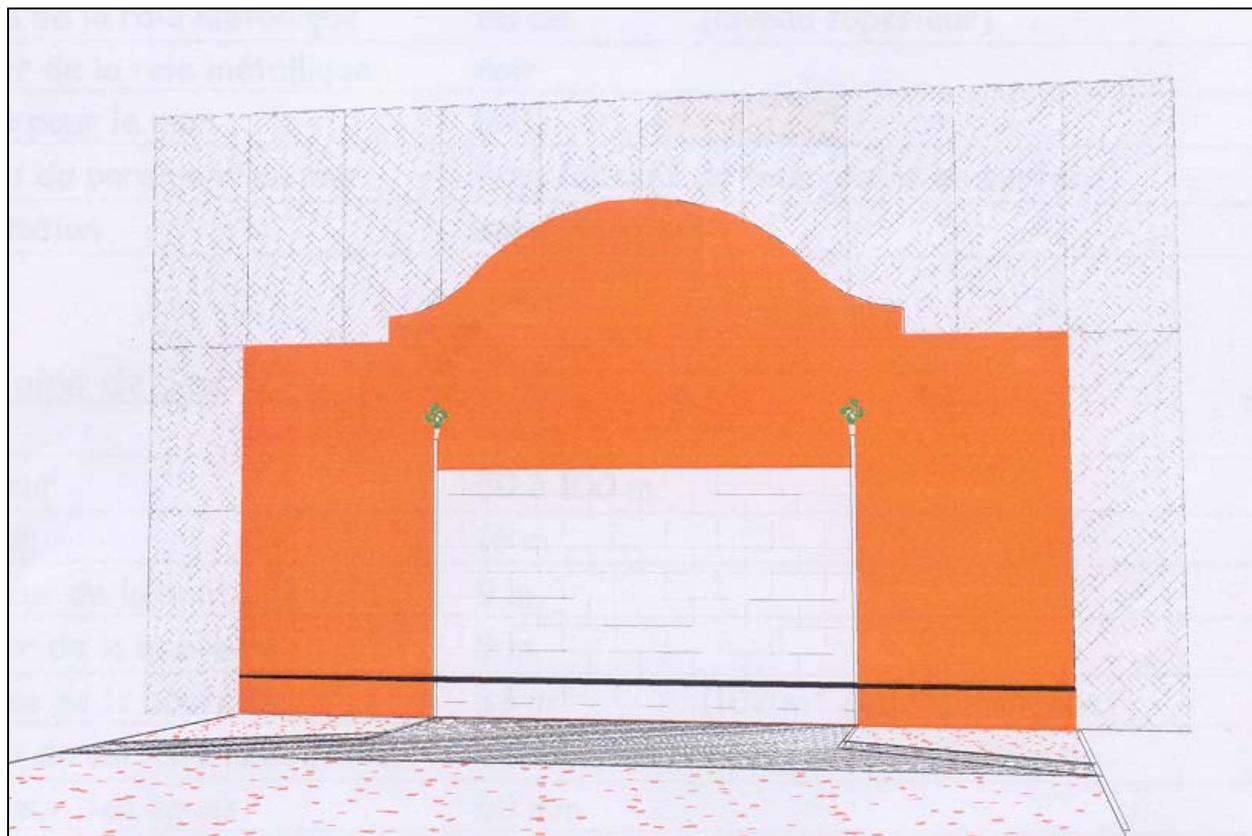


# Projet CAST3M 2000



## Actions du vent sur un fronton place libre





## SOMMAIRE

INTRODUCTION.....PAGE 2

MODÉLISATION.....PAGE 3

a. Données

b. Données Castem correspondantes

CHARGEMENT DU AU VENT.....PAGE 7

a. Calcul des actions du vent (NV 65 - Panneaux pleins)

b. Application de la charge à la structure avec CASTEM

c. Pression très faible appliquée à la structure

d. Pression très élevée appliquée à la structure

CONCLUSION.....PAGE 13



## INTRODUCTION

Ce projet a pour objectif de nous familiariser au calcul de structure par la méthode des éléments finis.

Le problème ici choisi est a pour but de déterminer l'état d'un fronton place libre soumis à des sollicitations dues au vent.

