SSNV505 - Contact de 2 poutres en grands déplacements

Résumé :

Ce test représente un calcul de contact sans frottement entre deux poutres en grands déplacements, lorsqu'un déplacement ponctuel est imposé à l'une d'elle. Initialement les poutres ne sont pas en contact. Une fois le contact établi, les deux poutres glissent l'une sur l'autre.

Le résultat analysé est la réaction normale de contact en fonction du déplacement. Les résultats obtenus avec différentes modélisations sont comparés.

- Modélisation A : la structure est modélisée avec des éléments de COQUE_3D associés à une maille QUAD9, avec la méthode CONTRAINTE.
- Modélisation B : la structure est modélisée en $3\mathrm{D}$ déformations planes à l'aide d'éléments HEXA8, avec la méthode CONTRAINTE.
- Modélisation C : la structure est modélisée en $2\mathrm{D}$ déformations planes à l'aide d'éléments QUAD4, avec la méthode CONTRAINTE.
- Modélisation D : la structure est modélisée en $3\mathrm{D}$ déformations planes à l'aide d'éléments HEXA8, avec la méthode CONTINUE.
- Modélisation E : la structure est modélisée en $2\mathrm{D}$ déformations planes à l'aide d'éléments QUAD4, avec la méthode CONTINUE.
- Modélisation F : la structure est modélisée en $2\mathrm{D}$ à l'aide d'éléments de poutre POU_D_E (mailles SEG2), avec les méthodes PENALISATION et CONTINUE. Cette modélisation et la suivante se distinguent des précédentes, en ce qu'elles sont effectuées en petites transformations sans frottement.
- Modélisation G : la structure est modélisée en $2\mathrm{D}$ à l'aide d'éléments de poutre POU_D_E (mailles SEG2), avec les méthodes CONTRAINTE, PENALISATION et CONTINUE. Cette modélisation valide la possibilité de prendre en compte le rayon de la section de poutre comme jeu fictif.
- Modélisation H : la structure est modélisée en $2\mathrm{D}$ à l'aide d'éléments de poutre POU_D_TGM (mailles SEG2), avec la méthode CONTINUE. Cette modélisation est effectuée en grands déplacements.
- Modélisation I : la structure est modélisée en $3D$ à l'aide d'éléments de plaque DKT (mailles QUAD4), avec la méthode CONTINUE . Cette modélisation effectuée en petites transformations valide la bonne prise en compte d'un jeu fictif pour les éléments de structures.

Document diffusé sous licence GNU FDL (http://www.gnu.org/copyleft/fdl.html)

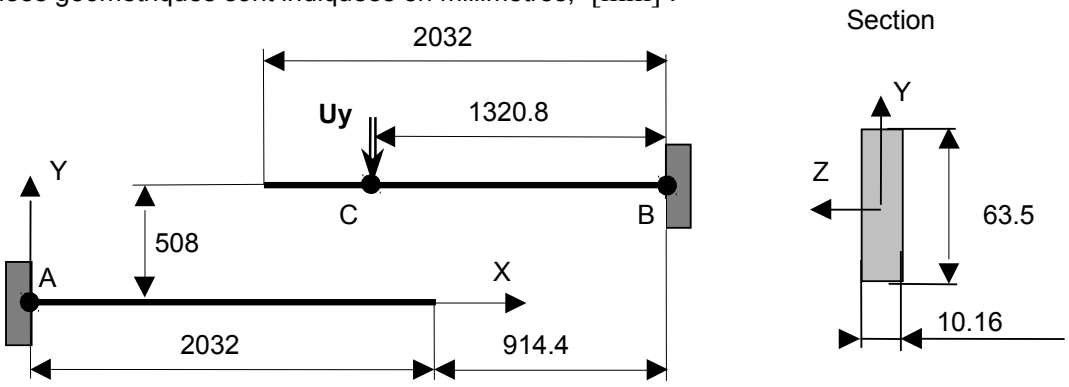
- Modélisation J : la poutre du haut est modélisée en $2D$ à l'aide des poutres tandis que la poutre du bas est modélisée en $3D$ HEXA8 avec la méthode CONTINUE et DISCRETE . Cette modélisation effectuée en petites transformations valide la bonne prise en compte d'un jeu fictif pour les éléments de structures.
- Modélisation K : la structure est modélisée en $3\mathrm{D}$ déformations planes à l'aide d'éléments HEXA 20 , avec la méthode CONTINUE . Cette modélisation valide de contact entre une face QUAD8 et une arête SEG3 .
- Modélisation L : la structure est modélisée en $3D$ déformations planes à l'aide d'éléments HEXA27 , avec la méthode CONTINUE . Cette modélisation valide de contact entre une face QUAD9 et une arête SEG3 .
- Modélisation M : la structure est modélisée en $2D$ à l'aide d'éléments POU_D_E (mailles SEG2) avec la méthode PENALISATION et la méthode CONTINUE . Cette modélisation valide le frottement entre deux poutres avec un coefficient de frottement très faible 1.E-6.

