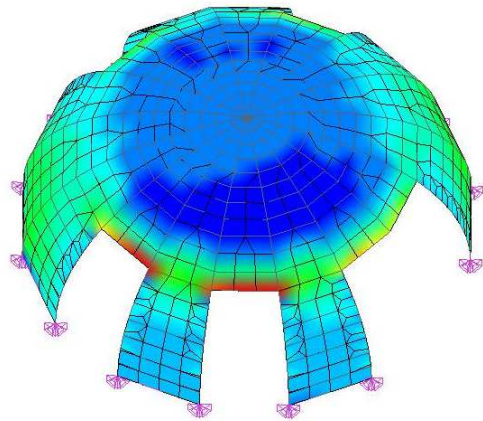
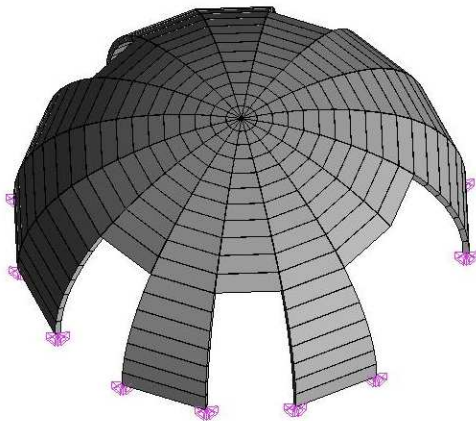




# NOTE DE CALCULS

## MAISON RONDHOME



**3IA S.A.S**  
**Agence d'AUXERRE**  
 Centre d'affaires les Boutisses  
 Avenue des Plaines de L'Yonne  
 89000 AUXERRE

Tél. : +33 (0)3 86 42 90 02  
 Fax : +33 (0)3 86 42 90 19

A	21/12/2015	Ajout des annexes	TV	GV
Ø	11/12/2015	Edition originale	TV	GV
<b>INDICE</b>	<b>DATE</b>	<b>COMMENTAIRES</b>	<b>RÉDIGÉ PAR</b>	<b>VÉRIFIÉ PAR</b>

# TABLE DES MATIERES

<b>1. OBJET DE LA NOTE</b> .....	<b>3</b>
<b>2. PARAMETRES DE CALCUL</b> .....	<b>3</b>
2.1. DISPOSITION DES MODULES.....	3
2.2. ACTIONS SUR LE DOME.....	4
2.3. ANALYSE ACTIONS PAR ACTIONS.....	5
2.3.1. Action permanentes (G) et d'exploitations (Q).....	5
2.3.2. Actions de neige (N).....	5
2.3.3. Actions de vent (V).....	6
2.3.4. Actions sismiques (E).....	6
2.3.5. Cas de charges et Combinaisons d'actions.....	6
2.4. DISPOSITIONS CONSTRUCTIVES .....	8
<b>3. ANALYSE STRUCTURELLE</b> .....	<b>9</b>
3.1. ZONE NON SISMIQUE .....	10
3.1.1. Surcharge de neige inférieure à 0.9kN/m <sup>2</sup> .....	10
3.1.2. Surcharge de neige inférieure à 1.4kN/m <sup>2</sup> .....	11
3.1.3. Surcharge de neige inférieure à 2.9kN/m <sup>2</sup> .....	12
3.2. ZONE SISMIQUE .....	13
3.2.1. Surcharge de neige inférieure à 0.9kN/m <sup>2</sup> .....	13
3.2.2. Surcharge de neige inférieure à 1.4kN/m <sup>2</sup> .....	14
3.2.3. Surcharge de neige inférieure à 2.9kN/m <sup>2</sup> .....	15
3.3. RENFORTS MONTANTS DES OUVERTURES .....	16
<b>4. CONCLUSION</b> .....	<b>17</b>
<b>ANNEXES</b> .....	<b>18</b>

## 1. OBJET DE LA NOTE

Cette note a pour but l'établissement de ferrailage type de la coque en béton armé des maisons RONDHOME suivant leur situation géographique et donc suivant les différentes actions climatiques :

- Vent
- Neige
- Sismicité

Ces actions sont définies suivant les normes européennes et françaises en vigueur :

- EUROCODE 1
- EUROCODE 2
- EUROCODE 8
- ANNEXES NATIONALES

## 2. PARAMETRES DE CALCUL

### 2.1. Disposition des modules

Notre étude a été réalisée sur la base de la configuration type (voir vue en plan ci-dessous) proposée par la société RONDHOME.