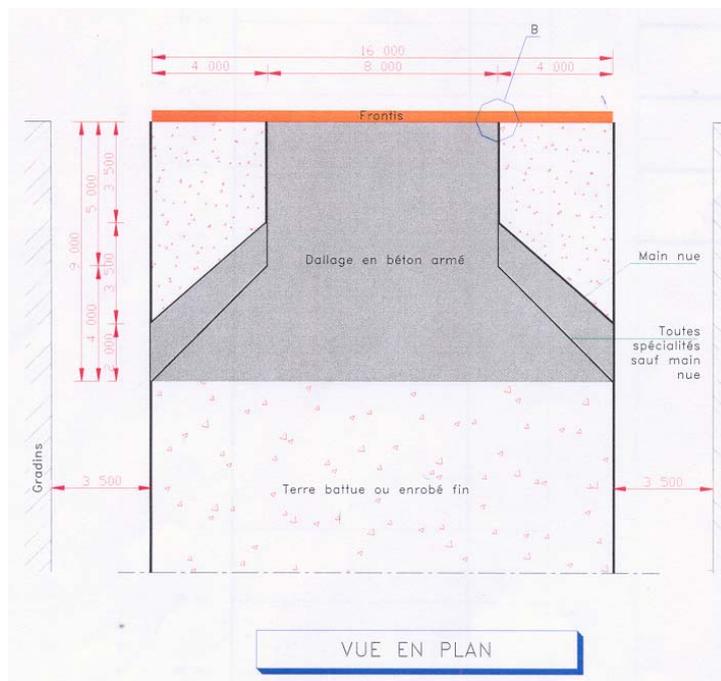
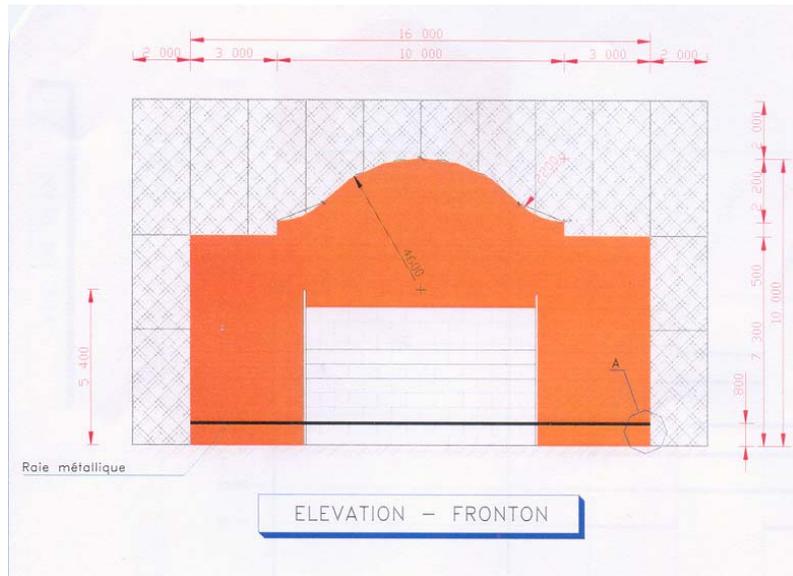
A l'aide du logiciel CASTEM 2000, nous avons modélisé la structure et appliqué des chargements.

## MODELISATION

### a. Données

Afin de modéliser la structure, nous avons représenté le mur du fronton encasté au sol à une dalle en béton.

#### Dimensions prises en compte :



Caractéristiques (Cf. figures précédentes) :

- Mur du fronton :
  - L= 16 m
  - H= 7.30 m
  - e = 40 cm
  - B.A
- Dalle :
  - e= 20 cm
  - B.A

b. Données Castem correspondantes :

Pour permettre l'encastrement de la structure, nous avons négligé le glissement en bloquant la liaison dalle-mur en x et y.