Document diffusé sous licence GNU FDL (http://www.gnu.org/copyleft/fdl.html)

1 Problème de référence

1.1 Géométrie

Les données géométriques sont indiquées en millimètres, $[\mathrm{mm}]$:



1.2 Propriétés du matériau

$E=6.8948\times10^{3}\,MPa$	Module d'Young
$\nu=0.3333$	Coefficient de Poisson
$\mu=0.$	Coefficient de frottement

1.3 Conditions aux limites et chargements

- Conditions aux limites : Sections aux points A et B encastrées
- Chargement : déplacement vertical du point C : $d=-790\,mm$

1.4 Conditions initiales

Sans objet.

2 Solution de référence

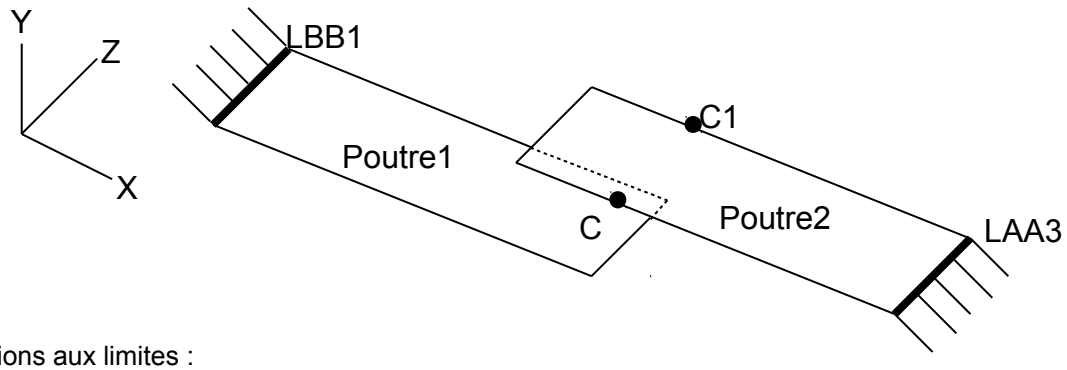
2.1 Méthode de calcul utilisée pour la solution de référence

On ne dispose pas de solution de référence, on ne fait que des tests de non-régression.

Document diffusé sous licence GNU FDL (http://www.gnu.org/copyleft/fdl.html)

3 Modélisation A

3.1 Caractéristiques de la modélisation



Conditions aux limites :

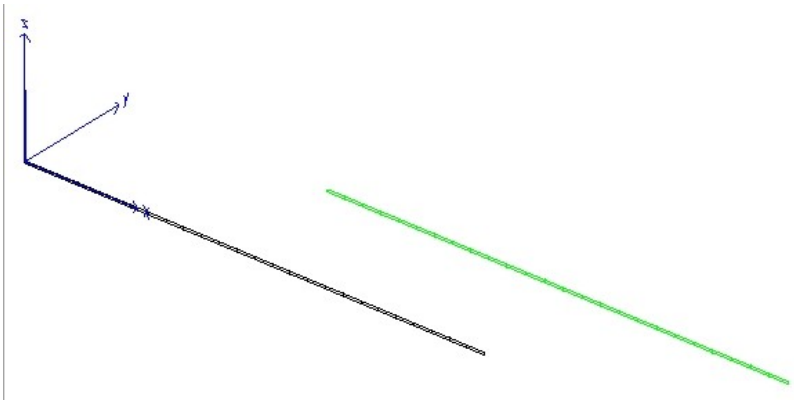
Cette modélisation est réalisée en COQUE_3D. De fait, les éléments finis utilisés sont des QUAD9. Les conditions aux limites sont les suivantes :

- côtés $LAA3$ et $LBB1$: $DX=DY=DZ=DRX=DRY=DRZ=0$
- Nœuds sommets C et $C1$: $DY=-790\,mm$
- Tous les nœuds sommets de la structure : $DZ=0$, $DRX=0$

Conditions de contact :

- surface maître : groupe de mailles $POUTRE1$ moins le groupe de mailles dont le bord est encastré suivant $LBB1$,
- surface esclave : groupe de mailles $POUTRE2$ moins le groupe de mailles dont le bord est encastré suivant $LAA3$.

3.2 Caractéristiques du maillage



Nombre de nœuds :	261
Nombre de mailles :	158
SEG3	107
QUAD8	51

Document diffusé sous licence GNU FDL (http://www.gnu.org/copyleft/fdl.html)

3.3 Grandeurs testées et résultats

On teste la réaction au déplacement imposé sur la coque. Pour l'obtenir, on calcule les réactions aux encastrements en $LBB1$ et $LAA3$.

On ne fait que 80% du chargement pour limiter le temps du cas-test.

