

## SDNS108 – Réponse dynamique d'une dalle en béton armé appuyée sur 4 cotés soumise à une charge concentrée

---

### Résumé :

Ce test représente le calcul d'une dalle en béton armé, en flexion, soumise à une charge concentrée. Il permet de valider la modélisation Q4GG (coque épaisse) utilisant le modèle matériau global GLRC\_DAMAGE en la comparant à un calcul analogue avec le code EUROPLEXUS. La dalle est simplement appuyée sur les quatre cotés.

Deux modélisations sont effectuées :

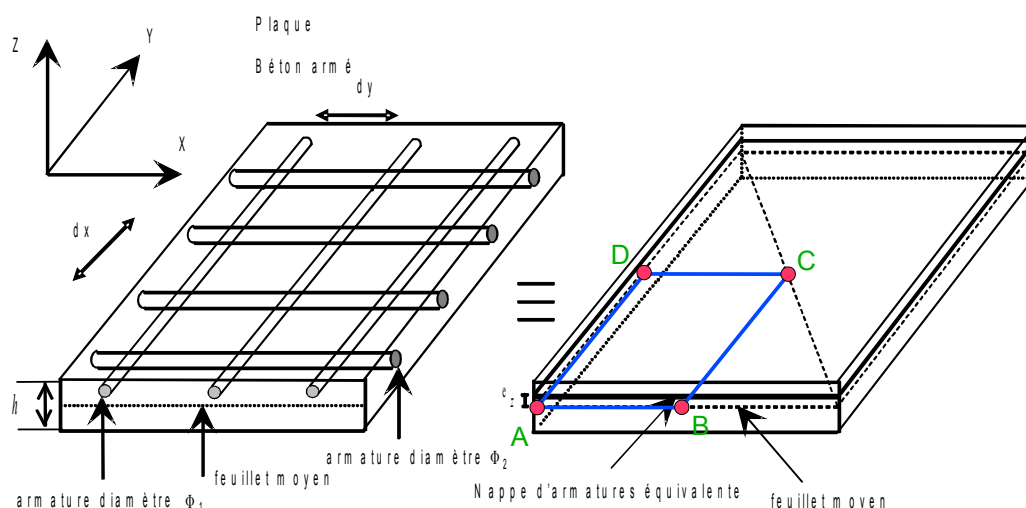
- 1) Modélisation A permet de tester le modèle Q4GG avec des QUAD4,
- 2) Modélisation B permet de tester le modèle Q4GG avec des TRIA3,
- 3) Modélisation C permet de tester le modèle Q4GG avec un critère de plasticité défini par l'utilisateur.

## 1 Problème de référence

### 1.1 Géométrie

Dalle carrée, de longueur  $l=1.8\text{ m}$ , d'épaisseur  $h=0.12\text{ m}$ , en appui simple sur les quatre bords. Le ferrailage de flexion est parallèle aux bords; il est identique sur chacune des deux faces et dans chacun des deux sens ( $dx$ ,  $dy$  étant les espacements des fers dans les directions  $x$  et  $y$ ). L'enrobage des fers longitudinaux les plus proches des faces est de  $22\text{ mm}$ . L'enrobage des fers par rapport aux bords latéraux de la dalle de  $2\text{ cm}$  est négligé. Le tableau ci-après récapitule les données du ferrailage. Le pourcentage géométrique d'acier  $\mu$  est donné pour une face dans un sens.

| Diamètre des armatures | Espacement           | Section acier/section du béton | distance grille/surface moyenne de la dalle |
|------------------------|----------------------|--------------------------------|---------------------------------------------|
| $\Phi=0,01\text{ m}$   | $dx=dy=0,1\text{ m}$ | $\mu=0,65$                     | $e_s=\pm 0,038\text{ m}$                    |



On note  $a_x = \frac{A_x}{d_x}$  et  $a_y = \frac{A_y}{d_y}$  les taux de ferrailage (ici :  $a_x = a_y = 7,854 \cdot 10^{-4}\text{ m}$ ),  $A_x$  ( $A_y$ ) étant l'aire de la section d'une barre de fer dans la direction  $x$  ( $y$ ) ;  $e_s$  est la distance des nappes à la surface moyenne.

Pour des raisons de symétrie on modélise un quart ( $ABCD$ ) de la dalle.