\* modélisation mur

option dimension 3 element tri3;  
 H=7.3;  
 L=16;  
 e=0.40;  
 densite 0.5;  
 P1=0. 0. -0.1;  
 P2=0. L -0.1 ;  
 P3=0. L H ;  
 P4=0. (L-3) H ;  
 P5=0. (L-3) (H+0.5) ;  
 P6=0. (L-4.52654) (H+1.115805) ;  
 P7=0. 4.52654 (H+1.115805) ;  
 P8=0. 3 (H+0.5) ;  
 P9=0. 3 H ;  
 P10=0. 0. H ;  
 C1=0. (H/2) 5.4 ;  
 C2=0. 3 (H+2.7) ;  
 C3=0. (L-3) (H+2.7) ;  
 tra1=droi P1 P2;  
 tra2=droi P2 P3;  
 tra3=droi P3 P4;  
 tra4=droi P4 P9;  
 tra5=droi P9 P10;  
 tra6=droi P10 P1;  
 tra7=tra3 et tra4 et tra5;  
 surf1=dall tra1 tra2 tra7 tra6;  
 n4=tra4 nbele;  
 tra8=cerc P5 C3 P6;  
 tra10=cerc P7 C2 P8;  
 n8=nbele tra8;

```

n10=nbele tra10;
n9=n4 - (n8 + n10);
tra9=cerc n9 P6 C1 P7;
tra11=droi P8 P9;
tra12=droi P4 P5;
tra13= tra8 et tra9 et tra10;
surf2=surface (tra11 et ( inve tra4) et tra12 et tra13) plane;
surfa=surf1 et surf2;

```

#### \* modélisation dalle

```

e1=0.20;
densité 0.5;
P11=0. 4 -0.1;
P12=3.5 4 -0.1;
P13=7 0. -0.1;
P14=9 0. -0.1;
P15=9 16 -0.1;
P16=7 16 -0.1;
P17=3.5 12 -0.1;
P18=0. 12 -0.1;
tra14=droi P11 P12;
tra15=droi P12 P13;
tra16=droi P13 P14;
tra17=droi P14 P15;
tra18=droi P15 P16;
tra19=droi P16 P17;
tra20=droi P17 P18;
tra21=droi P18 P11;
surfd=surf (tra14 et tra15 et tra16 et tra17 et tra18 et tra19
et tra20 et tra21) plane;

```

#### \*assemblage des deux

```

fronton= surfa et surfd;
elim fronton;

```

#### \*Matériaux et modèle de calcul mur

```

modall=modeliser surfa mecanique elastique coq4 coq3;
madall= mate modall youn 30.E9 NU 0.2 rho 2500
epai e;

```

```

mass1=mass modall madall;
CHG=manu chpo surfa uz -9.81;
FG=mass1*CHG;
x y z = coord surfa;

```

\*Matériaux et modèle de calcul dalle

```
modall1=modeliser surfd mecanique elastique coq4 coq3;  
madall1= mate modall1 youn 30.E9 NU 0.2 rho 2500  
epai e1;
```

```
BLO1=BLOQ TRA21 UX UY;  
BLO2=BLOQ MINI SURFD UZ;
```

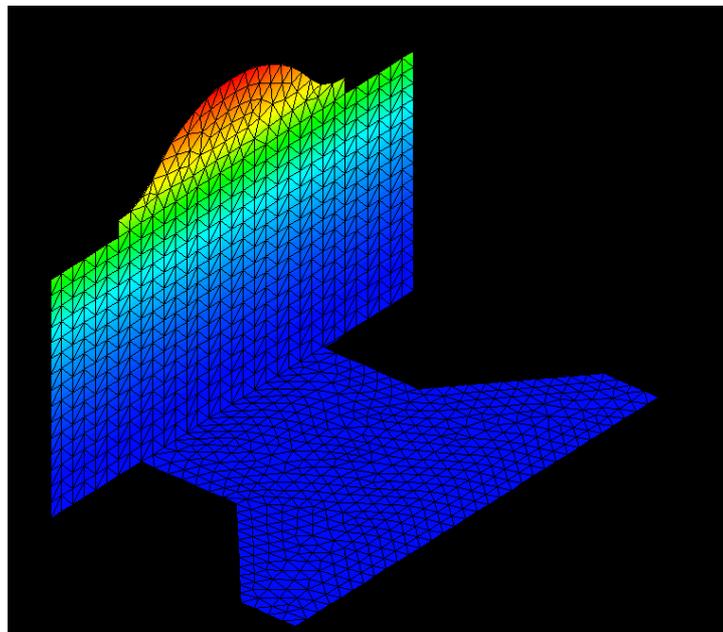
```
mass2=mass modall1 madall1;  
CHG1=manu chpo surfd uz -9.81;  
FG1=mass2*CHG1;  
x y z = coord surfd;
```