Identification	Instants	Référence	Type de référence	Tolérance
Réaction	0.2	313.96515859657	'NON_REGRESSION'	0,10%
Réaction	0.4	1220.6114997884	'NON_REGRESSION'	0,10%
Réaction	0.6	2456.8221137607	'NON_REGRESSION'	0,10%
Réaction	0.8	2067.7188799695	'NON_REGRESSION'	0,10%

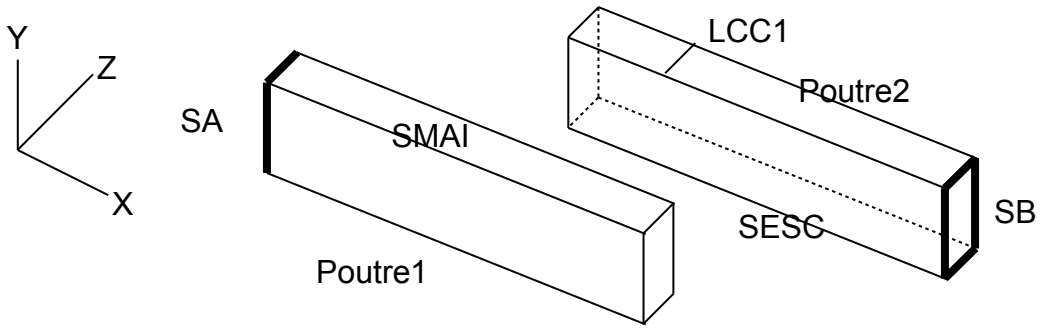
3.4 Remarques

Cette modélisation donne des résultats très proches de la modélisation poutre (modélisation H) mais différents des modélisations $3D$: c'est parfaitement normal car le contact est ponctuel avec les éléments de structures.

Document diffusé sous licence GNU FDL (http://www.gnu.org/copyleft/fdl.html)

4 Modélisation B

4.1 Caractéristiques de la modélisation



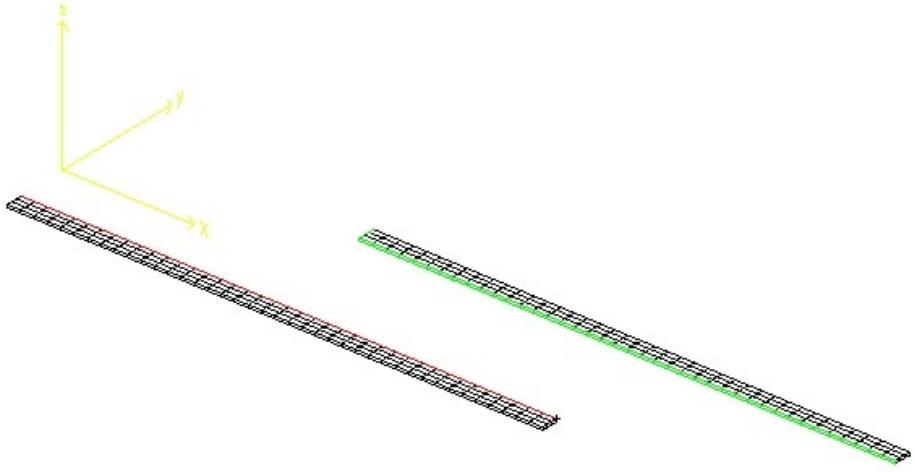
Conditions aux limites :

- Surfaces SA et SB : $DX = DY = DZ = 0$
- Lignes $LCC1$: $DY = -790\ mm$
- Tous les nœuds sommets de la structure : $DZ = 0$

Conditions de contact:

- surface maître : groupe de mailles $SMAI$
- surface esclave : groupe de mailles $SESC$

4.2 Caractéristiques du maillage



Nombre de nœuds :	662
Nombre de mailles :	1247
POI1	1
SEG2	351
QUAD4	655
HEXA8	240

Document diffusé sous licence GNU FDL (http://www.gnu.org/copyleft/fdl.html)

4.3 Grandeurs testées et résultats

On teste la réaction au déplacement imposé sur la $POUTRE2$. Pour l'obtenir, on calcule les réactions aux encastrements en SA et SB.

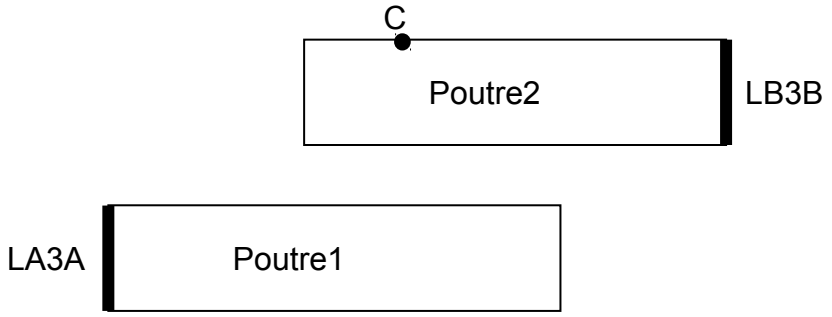
Identification	Instants	Référence	Type de référence	Tolérance
Réaction	0.2	436.995	'NON_REGRESSION'	0,10%
Réaction	0.4	1668.34	'NON_REGRESSION'	0,10%
Réaction	0.6	3258.69	'NON_REGRESSION'	0,10%
Réaction	0.8	2737.16	'NON_REGRESSION'	0,10%
Réaction	1.0	3095.24	'NON_REGRESSION'	0,10%

Document diffusé sous licence GNU FDL (http://www.gnu.org/copyleft/fdl.html)

5 Modélisation C

5.1 Caractéristiques de la modélisation

La modélisation se fait en $2D$ déformations planes pour retrouver le blocage en DZ imposé au modèle $3D$.



