

## SSNL107 - Plaque encastrée soumise à une flexion par des poutres en contact avec le bord libre

---

### Résumé :

Ce test valide le contact unilatéral entre des éléments de poutre `POU_D_E` (poutre droite d'Euler) et des éléments de coque `DKQ`.

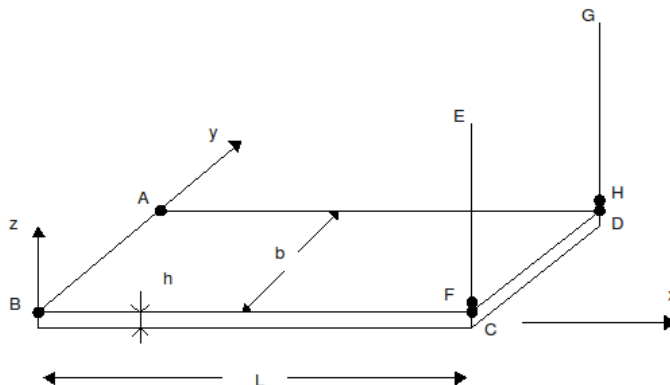
Les principales caractéristiques sont :

- comportement linéaire,
- analyse élastique,
- contact unilatéral,
- 2 modélisations : éléments `POU_D_E` et `DKQ` en utilisant `CONTACT` dans `AFFE_CHAR_MECA` et dans `AFFE_CHAR_MECA_F`.

La solution de référence est analytique et les résultats obtenus sont de bonne qualité.

## 1 Problème de référence

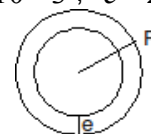
### 1.1 Géométrie



|             |             |                    |
|-------------|-------------|--------------------|
| Plaque ABCD | de longueur | $L = 10\text{mm}$  |
|             | de largeur  | $B = 1\text{mm}$   |
|             | d'épaisseur | $H = 0.1\text{mm}$ |

2 poutres EF et GH

|  |                        |                                   |
|--|------------------------|-----------------------------------|
|  | De longueur            | $I = 1\text{mm}$                  |
|  | De section circulaires | $R = 2.10^{-3}$ , $e = 2.10^{-4}$ |



### 1.2 Propriétés de matériaux

Élasticité linéaire :  $E = 210^5 \text{MPa}$ ,  $\nu = 0.3$   
Identique pour la plaque et les deux poutres.

### 1.3 Conditions aux limites et chargements

Encastrement sur  $AB$  :  $DX = DY = DZ = DRX = DRY = DRZ = 0$   
Déplacement imposé en  $E$  et  $G$  :  $DZ = -0.2\text{mm}$   
Contact unilatéral entre  $F$  et  $C$  et entre  $H$  et  $D$

### 1.4 Conditions initiales

Sans objet.

## 2 Solution de référence

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

Analytique

La plaque subit une flexion simple. La solution est du type "poutre" :

$$V = DZ(C) = DZ(D) = \frac{PL^3}{3E.I_y} \quad \text{avec } I_y = \frac{bh^3}{12}$$

La flèche  $V$  et la charge  $P$  sont inconnues.

Les deux poutres sont en compression pure :

$$-P = 2 \cdot \frac{ES}{L} (V - U) \quad \text{avec } U = DZ(E) \\ = DZ(G)$$

On peut donc trouver  $P$  et  $V$  à partir de ces deux équations. On obtient :

$$P = \frac{6E S I U}{2SL^3 + 3I_y l}$$

$$V = \frac{2SL^3 U}{2SL^3 + 3I_y l}$$

### 2.2 Résultats de référence

$$V = -0.19005 \text{ mm}$$

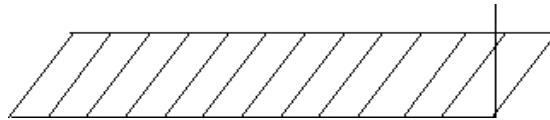
$$P = -9.5025 \cdot 10^{-3} \text{ N}$$

### 2.3 Incertitude sur la solution

Nulle. Solution analytique.

## 3 Modélisation B

### 3.1 Caractéristiques de la modélisation



20 éléments de coque DKQ  
2 éléments de poutre POU\_D\_E

Il existe un jeu (  $0.2\text{ mm}$  ) entre les points  $H$  et  $D$  dans le maillage.