\* assemblage des caractéristiques sur le fronton

```
modtot=modall et modall1;  
mادتot=madall et madall1;  
rigt=rigi modtot mادتot;  
rigtot=rigt et blo1 et blo2;
```

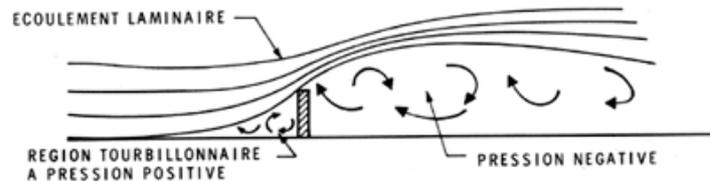
```
x y z = coord surfa;  
*trac z fronton;
```

\* représentation fronton soumis au poids propre



## CHARGEMENTS DUS AU VENT

L'utilisation du règlement Neige et Vent **NV65** nous permet de déterminer les pressions et dépressions que nous allons appliquer à la structure (la face avant du fronton sera soumise à une pression, et la face arrière à une dépression).



### a. Calcul des actions du vent (NV 65 - Panneaux pleins) :

#### ✓ Pression dynamique :

La pression dynamique à prendre en compte est définie par la **méthode simplifiée**.

Conditions d'application de la méthode simplifiée :

- La construction est constituée par un bloc unique.
- La base au niveau du sol est un rectangle de longueur  $a$  et de largeur  $b$ .
- La hauteur  $h$ , différence entre le niveau de la base de la construction et le haut est inférieure à 30m.
- Les dimensions respectent les conditions suivantes :

$h/a \geq 0.25$ $h/a \leq 2.5 \text{ avec } b/a \leq 0.4 \text{ si } h/b > 2.5$ $f \leq h/2$
----------------------------------------------------------------------------------------------

- Le fronton est une paroi verticale reposant directement au sol, plane sans décrochement.
- La construction est située sur un terrain sensiblement horizontal dans un grand périmètre.

#### ✓ Force horizontale d'entraînement :

Pour un vent parallèles aux panneaux, l'action d'ensemble est assimilée à une force horizontale d'entraînement, somme de deux forces de friction appliquées à chaque face.

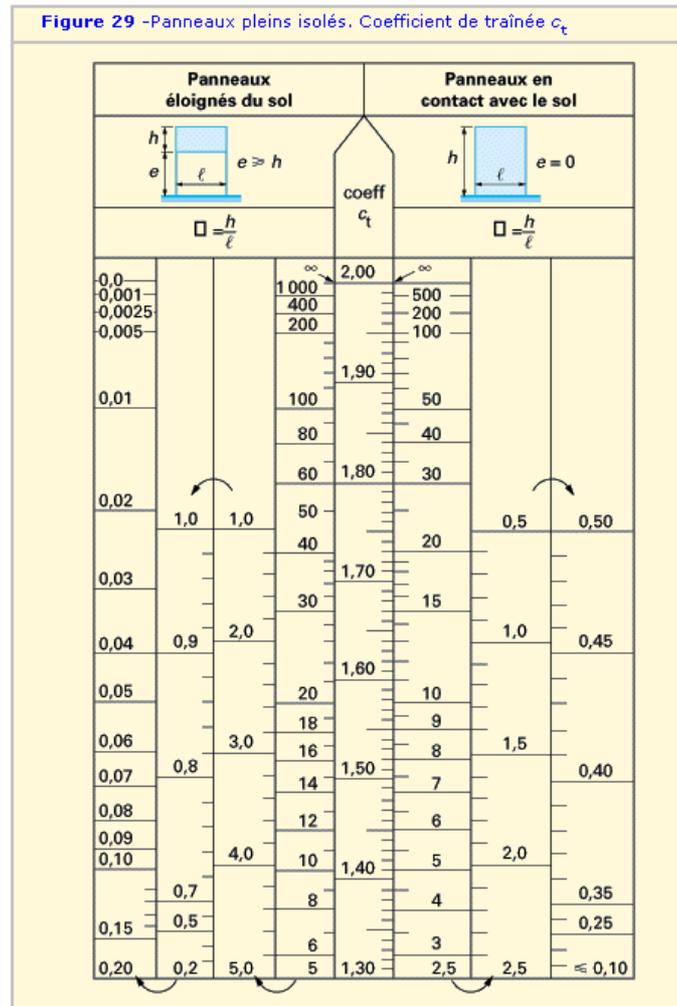
#### ✓ Caractéristiques du panneau plein :

Entrent dans cette catégorie toutes les plaques planes rectangulaires verticales en contact ou non avec le sol.

