

**Manuel de Validation****Fascicule V6.02 : Statique non linéaire des structures linéiques****Document : V6.02.107**

# 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`.

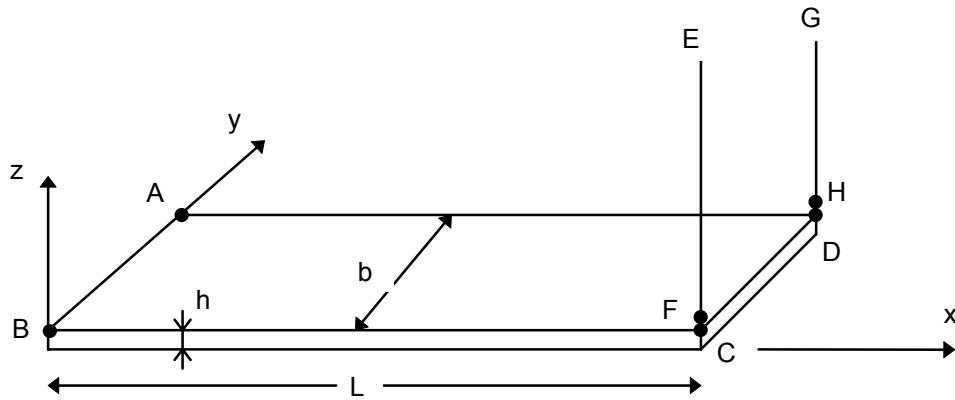
Les principales caractéristiques sont :

- 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



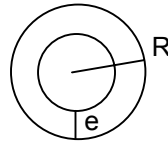
Plaque A B C D

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	$l = 1 \text{ mm}$
de section	$S$

Sections circulaires



$R = 2. \cdot 10^{-3} \text{ mm}$
$e = 2. \cdot 10^{-4} \text{ mm}$

### 1.2 Propriétés de matériaux

Elasticité linéaire :  $E = 2 \cdot 10^5 \text{ MPa}$ ,  $\nu = 0.3$   
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 :

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

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

### 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 mm) entre les points H et D dans le maillage.

On introduit un jeu fictif (0.2 mm) entre les points F et C par le mot-clé DIST\_2 de CONTACT.

Le contact est traité entre les mailles POI1 grâce au mot-clé VECT\_2\_NORMALE de CONTACT.

### 3.2 Caractéristiques du maillage

Nombre de nœuds : 46

Nombre de mailles et types : 20 QUAD4, 2 SEG2

### 3.3 Fonctionnalités testées

#### Commandes

AFFE_CHAR_MECA	CONTACT	DIST_2
	CONTACT	VECT_2_NORMALE
STAT_NON_LINE	COMP_ELAS	RELATION : 'ELAS'

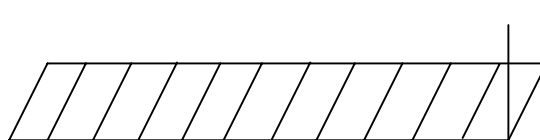
## 4 Résultats de la modélisation B

### 4.1 Valeurs testées

Identification			Référence	Aster	% différence
C	DZ	N46	-0.19005	-0.18991	0.03
D	DZ	N45	-0.19005	-0.18991	0.03
EF	N	M22	-4.75126 10 <sup>-3</sup>	-4.7790 10 <sup>-3</sup>	0.58
GH	N	M21	-4.75126 10 <sup>-3</sup>	-4.7790 10 <sup>-3</sup>	0.58

## 5 Modélisation C

### 5.1 Caractéristiques de la modélisation



20 éléments de coque DKQ

2 éléments de poutre POU\_D\_E

Il existe un jeu (0.2 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\_2 de CONTACT. Ce jeu est déclaré comme une fonction du temps, de valeur constante égale à 0.2 mm. On utilise donc le mot-clé CONTACT de la commande AFFE\_CHAR\_MECA\_F.

### 5.2 Caractéristiques du maillage

Nombre de nœuds : 46

Nombre de mailles et types : 20 QUAD4, 2 SEG2

### 5.3 Fonctionnalités testées

#### Commandes

AFFE_CHAR_MECA_F	CONTACT	DIST_2
	COQUE_NCOU : 19	
STAT_NON_LINE	COMP_ELAS	Relation : 'ELAS'

## 6 Résultats de la modélisation C

### 6.1 Valeurs testées

Identification				Référence	Aster	% différence
C	DZ	N46		-0.19005	-0.18999	0.03
D	DZ	N45		-0.19005	-0.18999	0.03
EF	N	M22		-4.75126 10 <sup>-3</sup>	-4.7790 10 <sup>-3</sup>	0.58
GH	N	M21		-4.75126 10 <sup>-3</sup>	-4.7790 10 <sup>-3</sup>	0.58

---

## 7 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.