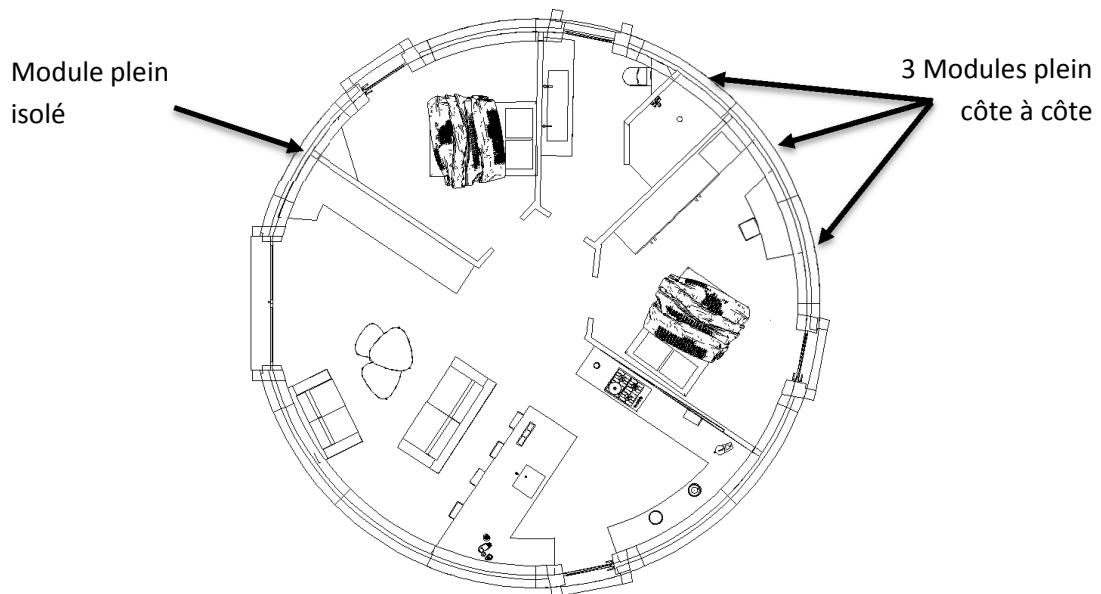


Figure 1: Aménagement de la maison RONDHOME type

Tout aménagement du dôme qui différera de façon significative de cette configuration devra faire l'objet d'une analyse particulière.

Les points principaux à respecter sont les suivants :

- 1 baie vitrée maximum.
- 4 ouvertures type porte ou fenêtre maximum.
- Pas plus de 2 fois un module plein isolé.
- Pas plus de 3 modules plein côte à côte.

## 2.2. Actions sur le dôme

Les actions appliquées sur le dôme ont été définies afin de prendre en compte la majorité des cas de charges en France métropolitaine et dans les DOM-TOM.

Pour chaque construction il faudra définir ces paramètres afin de pouvoir définir l'épaisseur et le ferrailage correspondant.

Les paramètres de calcul pour chaque type d'actions sont les suivant :

- Actions permanentes (G) : poids suspendu à la coque, revêtement extérieur sur coque béton.
- Actions d'exploitation (Q) : Suivant NF EN 1991-1-1 et son annexe nationale
- Actions de Neige (N) : Suivant NF EN 1991-1-3 et son annexe nationale

Déterminations des actions suivant les paramètres suivants :

- o Zone géographique
- o Altitude

- Actions de vent (V) : Suivant NF EN 1991-1-4 et son annexe nationale

Détermination des actions suivant les paramètres suivants :

- o Zone
- o Pression de référence
- o Rugosité du terrain
- o Coefficient de d'exposition
- o Pression externe (suivant Figure 7.12)
- o Pression interne (suivant Figure 7.13)

- Actions sismiques (E) : Suivant NF EN 1998-1 et son annexe nationale

Détermination des actions suivant les paramètres suivants :

- o Catégorie du bâtiment
- o Zone de sismicité
- o Paramètre de sol
- o Coefficient d'actions variables
- o Ductilité
- o Coefficient de comportement

## 2.3. Analyse actions par actions

Notre démarche d'étude a consistée dans un premier temps à analyser le comportement structurel sous l'effet de chaque action décrite précédemment afin de déterminer lesquels sont les plus importantes et ainsi pouvoir établir des modèles de ferrailage suivant des paramètres géographique bien établis.

### 2.3.1. Action permanentes (G) et d'exploitations (Q)

Ce sont les actions de bases qui nous permettent de déterminer les efforts courants qui seront appliqué à la structure.

Les valeurs retenues sont :

- $G=0.5\text{kN/m}^2$
- $Q=1\text{kN/m}^2$  (Charges d'entretien du dôme)

### 2.3.2. Actions de neige (N)

Ces actions varient de façon significative selon la zone géographique et suivant l'altitude. Ci-dessous tableau récapitulatif des valeurs à considérer suivant ces paramètres:

Zone	Sk200 (kN/m <sup>2</sup> )	Sk (h) ALTITUDE (kN/m <sup>2</sup> )		
		500	1000	2000
A1	0.45	0.75	1.2	5
A2	0.45	0.75	1.2	5
B1	0.55	0.85	1.3	5.1
B2	0.55	0.85	1.3	5.1
C1	0.65	0.95	1.4	5.2
C2	0.65	0.95	1.4	5.2
D	0.9	1.2	1.65	5.45
E	1.4	1.85	3.6	10.6

La neige a donc une influence importante et très variable suivant la zone de construction.