Conditions aux limites :

- côtés $LA3A$ et $LB3B$: $DX=DY=0$
- Nœuds C : $DY=-790\,mm$

Conditions de contact :

- surface maître : groupe de maille $SMAI$
- surface esclave : groupe de maille $SESC$

5.2 Caractéristiques du maillage





Nombre de mailles :	415
SEG2	175
QUAD4	240

Document diffusé sous licence GNU FDL (http://www.gnu.org/copyleft/fdl.html)

5.3 Grandeurs testées et résultats

On teste la réaction au déplacement imposé sur la coque. Pour l'obtenir, on calcule les réactions aux encastrements en $LB3B$ et $LA3A$

Identification	Instants	Référence	Type de référence	Tolérance
Réaction	0.2	43.5668	'NON_REGRESSION'	0,10%
Réaction	0.4	169.598	'NON_REGRESSION'	0,10%
Réaction	0.6	323.491	'NON_REGRESSION'	0,16%
Réaction	0.8	267.162	'NON_REGRESSION'	0,10%
Réaction	1.0	309.623	'NON_REGRESSION'	0,10%

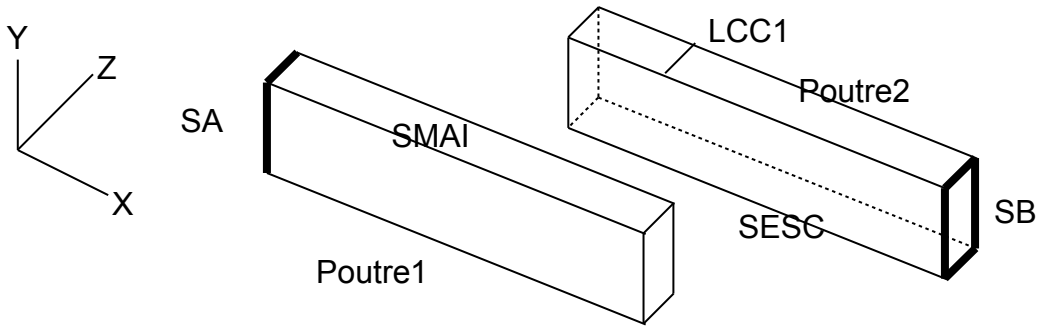
5.4 Remarque

Pour obtenir en $2D$ des résultats comparables aux résultats $3D$, il faut multiplier les réactions précédentes par la largeur de la poutre, soit $10.16\,mm$.

Document diffusé sous licence GNU FDL (http://www.gnu.org/copyleft/fdl.html)

6 Modélisation D

6.1 Caractéristiques de la modélisation



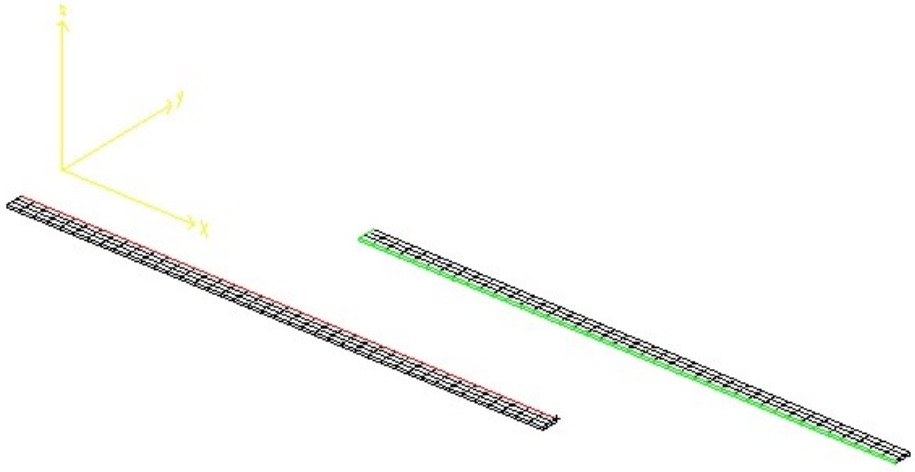
Conditions aux limites :

- Surfaces SA et SB : $DX=DY=DZ=0$
- Ligne $LCC1$: $DY=-790\,mm$
- Tous les nœuds sommets de la structure : $DZ=0$