On introduit un jeu fictif (  $0.2\text{ mm}$  ) entre les points  $F$  et  $C$  par le mot-clé `DIST_ESCL` de `DEFI_CONTACT` avec `FORMULATION='DISCRETE'`.

Le contact est traité entre les mailles `POI1` grâce au mot-clé `ESCL_FIXE` de `DEFI_CONTACT`.

### 3.2 Caractéristiques du maillage

Nombre de nœuds : 46

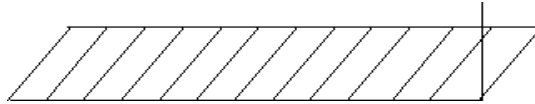
Nombre de mailles et types : 20 QUAD4, 2 SEG2

### 3.3 Grandeurs testées et résultats

| Identification |      |       | Référence                | % tolérance |
|----------------|------|-------|--------------------------|-------------|
| $C$            | $DZ$ | $N46$ | -0.19005                 | 0.03        |
| $D$            | $DZ$ | $N45$ | -0.19005                 | 0.03        |
| $EF$           | $N$  | $M22$ | $-4.75126 \cdot 10^{-3}$ | 0.58        |
| $GH$           | $N$  | $M21$ | $-4.75126 \cdot 10^{-3}$ | 0.58        |

## 4 Modélisation C

### 4.1 Caractéristiques de la modélisation



20 éléments de coque DKQ  
2 éléments de poutre POU\_D\_E

Il existe un jeu (  $0.2\text{ mm}$  ) entre les points  $H$  et  $D$  dans le maillage.  
On introduit un jeu fictif entre les points  $F$  et  $C$  par le mot-clé `DIST_ESCL` de `DEFI_CONTACT`. Ce jeu est déclaré comme une fonction du temps, de valeur constante égale à  $0.2\text{ mm}$  .  
Ce problème est résolu en `FORMULATION='DISCRETE'` .

### 4.2 Caractéristiques du maillage

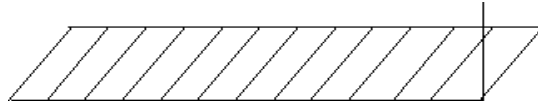
Nombre de nœuds : 46  
Nombre de mailles et types : 20 QUAD4, 2 SEG2

### 4.3 Grandeurs testées et résultats

| Identification |      |       | Référence                | % tolérance |
|----------------|------|-------|--------------------------|-------------|
| $C$            | $DZ$ | $N46$ | -0.19005                 | 0.10        |
| $D$            | $DZ$ | $N45$ | -0.19005                 | 0.10        |
| $EF$           | $N$  | $M22$ | $-4.75126 \cdot 10^{-3}$ | 1.00        |
| $GH$           | $N$  | $M21$ | $-4.75126 \cdot 10^{-3}$ | 1.00        |

## 5 Modélisation D

### 5.1 Caractéristiques de la modélisation



20 éléments de coque DKQ

2 éléments de poutre POU\_D\_E

Il existe un jeu (  $0.2\text{ mm}$  ) entre les points  $H$  et  $D$  dans le maillage.

On introduit un jeu fictif entre les points  $F$  et  $C$  par le mot-clé `DIST_ESCL` de `DEFI_CONTACT`. Ce jeu est déclaré comme une constante égale à  $0.2\text{ mm}$  .

Ce problème est résolu par l'algorithme GCP en `FORMULATION='DISCRETE'` .

### 5.2 Caractéristiques du maillage

Nombre de nœuds : 46

Nombre de mailles et types : 20 QUAD4, 2 SEG2

### 5.3 Grandeurs testées et résultats

| Identification |      |       | Référence                | % tolérance |
|----------------|------|-------|--------------------------|-------------|
| $C$            | $DZ$ | $N46$ | -0.19005                 | 0.10        |
| $D$            | $DZ$ | $N45$ | -0.19005                 | 0.10        |
| $EF$           | $N$  | $M22$ | $-4.75126 \cdot 10^{-3}$ | 1.00        |
| $GH$           | $N$  | $M21$ | $-4.75126 \cdot 10^{-3}$ | 1.00        |

## 6 Synthèse des résultats

---

Les résultats sont très proches de la solution analytique ( 0.58% ). Ils ne sont pas exacts car ils dépendent de la finesse du maillage de la plaque.

Les résultats montrent le bon fonctionnement du contact unilatéral entre les poutres et la plaque.