Dans notre analyse ci-après nous différencierons 3 cas :

- Charge de neige caractéristique inférieure à  $0.9\text{kN/m}^2$
- Charge de neige caractéristique inférieure à  $1.40\text{kN/m}^2$
- Charge de neige caractéristique inférieure à  $2.90\text{kN/m}^2$  (équivalent à une altitude de 1250m pour les catégories A1 à D et de 800m pour la catégorie E)

Au-delà d'une surcharge de  $290\text{kg/m}^2$  les valeurs deviennent très importante et très variable (jusqu'à  $1060\text{kg/m}^2$ ) une étude au cas par cas sera à prévoir afin d'optimiser au mieux la structure.

### 2.3.3. Actions de vent (V)

Du fait de la forme de l'ouvrage (dôme) les efforts de vents ont une influence faible sur le bâtiment vis-à-vis des autres actions.

Il n'y a donc pas de d'influence significative sur l'épaisseur et le ferrailage de la coque en béton quelque-soit les paramètres. Tous les modèles présentés dans le paragraphe 3 prennent donc en compte les conditions les plus défavorables pour le vent.

Seule une différenciation de ferrailage sera prise en compte pour les montants des ouvertures suivant les 2 cas suivants :

- France métropolitaine non sismique
- France métropolitaine sismique
- DOM-TOM

### 2.3.4. Actions sismiques (E)

Les actions sismiques ont principalement une influence sur la rigidité de la coque (son épaisseur). Au vu de la forme du bâtiment l'intensité du séisme n'a que très peu d'influence sur le comportement de l'ouvrage.

Les efforts considérés dans nos calculs prennent en compte les paramètres suivants :

- Catégorie de bâtiment I à III
- Zone de sismicité 1 à 5
- Paramètre de sol A à E
- Coefficient d'actions variables : 1
- Ductilité du bâtiment : DCM
- Coefficient de comportement : 2
- Pas de séisme vertical
- Pas de soutènement
- Pas de risque de liquéfaction du sol

### 2.3.5. Cas de charges et Combinaisons d'actions

Les cas de charges pris en compte pour chaque modèle sont les suivants :

- 1 : Charges permanentes (G)
- 2 : Charges d'exploitations (Q)
- 3 et 4 : Charges de vents (V)
- 5 : Charges de neige (N)
- 6 : Actions sismiques dans la direction X (Ex)
- 7 : Actions sismiques dans la direction Y (Ey)

Les combinaisons d'actions considérées pour le calcul de l'ouvrage sont les suivantes :

N°	Combinaisons
101	1x[1 G]
102	1.35x[1 G]
103	1x[1 G]+1.5x[2 Q]
104	1.35x[1 G]+1.5x[2 Q]
105	1x[1 G]+1.5x[2 Q]+0.9x[3 V]
106	1.35x[1 G]+1.5x[2 Q]+0.9x[3 V]
107	1x[1 G]+1.5x[2 Q]+0.9x[4 V]
108	1.35x[1 G]+1.5x[2 Q]+0.9x[4 V]
109	1x[1 G]+1.5x[3 V]
110	1.35x[1 G]+1.5x[3 V]
111	1x[1 G]+1.5x[3 V]+1.05x[2 Q]
112	1.35x[1 G]+1.5x[3 V]+1.05x[2 Q]
113	1x[1 G]+1.5x[3 V]+0.75x[5 N]