Conditions de contact:

- surface maître : groupe de mailles $SMAI$
- surface esclave : groupe de mailles $SESC$

6.2 Caractéristiques du maillage



Nombre de nœuds :	662
Nombre de mailles :	1247
POI1	1
SEG2	351
QUAD4	655
HEXA8	240

Document diffusé sous licence GNU FDL (http://www.gnu.org/copyleft/fdl.html)

6.3 Grandeurs testées et résultats

On teste la réaction au déplacement imposé sur la $POUTRE2$. Pour l'obtenir, on calcule les réactions aux encastrements en SA et SB. Le pourcentage de différence indique l'écart entre cette modélisation et la modélisation équivalente avec la méthode CONTRAINTE.

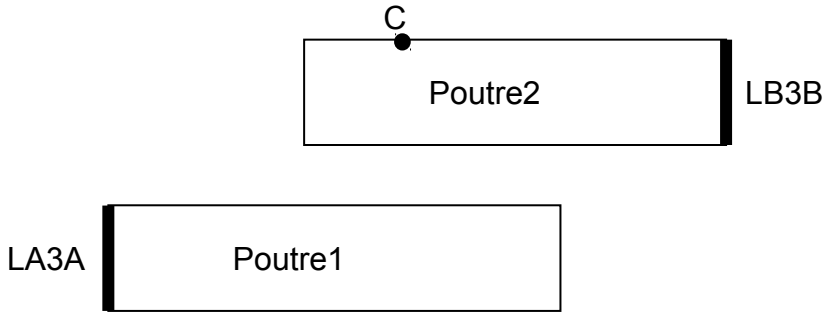
Identification	Instants	Référence	Type de référence	Tolérance
Réaction	0.2	436.995	'NON_REGRESSION'	0,10%
Réaction	0.4	1668.34	'NON_REGRESSION'	0,10%
Réaction	0.6	3264.54	'NON_REGRESSION'	0,15%
Réaction	0.8	2737.16	'NON_REGRESSION'	0,20%
Réaction	1.0	3095.24	'NON_REGRESSION'	0,10%

Document diffusé sous licence GNU FDL (http://www.gnu.org/copyleft/fdl.html)

7 Modélisation E

7.1 Caractéristiques de la modélisation

La modélisation se fait en $2D$ déformations planes pour retrouver le blocage en DZ imposé au modèle $3D$.



Conditions aux limites :

- côtés $LA3A$ et $LB3B$: $DX = DY = 0$
- Nœuds C : $DY = -790\,mm$

Conditions de contact :

- surface maître : groupe de maille $SMAI$
- surface esclave : groupe de maille $SESC$

7.2 Caractéristiques du maillage





Nombre de mailles :	415
SEG2	175
QUAD4	240

7.3 Grandeurs testées et résultats

On teste la réaction au déplacement imposé sur la coque. Pour l'obtenir, on calcule les réactions aux encastrements en $LB3B$ et $LA3A$. Le pourcentage de différence indique l'écart entre cette modélisation et la modélisation équivalente avec la méthode CONTRAINTE.

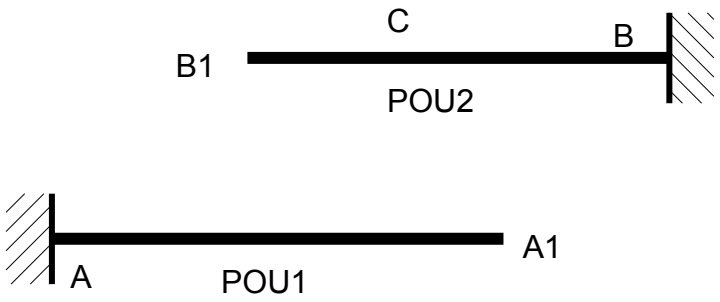
Identification	Instants	Référence	Type de référence	Tolérance
Réaction	0.2	43.5668	'NON_REGRESSION'	0,10%
Réaction	0.4	169.598	'NON_REGRESSION'	0,10%
Réaction	0.6	323.491	'NON_REGRESSION'	0,16%
Réaction	0.8	267.162	'NON_REGRESSION'	0,20%
Réaction	1.0	309.623	'NON_REGRESSION'	0,10%

Document diffusé sous licence GNU FDL (http://www.gnu.org/copyleft/fdl.html)

8 Modélisation F

8.1 Caractéristiques de la modélisation

On réalise ici une modélisation à l'aide d'éléments poutre en $2D$. Les déformations étant planes dans le plan (DX, DY), on impose $DZ=0$ au modèle $3D$. Le but de ce cas-test est de comparer la déformation des poutres avec une formulation en petites rotations à celle obtenue avec les grandes rotations. Le premier modèle est bien entendu abusif (faux) par rapport au second (vrai), mais permet d'illustrer la différence des résultats obtenus dans l'un ou l'autre cas. La véritable motivation de ce cas-test est toutefois d'exhiber un exemple de validation du contact entre poutres avec prise en compte de jeux fictifs.