Les murs constituent un cas particulier des panneaux pleins en contact avec le sol.

✓ Direction du vent :

Le vent est supposé avoir la direction qui donne au coefficient global de traînée  $c_t$  sa valeur maximale.



Sur un panneau, le coefficient  $c$  caractérisant l'action résultante se confond avec le coefficient  $c_t$  caractérisant l'action d'ensemble.

Au cas où il serait nécessaire de décomposer l'action résultante sur chaque face, on peut considérer qu'elle est la somme d'une pression déterminée avec :

$$c_1 = + 0.8 \text{ sur la face au vent,}$$

$$c_2 = - (c_t - 0.8) \text{ sur la face sous le vent.}$$

Ici,  $\lambda = h/l = 0.456$  d'où  $c_t = 1.65$ ,  $c_1 = +0.80$   
 $c_2 = - 0.85$

✓ Calcul :

Région I (Pyrénées Atlantiques) / Site exposé

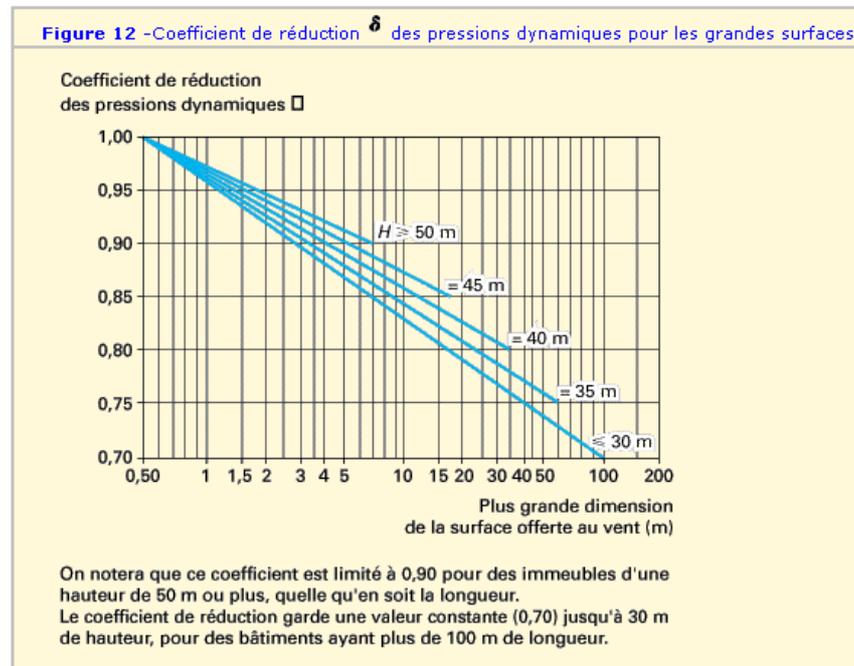
$$q = (46 + 0.7h) K_r K_s \text{ (daN/m}^2\text{)}$$

$$K_r = 1.75$$

$$K_s = 1.35$$

$$q = 120.75 \text{ daN/m}^2$$

$$\text{Coefficient de réduction : } Q = q \cdot \delta$$



$$\delta = 0.81$$

$$\text{d'où } q \cdot \delta = 97.80 \text{ daN/m}^2$$

Puis,

Face au vent :

$$c_1 = + 0.8$$

$$Q_1 = c_1 \cdot Q = 78.24 \text{ daN/m}^2$$

Face sous le vent :

$$C_2 = -0.85$$

$$Q_2 = c_2 \cdot Q = -83.14 \text{ daN/m}^2$$

$$\text{On obtient finalement : } Q_v = 161.38 \text{ daN/m}^2 = \underline{\underline{1613.8 \text{ N/m}^2}}$$

### b. Application de la charge à la structure avec CASTEM

L'application des sollicitations dues au vent sur le fronton sur Castem est possible grâce à l'opérateur pression PRESS qui permet d'appliquer une pression statique.