N°	Combinaisons
114	1.35x[1 G]+1.5x[3 V]+0.75x[5 N]
115	1x[1 G]+1.5x[4 V]
116	1.35x[1 G]+1.5x[4 V]
117	1x[1 G]+1.5x[4 V]+1.05x[2 Q]
118	1.35x[1 G]+1.5x[4 V]+1.05x[2 Q]
119	1x[1 G]+1.5x[4 V]+0.75x[5 N]
120	1.35x[1 G]+1.5x[4 V]+0.75x[5 N]
121	1x[1 G]+1.5x[5 N]
122	1.35x[1 G]+1.5x[5 N]
123	1x[1 G]+1.5x[5 N]+0.9x[3 V]
124	1.35x[1 G]+1.5x[5 N]+0.9x[3 V]
125	1x[1 G]+1.5x[5 N]+0.9x[4 V]
126	1.35x[1 G]+1.5x[5 N]+0.9x[4 V]
127	1x[1 G]
128	1x[1 G]+1x[2 Q]
129	1x[1 G]+1x[2 Q]+0.6x[3 V]
130	1x[1 G]+1x[2 Q]+0.6x[4 V]
131	1x[1 G]+1x[3 V]
132	1x[1 G]+1x[3 V]+0.7x[2 Q]
133	1x[1 G]+1x[3 V]+0.5x[5 N]
134	1x[1 G]+1x[4 V]
135	1x[1 G]+1x[4 V]+0.7x[2 Q]
136	1x[1 G]+1x[4 V]+0.5x[5 N]
137	1x[1 G]+1x[5 N]
138	1x[1 G]+1x[5 N]+0.6x[3 V]
139	1x[1 G]+1x[5 N]+0.6x[4 V]
140	1x[1 G]
141	1x[1 G]+0.5x[2 Q]
142	1x[1 G]+0.2x[3 V]
143	1x[1 G]+0.2x[3 V]+0.3x[2 Q]
144	1x[1 G]+0.2x[4 V]
145	1x[1 G]+0.2x[4 V]+0.3x[2 Q]
146	1x[1 G]+0.2x[5 N]
147	1x[1 G]
148	1x[1 G]+0.3x[2 Q]
149	1x[1 G]+1x[6 EX]
150	1x[1 G]+1x[6 EX]+0.3x[7 EY]
151	1x[1 G]+1x[6 EX]-0.3x[7 EY]
152	1x[1 G]+1x[7 EY]
153	1x[1 G]+0.3x[6 EX]+1x[7 EY]
154	1x[1 G]-0.3x[6 EX]+1x[7 EY]
155	1x[1 G]+0.3x[2 Q]+1x[6 EX]
156	1x[1 G]+0.3x[2 Q]+1x[6 EX]+0.3x[7 EY]
157	1x[1 G]+0.3x[2 Q]+1x[6 EX]-0.3x[7 EY]
158	1x[1 G]+0.3x[2 Q]+1x[7 EY]
159	1x[1 G]+0.3x[2 Q]+0.3x[6 EX]+1x[7 EY]
160	1x[1 G]+0.3x[2 Q]-0.3x[6 EX]+1x[7 EY]
161	1x[1 G]-1x[6 EX]
162	1x[1 G]-1x[6 EX]+0.3x[7 EY]
163	1x[1 G]-1x[6 EX]-0.3x[7 EY]
164	1x[1 G]-1x[7 EY]
165	1x[1 G]+0.3x[6 EX]-1x[7 EY]
166	1x[1 G]-0.3x[6 EX]-1x[7 EY]
167	1x[1 G]+0.3x[2 Q]-1x[6 EX]
168	1x[1 G]+0.3x[2 Q]-1x[6 EX]+0.3x[7 EY]
169	1x[1 G]+0.3x[2 Q]-1x[6 EX]-0.3x[7 EY]
170	1x[1 G]+0.3x[2 Q]-1x[7 EY]
171	1x[1 G]+0.3x[2 Q]+0.3x[6 EX]-1x[7 EY]
172	1x[1 G]+0.3x[2 Q]-0.3x[6 EX]-1x[7 EY]

## 2.4. Dispositions constructives

La coque en béton armé est considérée structurellement comme un élément « plaque ». Il n'y a donc pas d'épaisseur minimale à respecter si ce n'est pour respecter :

- les conditions d'enrobages minimum des armatures (agressivité du milieu...)
- les conditions de constructions (méthodologie d'exécution de l'ouvrage...)

L'épaisseur minimale de la coque permettant de respecter un enrobage de 3cm (minimum réglementaire) est de 8cm.

Cette épaisseur pourra être augmentée soit pour des raisons réglementaires (enrobage, méthodologie d'exécution...) soit pour des raisons structurelles.

Les matériaux considérés :

- Béton :  $F_{ck}=25\text{MPa}$  (hydrofuge de masse 2% de sikalite)
- Armatures HA :  $F_{yk}=500\text{MPa}$

L'étanchéité sera assurée par une membrane ne nécessitant pas une fissuration limitée du béton.



### 3. ANALYSE STRUCTURELLE

Ce paragraphe décrit l'épaisseur de la coque béton minimum à prévoir ainsi que le ferrailage à mettre en place en fonction des actions climatiques.

Les Efforts  $F_{xx}$  correspondent à la mise en place d'aciers horizontaux et les efforts  $F_{yy}$  à des aciers verticaux.