Conditions aux limites :

- Nœuds A et B : $DRX=DRY=DRZ=DX=DY=DZ=0$
- Nœuds C : $DY=-790\,mm$

Conditions de contact :

- surface maître : groupe de maille $POU1$
- surface esclave : groupe de maille $POU2$

8.2 Caractéristiques du maillage

Nombre de mailles :	80
SEG2	80

Document diffusé sous licence GNU FDL (http://www.gnu.org/copyleft/fdl.html)

8.3 Grandeurs testées et résultats

On teste la réaction au déplacement imposé sur la poutre. Pour l'obtenir, on calcule les réactions aux encastrements en A et B. Le pourcentage de différence indique l'écart entre cette modélisation et la modélisation équivalente avec la méthode PENALISATION.

Sur la courbe du bas, on a représenté la force au point B (encastrement de la poutre supérieure) en fonction de l'évolution du chargement. On compare les méthodes pénalisée et continue à la solution obtenue en grands déplacements. Il apparaît que les deux méthodes donnent des résultats quasiment identiques, mais que ces derniers diffèrent notablement de ceux obtenus en grands déplacements. Ce point est assez logique, puisque dans le cadre des petites perturbations dans lequel les calculs ont été effectués, on néglige les termes de déformation du second ordre, qui comme on le constate ne sont pas négligeables en grandes transformations.

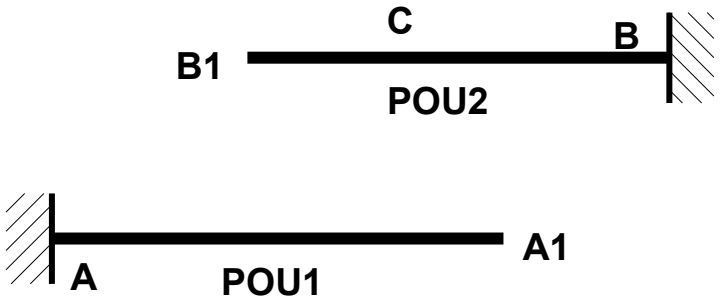
Calcul avec méthode pénalisée en méthode discrète et la méthode continue standard. On teste des valeurs en NON_REGRESSION.

Document diffusé sous licence GNU FDL (http://www.gnu.org/copyleft/fdl.html)

9 Modélisation G

9.1 Caractéristiques de la modélisation

On réalise ici une modélisation à l'aide d'éléments poutre en $3D$. Les déformations étant planes dans le plan (DX, DY) , on impose $DZ=0$ au modèle $3D$. Le but de ce cas-test est de valider la prise en compte de la section réelle de la poutre, que l'utilisateur a renseigné par le mot-clef 'POUTRE' dans AFFE_CARA_ELEM.



Conditions aux limites :

- Nœuds A et B : $DX=DY=0$
- Nœuds C : $DY=-790\,mm$

Conditions de contact :

- surface maître : groupe de maille $POU1$
- surface esclave : groupe de maille $POU2$

Caractéristiques de la poutre :

1) section tubulaire de rayon $31.75\,mm$ et d'épaisseur $1\,mm$

9.2 Caractéristiques du maillage

Nombre de mailles :	80
SEG2	80

9.3 Grandeurs testées et résultats

On teste la réaction au déplacement imposé sur la poutre. On compare le cas où la section de la poutre est entrée via un jeu constant dans DIST_ESCL et le cas où l'on prend en compte la section réelle via le mot-clef DIST_POUTRE.
Enfin on compare également la formulation continue à la formulation discrète dans le cas où la section réelle est prise en compte via le mot-clef DIST_POUTRE.

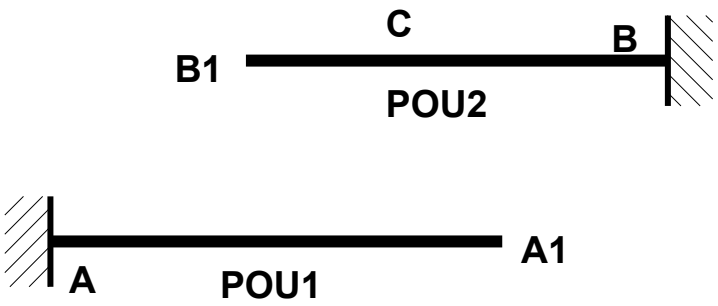
Identification	Instants	Référence	Type de référence	Tolérance
Réaction	0.16	245.987	'AUTRE_ASTER'	0,10%
Réaction	0.4	1251.49	'AUTRE_ASTER'	0,10%

Document diffusé sous licence GNU FDL (http://www.gnu.org/copyleft/fdl.html)

10 Modélisation H

10.1 Caractéristiques de la modélisation

On réalise ici une modélisation à l'aide d'éléments poutre en $3D$. Les déformations étant planes dans le plan (DX, DY), on impose $DZ=0$ au modèle $3D$. Contrairement aux précédentes modélisations de poutre, on utilise ici un élément capable de prendre en compte de grands déplacements (éléments multi-fibres, [R3.08.09]).