#### \* Charges de vent

$$p = -1613.8;$$

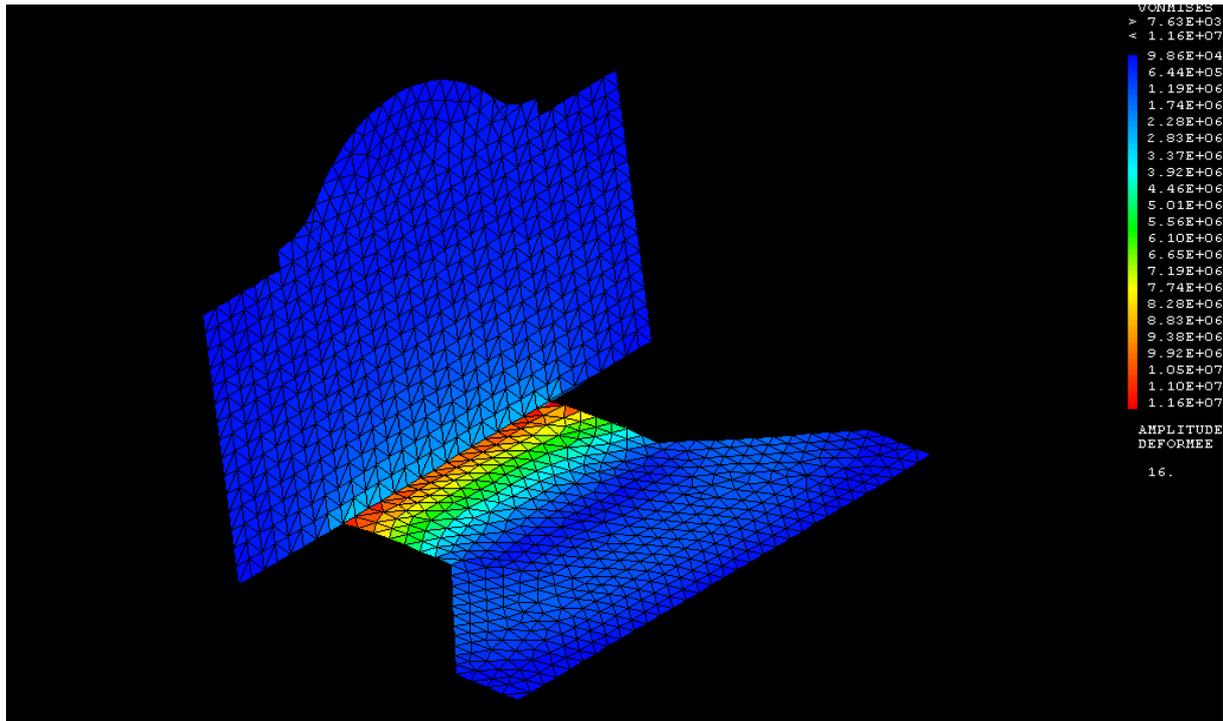
\*trac p fronton;

$$f1 = \text{press 'COQU' modall p 'NORM'};$$

\*calcul

FTOT=f1 et FG et FG1;  
 DEP1=RESOU RIGTOT FTOT;  
 def1=defo dep1 fronton;  
 sig1=sigma dep1 modtot madtot;  
 trac sig1 modtot madtot def1;

✓ Analyse des résultats :



Le diagramme de déformée donné le critère de Von Misès nous permet de déduire que les contraintes les plus importantes sont exercées sur la dalle au niveau de la liaison avec le mur dans le cas d'une pression extrême.

La **vitesse extrême** (correspondant à la pression dynamique extrême) est la plus grande vitesse instantanée à laquelle la construction peut être soumise durant sa vie.

La **vitesse normale** (correspondant à la pression dynamique normale) est la vitesse de pointe instantanée (pointe de rafale) qui n'est atteinte ou dépassée que 3 jours sur 1000.

Le règlement NV 65 envisage pour la justification de la résistance et de la stabilité d'une construction une pression dynamique normale et une pression dynamique extrême.

Le rapport entre la pression extrême et la pression normale est de 1,75.