### 1.2 Propriétés de matériaux

Les propriétés mécaniques des aciers sont les suivantes:

| Module d'Young<br>$E_a$ | Coefficient de Poisson | Limite élastique<br>à 0.2 % $\sigma_y$ | Pente<br>d'écrouissage |
|-------------------------|------------------------|----------------------------------------|------------------------|
| 210000 MPa              | 0,3                    | 500 MPa                                | 0. MPa                 |

Celles du béton sont les suivantes :

| Module d'Young<br>$E_b$ | Coefficient de Poisson | Résistance en<br>compression $\sigma_c$ | Résistance en<br>traction $\sigma_t$ |
|-------------------------|------------------------|-----------------------------------------|--------------------------------------|
| 35700 MPa               | 0,22                   | 52,5 MPa                                | 4,4 MPa                              |



Pour la modélisation C, on entre manuellement les moments limite de plasticité :

MP1X = 1200 Nm/m  
MP1Y = 1200 Nm/m  
MP2X = -1200 Nm/m  
MP2Y = -1200 Nm/m

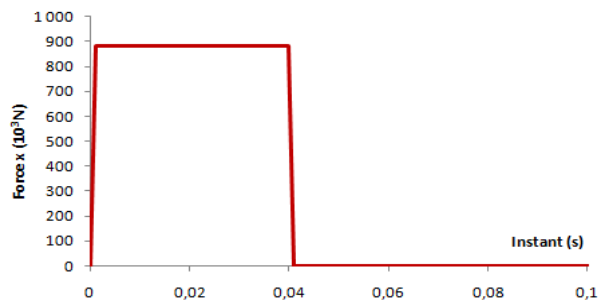
## 1.3 Conditions aux limites et chargements

Les conditions aux limites sont les suivantes :

- Simplement appuyée sur les cotés  $AD$  et  $BC$  :  $DZ=0$
- Symétrie sur les cotés
  - $BC$  :  $DX=DRY=0$
  - $CD$  :  $DY=DRX=0$

L'évolution du chargement, appliqué au centre de la plaque, est présenté ci-dessous.

| Instant (s) | $Fz(N)$ |
|-------------|---------|
| 0.0         | 0.0     |
| 0.001       | 8.8E5   |
| 0.040       | 8.8E5   |
| 0.041       | 0.0     |
| 1.0         | 0.0     |



## 1.4 Conditions initiales

La plaque est initialement au repos dans un état vierge.

## 2 Solution de référence

### 2.1 Méthode de calcul utilisée pour la solution de référence

Les résultats de référence ont été obtenus avec Europlexus.

Les maillages utilisés par Europlexus et Code\_Aster sont les mêmes.

### 2.2 Résultats de référence

Les résultats de référence correspondent au déplacement suivant  $Z$  du point  $C$  situé au centre de la plaque. L'instant retenu correspond à l'instant où le déplacement obtenu avec Europlexus est maximum. Pour les modélisations A et B, les valeurs obtenues par Europlexus sont :

| Instant<br>(s) | Grandeur                | Localisation        | Europlexus |                 |
|----------------|-------------------------|---------------------|------------|-----------------|
|                |                         |                     | Élément    | Déplacement (m) |
| 0,0093436      | Déplacement suivant $Z$ | Centre de la plaque | Q4GS       | -0.04890906 m   |
| 0,0091250      | Déplacement suivant $Z$ | Centre de la plaque | T3GS       | -0.04574386 m   |

Pour la modélisation C, on a

| Instant<br>(s) | Grandeur                | Localisation        | Europlexus |                 |
|----------------|-------------------------|---------------------|------------|-----------------|
|                |                         |                     | Élément    | Déplacement (m) |
| 0,0096593      | Déplacement suivant $Z$ | Centre de la plaque | Q4GS       | -0.05870762 m   |

### 2.3 Incertitude sur la solution

Solution numérique.

### 2.4 Références bibliographiques

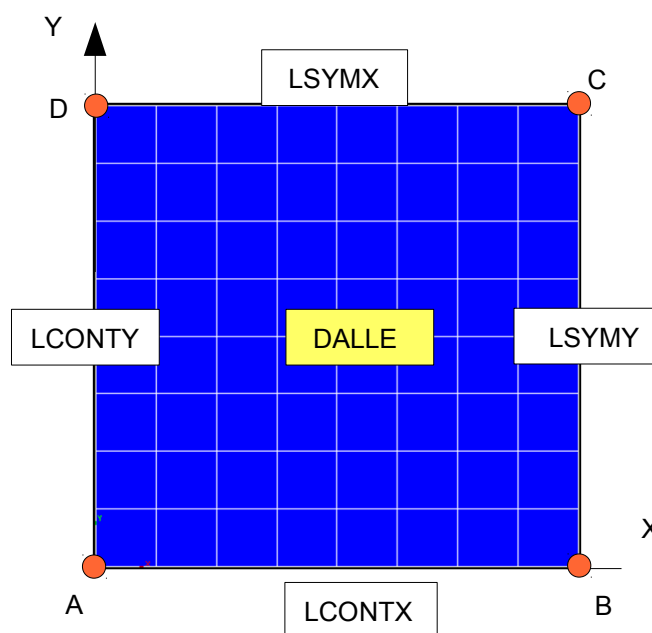
[1] [R3.07.09] : « Élément de plaque épaisse T3G »