### 3.1. Zone non sismique

#### 3.1.1. Surcharge de neige inférieure à 0.9kN/m<sup>2</sup>

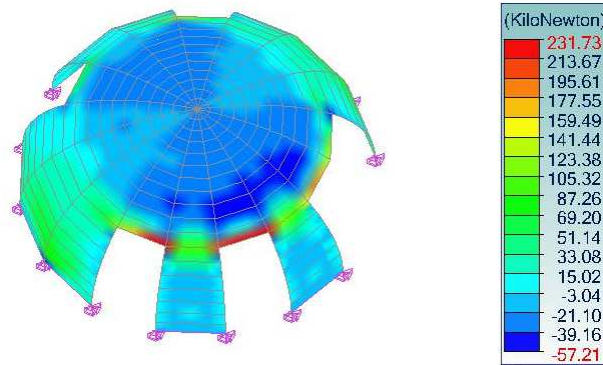


Figure 2: Efforts Fxx

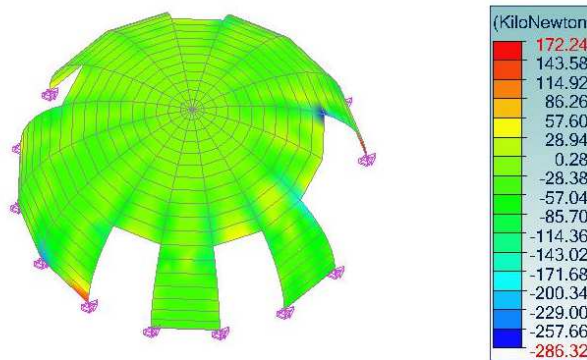


Figure 3: Efforts Fyy

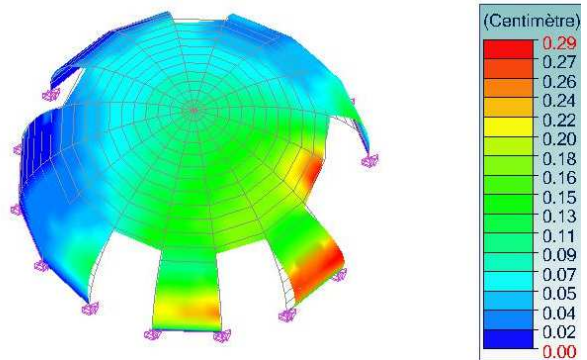


Figure 4: Déplacements

#### Dimensionnement :

- Epaisseur coque : 8cm
- Déplacements : 0.29cm ⇔ Flèche : 0.87cm < 1cm
- Ferrailage courant HA8 e=25 dans chaque sens
- Cerce en tête des ouvertures : Fxx=232kN ⇔ As=5.34cm<sup>2</sup> ⇔ 5HA12
- Traction en pied d'ouvertures : Fyy=173kN ⇔ As= 3.98cm<sup>2</sup> ⇔ 3HA14

### 3.1.2. Surcharge de neige inférieure à 1.4kN/m<sup>2</sup>

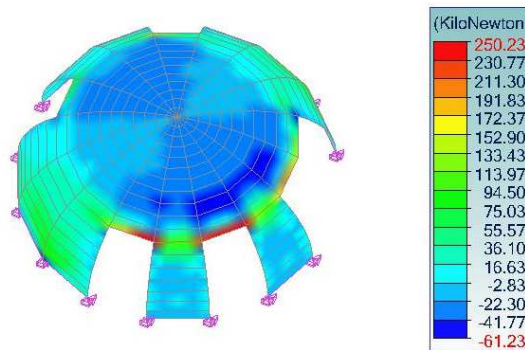


Figure 5: Efforts Fxx

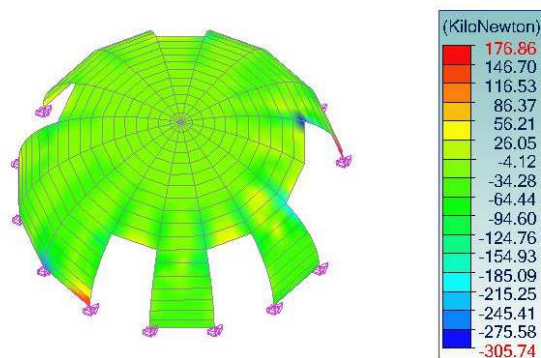


Figure 6: Efforts Fyy

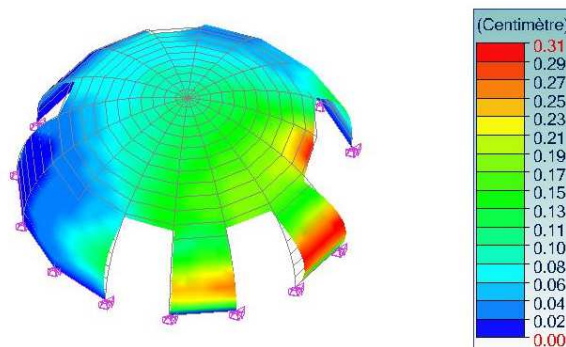


Figure 7: Déplacements

#### Dimensionnement :

- Epaisseur coque : 8cm
- Déplacements : 0.31cm ⇔ Flèche : 0.93cm < 1cm
- Ferrailage courant HA8 e=25 dans chaque sens
- Cerce en tête des ouvertures : Fxx=251kN ⇔ As=5.78cm<sup>2</sup> ⇔ 4HA14
- Traction en pied d'ouvertures : Fyy=177kN ⇔ As= 4.07cm<sup>2</sup> ⇔ 3HA14