Conditions aux limites :

- Nœuds A et B : $DX=DY=0$
- Nœuds C : $DY=-790\,mm$

Conditions de contact :

- surface maître : groupe de maille $POU1$
- surface esclave : groupe de maille $POU2$

10.2 Caractéristiques du maillage

Nombre de mailles :	80
SEG2	80

10.3 Grandeurs testées et résultats

On teste la réaction au déplacement imposé sur la poutre. Pour l'obtenir, on calcule les réactions aux encastrements en A et B. Le calcul est fait avec la méthode CONTINUE. Les grandeurs testées le sont uniquement par des tests de non-régression.

Identification	Instants	Référence	Type de référence	Tolérance
Réaction	0.2	311.885	'NON_REGRESSION'	-
Réaction	0.4	1210.43	'NON_REGRESSION'	-
Réaction	0.6	2432.31	'NON_REGRESSION'	-
Réaction	0.8	2085.15	'NON_REGRESSION'	-
Réaction	1.0	2342.33	'NON_REGRESSION'	-

Document diffusé sous licence GNU FDL (http://www.gnu.org/copyleft/fdl.html)

On teste également dans cette modélisation l'utilisation de la normale esclave pour l'écriture des conditions de contact.

Identification	Instants	Référence	Type de référence	Tolérance
Réaction	0.2	311.885	'NON_REGRESSION'	-
Réaction	0.4	1273.768	'NON_REGRESSION'	-
Réaction	0.6	3036.885	'NON_REGRESSION'	-
Réaction	0.8	4817.154	'NON_REGRESSION'	-
Réaction	0.94	6256.072	'NON_REGRESSION'	-

10.4 Remarques

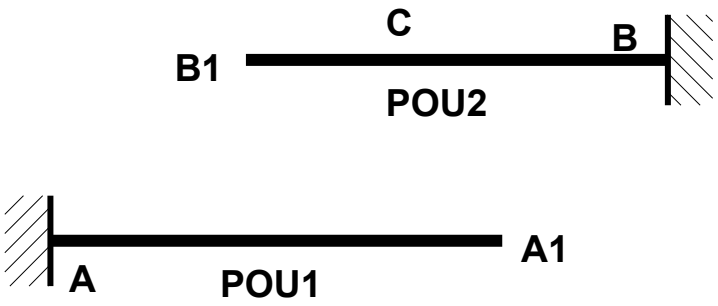
On constate le très bon accord entre les résultats obtenus en grands déplacements par un modèle coque (modélisation A) et un modèle poutre (cette modélisation).
On remarquera par contre que ces deux modélisations donnent des résultats différents d'une modélisation $3D$, cela est du à la description du contact en bout de poutre qui est ponctuel dans les modélisations de structures.
On constate par ailleurs dans cette modélisation que certains tests font l'objet de non-régression : c'est parce que la réponse de la structure lorsque la normale esclave est utilisée diffère du cas où la normale maître est utilisée (de la même manière que si l'on intervertit les surfaces maîtres et esclaves).

Document diffusé sous licence GNU FDL (http://www.gnu.org/copyleft/fdl.html)

11 Modélisation I

11.1 Caractéristiques de la modélisation

On réalise ici une modélisation à l'aide d'éléments de plaque en $3D$. Les déformations étant planes dans le plan (DX, DY), on impose $DZ=0$ au modèle $3D$. Le but de ce cas-test est de comparer la déformation des plaques avec une formulation en petites rotations à celle obtenue avec les grandes rotations. Le premier modèle est bien entendu abusif (faux) par rapport au second (vrai), mais permet d'illustrer la différence des résultats obtenus dans l'un ou l'autre cas. La véritable motivation de ce cas-test est toutefois d'exhiber un exemple de validation du contact entre poutres avec prise en compte de jeux fictifs.



Conditions aux limites :

- Nœuds A et B : $DX=DY=0$
- Nœuds C : $DY=-790\,mm$

Conditions de contact :

- surface maître : groupe de maille $POU1$
- surface esclave : groupe de maille $POU2$

11.2 Caractéristiques du maillage

Nombre de mailles : 90
QUAD4 90

11.3 Grandeurs testées et résultats

On teste la réaction au déplacement imposé sur la poutre. Pour l'obtenir, on calcule les réactions aux encastrements en A et B. Les tests sont de non-régression.