On en déduit alors la pression dynamique normale :

$$q = 161.38 / 1.75 = 92.22 \text{ daN/m}^2$$

La pression dynamique  $q$  (en  $\text{daN/m}^2$ ) est donnée en fonction de la vitesse  $V$  (en  $\text{m/s}$ ) du vent par la formule de Bernoulli :

$$q = \frac{V^2}{16,3}$$

On en déduit alors la vitesse extrême :  $V_e = 51.29 \text{ m/s}$  soit  $184 \text{ km/h}$ .

Et la vitesse normale :  $V_n = 139 \text{ km/h}$ .

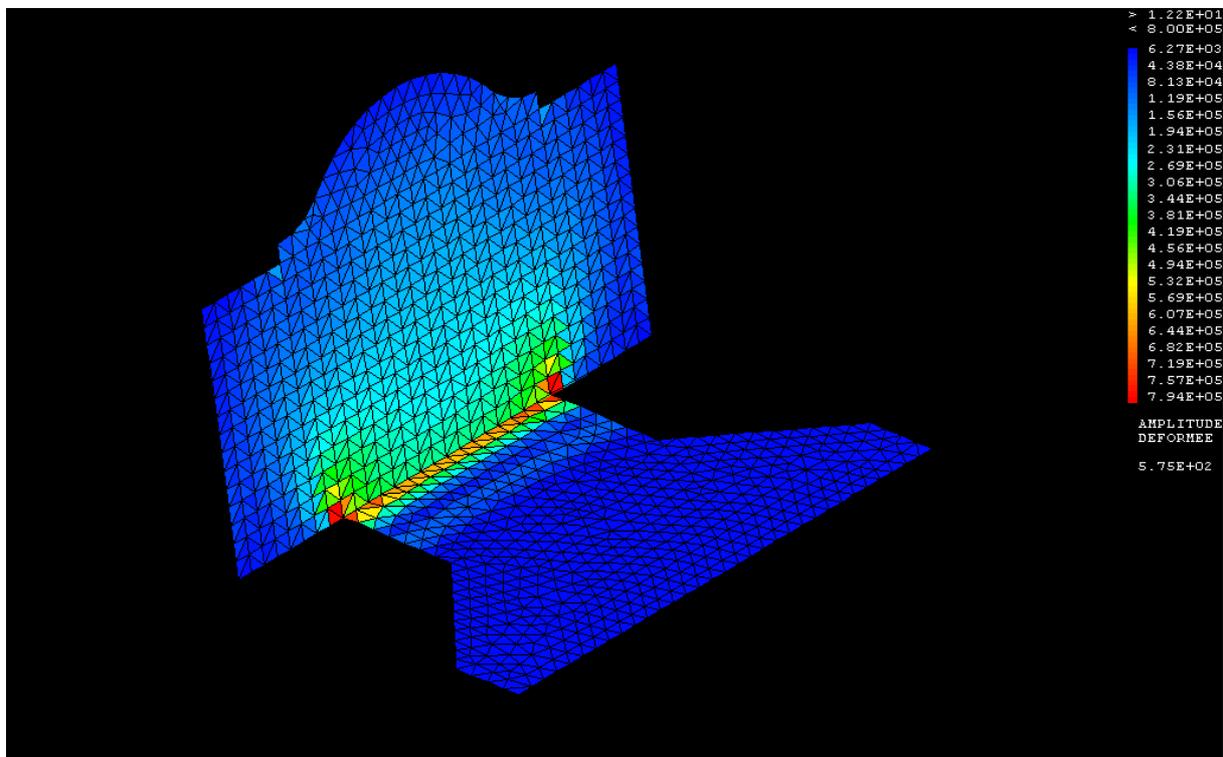
En comparant les contraintes dues à la pression extrême et à la pression normale, on remarque peu de différence au niveau des diagrammes :

A la vue de ces résultats on peut s'interroger sur le point suivant :

- De quelle manière les contraintes sont-elles distribuées à la structure pour des pressions soit très faibles, soit très élevées ?

### c. Pression très faible appliquée à la structure

Pour une vitesse de vent de  $50 \text{ km/h}$ , on obtient une pression  $q = 11.8 \text{ daN/m}^2$ .