[2] [U2.02.01] : « Notice d'utilisation des éléments plaques, coques et coques volumiques SHB »

## 3 Modélisation A

### 3.1 Caractéristiques de la modélisation

Modélisation Q4GG



### 3.2 Caractéristiques du maillage

Nombre de nœuds : 81  
Nombre de mailles et type : 64 QUAD4

### 3.3 Grandeurs testées et résultats

| Instant (s) | GRANDEUR | COMPOSANT<br>E | GROUPE_NO | Type de<br>Référence | Référence     | Tolérance<br>(%) |
|-------------|----------|----------------|-----------|----------------------|---------------|------------------|
| 0,0093436   | DEPL     | DZ             | Point_C   | 'SOURCE<br>EXTERNE'  | -0.04890906 m | 5.0              |

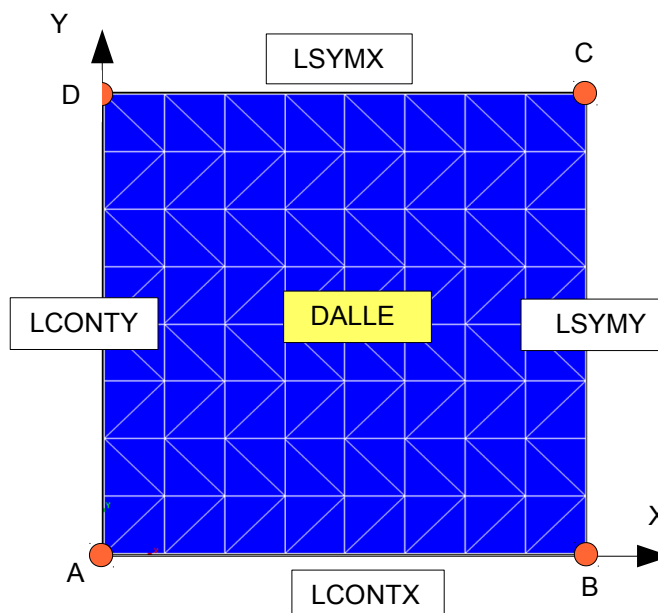
### 3.4 Remarques

Les calculs ont été effectués avec un schéma d'intégration temporelle explicite de type différences finis centrées.

## 4 Modélisation B

### 4.1 Caractéristiques de la modélisation

Modélisation Q4GG



### 4.2 Caractéristiques du maillage

Nombre de nœuds : 91

Nombre de mailles et type : 128 TRIA3

### 4.3 Grandeurs testées et résultats

| Instant (s) | GRANDEUR | COMPOSANT<br>E | GROUP_NO | Type de<br>Référence | Référence     | Tolérance<br>(%) |
|-------------|----------|----------------|----------|----------------------|---------------|------------------|
| 0,0091250   | DEPL     | DZ             | Point_C  | 'SOURCE_<br>EXTERNE' | -0.04574386 m | 1.5              |

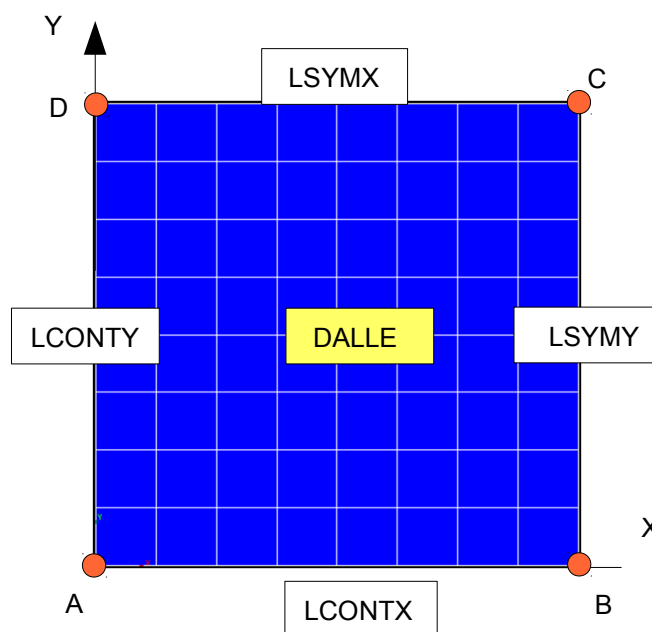
### 4.4 Remarques

Les calculs ont été effectués avec un schéma d'intégration temporelle explicite de type différences finis centrées.