### 3.1.3. Surcharge de neige inférieure à 2.9kN/m<sup>2</sup>

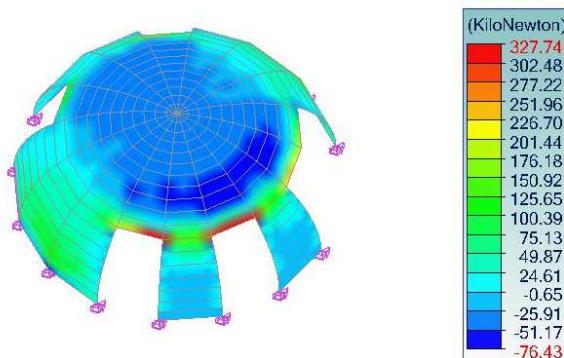


Figure 8: Efforts Fxx

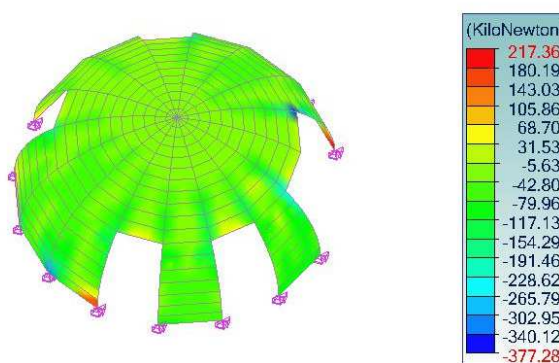


Figure 9: Efforts Fyy

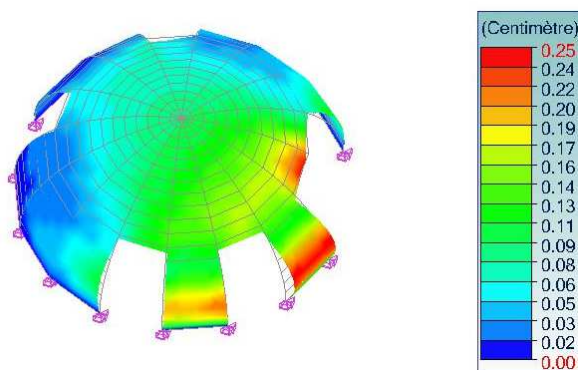


Figure 10: Déplacements

#### Dimensionnement :

- Epaisseur coque : 10cm
- Déplacements : 0.25cm ⇔ Flèche : 0.75cm < 1cm
- Ferrailage courant HA8 e=20 dans chaque sens
- Cerce en tête des ouvertures : Fxx=328kN ⇔ As=7.54cm<sup>2</sup> ⇔ 5HA14
- Traction en pied d'ouvertures : Fyy=218kN ⇔ As= 5.02cm<sup>2</sup> ⇔ 4HA14

## 3.2. Zone sismique

### 3.2.1. Surcharge de neige inférieure à 0.9kN/m<sup>2</sup>

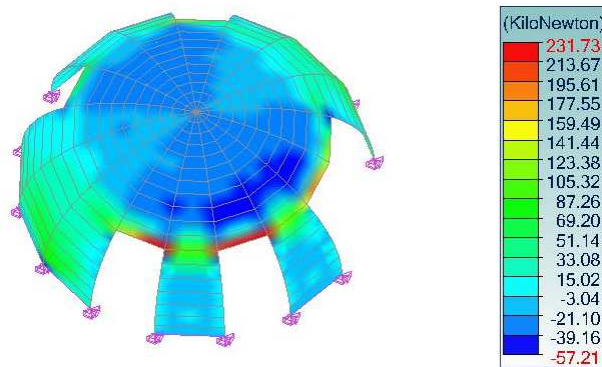


Figure 11: Efforts Fxx

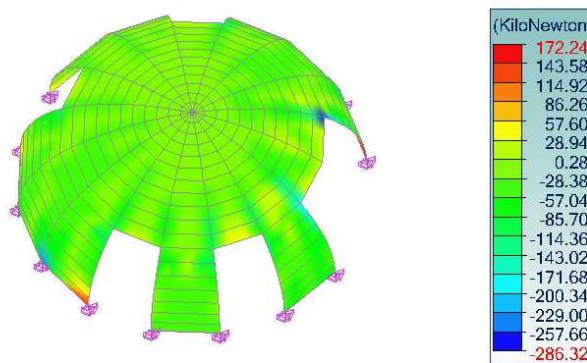


Figure 12: Efforts Fyy

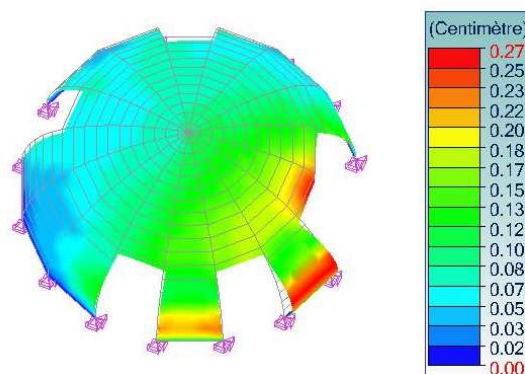


Figure 13: Déplacements

#### Dimensionnement :

- Epaisseur coque : 10cm
- Déplacements : 0.27cm ⇔ Flèche : 0.81cm < 1cm
- Ferrailage courant HA8 e=25 dans chaque sens
- Cerce en tête des ouvertures : Fxx=232kN ⇔ As=5.34cm<sup>2</sup> ⇔ 5HA12
- Traction en pied d'ouvertures : Fyy=173kN ⇔ As= 3.98cm<sup>2</sup> ⇔ 3HA14