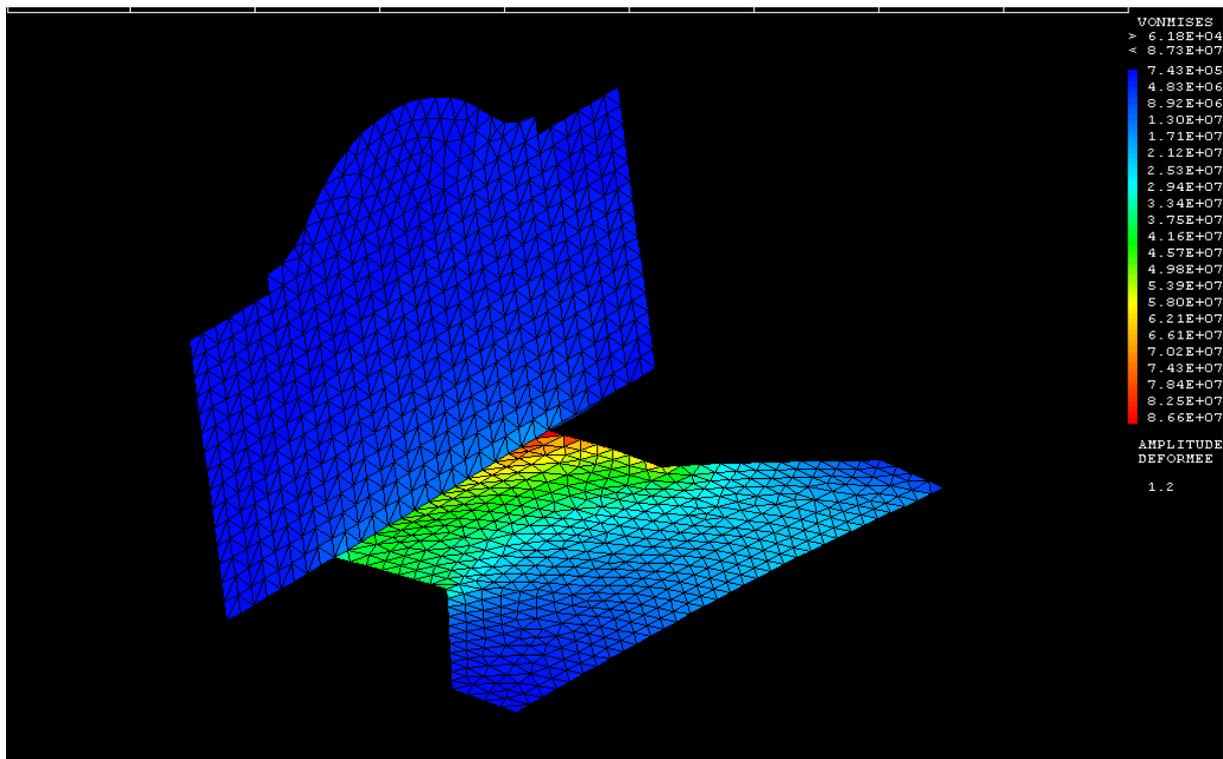
✓ Analyse des résultats :

Lorsqu'on applique une pression relativement faible correspondant à un cas de vent courant, on remarque que les contraintes sont également distribuées au niveau du mur et de la dalle, au niveau de la liaison de ces deux éléments de la structure.

#### d. Pression très élevée appliquée à la structure

Il faudrait atteindre une vitesse de vent d'environ 350km/h !!! pour obtenir une modification de la distribution des contraintes dans la dalle, puisque le mur serait alors désolidarisé du reste du fronton, entraînant donc la ruine de la structure.

#### ✓ Analyse des résultats :



↳ Ces résultats nous permettent de conclure que plus le fronton est sollicité par des charges de vent, plus les contraintes sont distribuées vers la dalle, jusqu'au décollement du fronton. Cependant, dans des cas de vent courant, les sollicitations sont aussi bien reprises par le mur que par la dalle, les contraintes maximales étant situées au niveau de la liaison entre les deux parties constitutives du fronton.

## CONCLUSION

Le logiciel CAST3M, d'une utilisation a priori délicate, nous a finalement permis d'obtenir des résultats facilement exploitables sous forme graphique.



---

En effet, en se familiarisant avec le langage de programmation, on peut arriver à modéliser des structures et des cas de chargements compliqués et obtenir des résultats concrets et de les analyser rapidement.

L'objectif principal du projet, à savoir mieux comprendre le calcul de structure aux éléments finis a donc été rempli.