	0.60 ( 0.02)	2.95 ( 0.10)	5.00
36	84.57	0.07	13.46	1245.67	49.72 ( 1.63)	273.20 ( 8.95)	5.00
37	85.08	0.07	13.54	481.15	1.14 ( 0.04)	8.21 ( 0.27)	5.00
38	88.20	0.07	14.04	1941.42	0.01 ( 0.00)	2.80 ( 0.09)	5.00
39	89.32	0.07	14.22	2510.42	0.17 ( 0.01)	0.08 ( 0.00)	5.00
40	93.31	0.07	14.85	1299.04	0.10 ( 0.00)	18.25 ( 0.60)	5.00
41	93.80	0.07	14.93	2331.13	0.04 ( 0.00)	0.00 ( 0.00)	5.00
42	93.97	0.07	14.96	2205.58	0.00 ( 0.00)	0.75 ( 0.02)	5.00
43	95.11	0.07	15.14	2768.62	0.01 ( 0.00)	2.74 ( 0.09)	5.00
44	97.31	0.06	15.49	2668.87	1.66 ( 0.05)	1.06 ( 0.03)	5.00
45	98.99	0.06	15.76	3326.11	0.82 ( 0.03)	0.25 ( 0.01)	5.00
46	100.34	0.06	15.97	2287.65	0.26 ( 0.01)	0.36 ( 0.01)	5.00
47	101.60	0.06	16.17	3414.41	1.04 ( 0.03)	0.00 ( 0.00)	5.00
48	102.86	0.06	16.37	1633.46	0.00 ( 0.00)	0.08 ( 0.00)	5.00
49	103.73	0.06	16.51	1249.47	0.04 ( 0.00)	0.17 ( 0.01)	5.00
50	104.44	0.06	16.62	3920.25	15.80 ( 0.52)	22.27 ( 0.73)	5.00
51	104.89	0.06	16.69	2971.44	0.13 ( 0.00)	1.91 ( 0.06)	5.00
52	105.64	0.06	16.81	3515.91	0.29 ( 0.01)	0.69 ( 0.02)	5.00
53	107.81	0.06	17.16	3766.18	0.01 ( 0.00)	1.10 ( 0.04)	5.00
54	109.23	0.06	17.38	3565.89	27.26 ( 0.89)	40.06 ( 1.31)	5.00
55	111.89	0.06	17.81	3307.59	0.57 ( 0.02)	0.60 ( 0.02)	5.00
56	114.32	0.05	18.19	3175.69	1.40 ( 0.05)	6.15 ( 0.20)	5.00
57	114.47	0.05	18.22	3021.58	2.70 ( 0.09)	3.60 ( 0.12)	5.00
58	115.99	0.05	18.46	2276.68	0.00 ( 0.00)	1.94 ( 0.06)	5.00
59	116.12	0.05	18.48	1779.03	0.01 ( 0.00)	0.59 ( 0.02)	5.00
60	118.29	0.05	18.83	3975.54	0.04 ( 0.00)	2.88 ( 0.09)	5.00
résiduel					714.27 ( 23.39)	679.68 ( 19.20)	
Total				229130.44	3053.76 ( 100.00)	3054.00 ( 100.00)	

DéplacementDéplacement sens XDéplacement sens Y

Déplacement sens ZDéplacement quadratique

<p>BUREAU D'ETUDES <b>INGENIERIE</b> STRUCTURES</p>	<p><b>GROUPE SCOLAIRE MARCEAU - MARSEILLE</b></p>
<p>NDC – Modélisation sismique</p>	<p><b>Phase – DCE</b></p>

## Réaction d'appuis



Réaction d'appuis sous combinaison ELUS

Nous constatons, sous l'ensemble de combinaisons sismiques, que les déplacements sont assez faibles et la quasi-totalité des fondations reste comprimée.

## 10 CONCLUSION

Les résultats des modélisations sismiques ont permis de mettre en évidence que les comportements au séisme du bâtiment sont satisfaisants, les risques d'entrechoquement entre les blocs sont écartés et les dispositions constructives parasismiques EC8 sont respectées.