### 3.2.2. Surcharge de neige inférieure à 1.4kN/m<sup>2</sup>

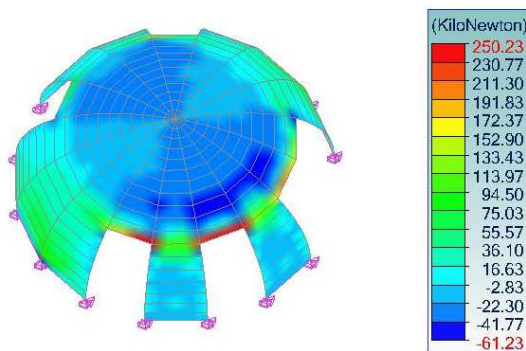


Figure 14: Efforts Fxx

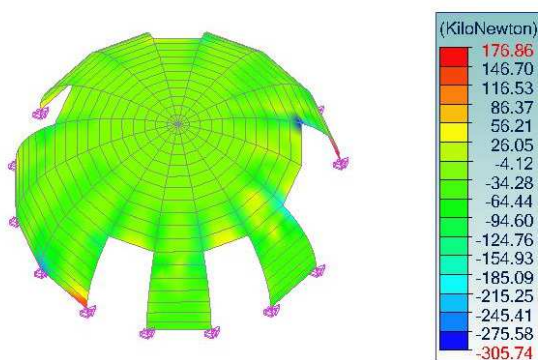


Figure 15: Efforts Fyy

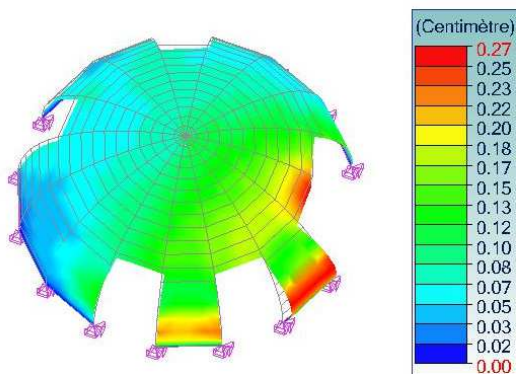


Figure 16: Déplacements

#### Dimensionnement :

- Epaisseur coque : 10cm
- Déplacements : 0.27cm ⇔ Flèche : 0.81cm < 1cm
- Ferrailage courant HA8 e=25 dans chaque sens
- Cerce en tête des ouvertures : Fxx=251kN ⇔ As=5.78cm<sup>2</sup> ⇔ 4HA14
- Traction en pied d'ouvertures : Fyy=177kN ⇔ As= 4.07cm<sup>2</sup> ⇔ 3HA14

### 3.2.3. Surcharge de neige inférieure à 2.9kN/m<sup>2</sup>

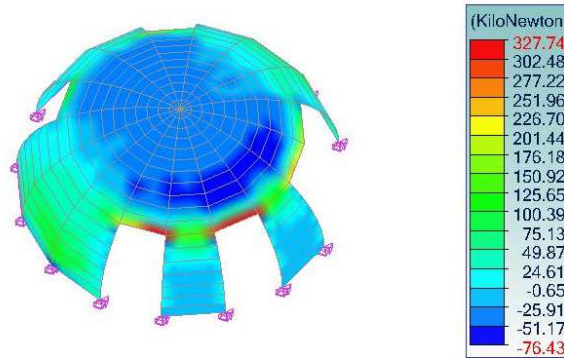


Figure 17: Efforts Fxx

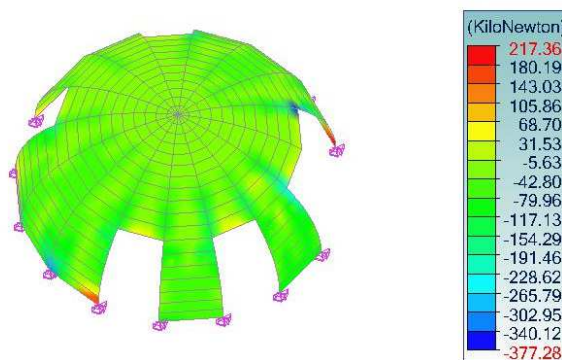


Figure 18: Efforts Fyy

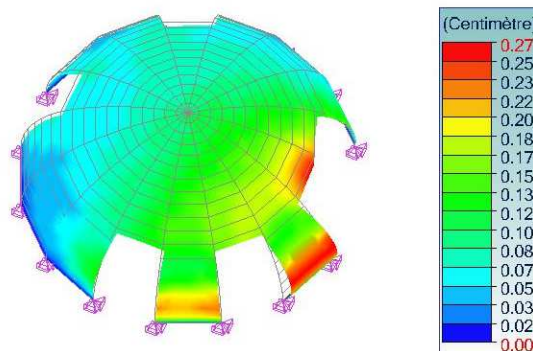


Figure 19: Déplacements

#### Dimensionnement :

- Epaisseur coque : 10cm
- Déplacements : 0.25cm ⇔ Flèche : 0.75cm < 1cm
- Ferrailage courant HA8 e=20 dans chaque sens
- Cerce en tête des ouvertures :  $F_{xx}=328\text{kN} \Leftrightarrow A_s=7.54\text{cm}^2 \Leftrightarrow 5\text{HA}14$
- Traction en pied d'ouvertures :  $F_{yy}=218\text{kN} \Leftrightarrow A_s= 5.02\text{cm}^2 \Leftrightarrow 4\text{HA}14$

### 3.3. Renforts montants des ouvertures

Les renforts des montants des ouvertures sont calculés comme des poteaux encastés dans les fondations qui reprennent les efforts de vents s'appliquant sur la paroi verticale de l'ouverture indépendamment du calcul global du dôme.