## 5 Modélisation C

### 5.1 Caractéristiques de la modélisation

Modélisation Q4GG



### 5.2 Caractéristiques du maillage

Nombre de nœuds : 81  
Nombre de mailles et type : 64 QUAD4

### 5.3 Grandeurs testées et résultats

| Instant (s) | GRANDEUR | COMPOSANT<br>E | GROUP_NO | Type de<br>Référence | Référence     | Tolérance<br>(%) |
|-------------|----------|----------------|----------|----------------------|---------------|------------------|
| 0,0096593   | DEPL     | DZ             | Point_C  | 'SOURCE_ EXTERNE'    | -0.05870762 m | 20.0             |

### 5.4 Remarques

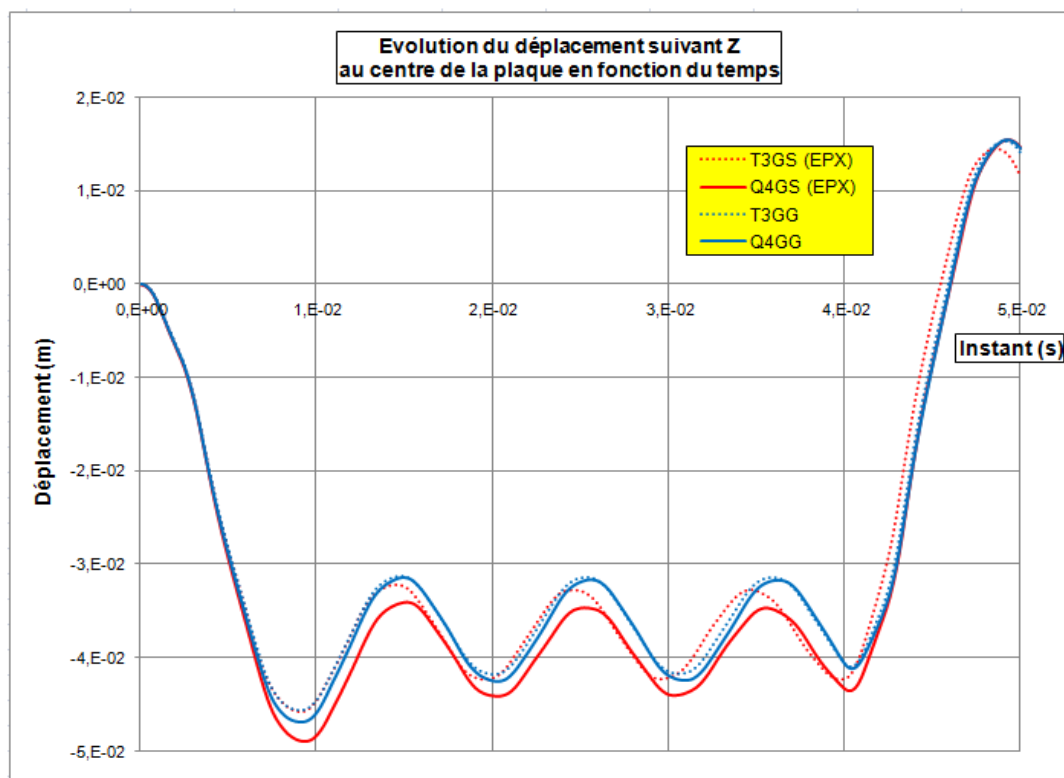
Les calculs ont été effectués avec un schéma d'intégration temporelle explicite de type différences finis centrées.



## 6 Synthèse des résultats

Les résultats obtenus sont satisfaisants pour les modélisations A et B.

Sur la figure ci-dessous, nous avons tracé l'évolution du déplacement au centre de la plaque en fonction du temps. Cette réponse est comparée à celle obtenue avec Europlexus (EPX).



Les résultats obtenus pour la modélisation C montrent un écart important sur les amplitudes entre les résultats obtenus avec Europlexus et Code\_Aster. L'utilisation de moments limite de plasticité définis manuellement doit être fait avec précaution.