On obtient ainsi 3 ferrailages type pour une section de poteau 20x20:

- France métropolitaine zone non sismique : 4HA10
- France métropolitaine zone sismique : 4HA12
- DOM-TOM : 4HA14



## 4. Conclusion

L'étude ci-avant a permis de déterminer des systèmes structurels en béton armé type pour la construction de maison RONDHOME en France métropolitaine et dans les DOM-TOM.

Il ressort ainsi :

- 6 ferraillements type pour les coques :
  - o NON SISMIQUE
    - Surcharge de neige inférieure à 0.9kN/m<sup>2</sup>
    - Surcharge de neige inférieure à 1.4kN/m<sup>2</sup>
    - Surcharge de neige inférieure à 2.9kN/m<sup>2</sup>
  - o SISMIQUE
    - Surcharge de neige inférieure à 0.9kN/m<sup>2</sup>
    - Surcharge de neige inférieure à 1.4kN/m<sup>2</sup>
    - Surcharge de neige inférieure à 2.9kN/m<sup>2</sup>
- 3 ferraillements type pour les ouvertures :
  - o Non sismique en France métropolitaine
  - o Sismique en France métropolitaine
  - o DOM-TOM

Avant toute utilisation de ces principes de ferraillement, le maître d'ouvrage devra s'assurer que le bâtiment respecte l'ensemble des paramètres de calcul, d'environnement et de dispositions constructives décrites ci-dessus.

Si un ou plusieurs de ces paramètres ne sont pas respectés une étude particulière de l'ouvrage devra être établie.

Le type de fondations et de plancher bas à mettre en place n'est pas étudié dans ce document du fait du nombre trop important de cas à étudier. Chaque construction devra faire l'objet d'une étude géotechnique et d'adaptation au sol spécifique. Il conviendra d'établir un plan de fondations et de dallage ou dalle portée spécifique au sol en place.

Ces fondations devront reprendre l'ensemble des efforts transmis par le dôme (Efforts verticaux / Efforts horizontaux / Moments) et devront être liaisonné à celui-ci.

# ANNEXES

ANNEXE 1 : Tableaux récapitulatifs du ferrailage

ANNEXE 2 : Principe de ferrailage

## ANNEXE 1

### Tableaux récapitulatifs du ferrailage

<i>Ferrailage de la coque</i>						
		<i>Surcharge neige</i>	<i>Epaisseur coque</i>	<i>Ferrailage dôme</i>	<i>Cerce</i>	<i>Renforts verticaux</i>
<i>Zone non-sismique</i>		<i>inférieure à 0.9kN/m<sup>2</sup></i>	<i>8 cm</i>	<i>HA8 e=25cm</i>	<i>5 HA12</i>	<i>3 HA14</i>
		<i>inférieure à 1.4kN/m<sup>2</sup></i>	<i>8 cm</i>	<i>HA8 e=25cm</i>	<i>4 HA14</i>	<i>3 HA14</i>
		<i>inférieure à 2.9kN/m<sup>2</sup></i>	<i>10 cm</i>	<i>HA8 e=20cm</i>	<i>5 HA14</i>	<i>4 HA14</i>
<i>Zone sismique</i>		<i>inférieure à 0.9kN/m<sup>2</sup></i>	<i>10 cm</i>	<i>HA8 e=25cm</i>	<i>5 HA12</i>	<i>3 HA14</i>
		<i>inférieure à 1.4kN/m<sup>2</sup></i>	<i>10 cm</i>	<i>HA8 e=25cm</i>	<i>4 HA14</i>	<i>3 HA14</i>
		<i>inférieure à 2.9kN/m<sup>2</sup></i>	<i>10 cm</i>	<i>HA8 e=20cm</i>	<i>5 HA14</i>	<i>4 HA14</i>

<i>Ferrailage des montants d'ouvertures et linteaux</i>				
	<i>Montants d'ouvertures</i>		<i>Linteaux</i>	
	<i>Aciers principaux</i>	<i>cadres</i>	<i>Aciers principaux</i>	<i>cadres</i>
<i>France métropolitaine non-sismique</i>	<i>4 HA10</i>	<i>HA6 e=12cm</i>	<i>4 HA10</i>	<i>HA6 e=12cm</i>
<i>France métropolitaine sismique</i>	<i>4 HA12</i>	<i>HA6 e=10cm</i>	<i>4 HA12</i>	<i>HA6 e=10cm</i>
<i>DOM-TOM</i>	<i>4 HA14</i>	<i>HA6 e=10cm</i>	<i>4 HA12</i>	<i>HA6 e=10cm</i>

# ANNEXE 2

## Principe de ferrailage