Identification	Instants	Référence	Type de référence	Tolérance
Réaction	0.2	345.91080450711	'NON_REGRESSION'	0,10%
Réaction	0.4	1407.8768333509	'NON_REGRESSION'	0,10%
Réaction	0.6	3401.7749540056	'NON_REGRESSION'	0,10%
Réaction	0.8	5432.9851518568	'NON_REGRESSION'	0,10%
Réaction	1.0	7487.5203886243	'NON_REGRESSION'	0,10%

Document diffusé sous licence GNU FDL (http://www.gnu.org/copyleft/fdl.html)

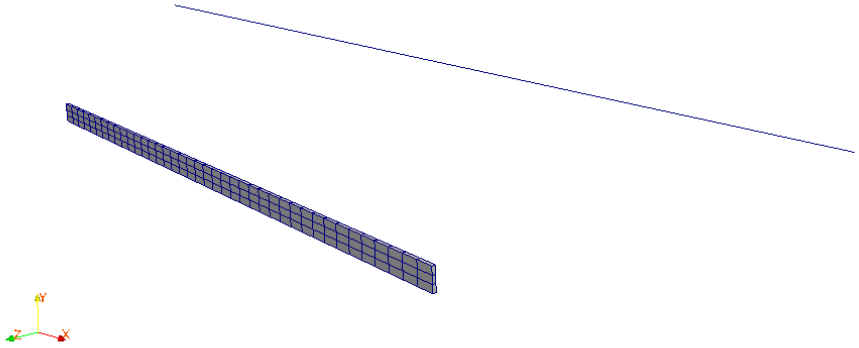
On constate tout d'abord que les résultats du modèle plaque sous Hypothèse des Petites Perturbations (HPP) sont très éloignés de ceux des modèles en grands déplacements : comme expliqué dans les conclusions de la modélisation F (modèle de poutre en petites perturbations), c'est normal.
On constate que les résultats plaque et poutre (modélisation F) diffèrent assez largement malgré une tendance identique. Là encore cela peut s'expliquer par la raison suivante : le modèle plaque sort de son cadre d'utilisation car l'épaisseur des plaques (de $63,5\,mm$ non modélisée) n'est pas petite devant les deux autres dimensions (notamment devant $10,16\,mm$).

Document diffusé sous licence GNU FDL (http://www.gnu.org/copyleft/fdl.html)

12 Modélisation J

12.1 Caractéristiques de la modélisation

On réalise ici une modélisation à l'aide d'éléments poutre et massifs. Les déformations étant planes dans le plan (DX, DY), on impose $DZ=0$ au modèle. On utilise ici un élément de poutre capable de prendre en compte de grands déplacements (éléments multi-fibres, [R3.08.09]).



12.2 Caractéristiques du maillage

Nombre de noeuds : 369.
Nombre de mailles : 40 SEG2, 120 HEXA8.

12.3 Grandeurs testées et résultats

On teste la réaction au déplacement imposé sur la poutre. Pour l'obtenir, on calcule les réactions aux encastrements en A et B. Deux modélisations avec respectivement méthode CONTRAINTE et méthode CONTINUE font l'objet de tests de non-régression. De plus la modélisation CONTINUE est comparée à la modélisation CONTRAINTE.

Premier calcul (méthode CONTRAINTE)

Identification	Instants	Référence	Type de référence	Tolérance
Réaction	0.2	311.88	'NON_REGRESSION'	0,10%
Réaction	0.4	1498.48	'NON_REGRESSION'	0,10%
Réaction	0.6	3042.17	'NON_REGRESSION'	0,10%
Réaction	0.8	2172	'NON_REGRESSION'	0,10%
Réaction	1.0	2159.73	'NON_REGRESSION'	0,10%

Document diffusé sous licence GNU FDL (http://www.gnu.org/copyleft/fdl.html)

Deuxième calcul (formulation CONTINUE)

Identification	Instants	Référence	Type de référence	Tolérance
Réaction	0.2	311.88	'AUTRE_ASTER'	0,10%
Réaction	0.4	1498.48	'AUTRE_ASTER'	0,10%
Réaction	0.6	3042.17	'AUTRE_ASTER'	0,10%
Réaction	0.8	2172	'AUTRE_ASTER'	1,0%
Réaction	1.0	2159.73	'AUTRE_ASTER'	2,0%

Identification	Instants	Référence	Type de référence	Tolérance
Réaction	0.2	311.88	'NON_REGRESSION'	0,10%
Réaction	0.4	1498.49	'NON_REGRESSION'	0,10%
Réaction	0.6	3042.27	'NON_REGRESSION'	0,10%
Réaction	0.8	2191.47	'NON_REGRESSION'	0,10%
Réaction	0.94	2183.24	'NON_REGRESSION'	0,10%

12.4 Remarques

Les résultats obtenus entre les deux formulations de contact sont proches bien qu'ils diffèrent de quelques pour-cents en fin de chargement : ces différences peuvent s'expliquer par la modélisation de poutre utilisée (POU_D_TGM en grands déplacements) qui est sensible au nombre d'itérations de Newton (formulation approchée des grands déplacements). Un raffinement du pas de temps doit corriger cet écart.
Cette modélisation valide le contact entre une arête et une facette pour les deux formulations de contact.

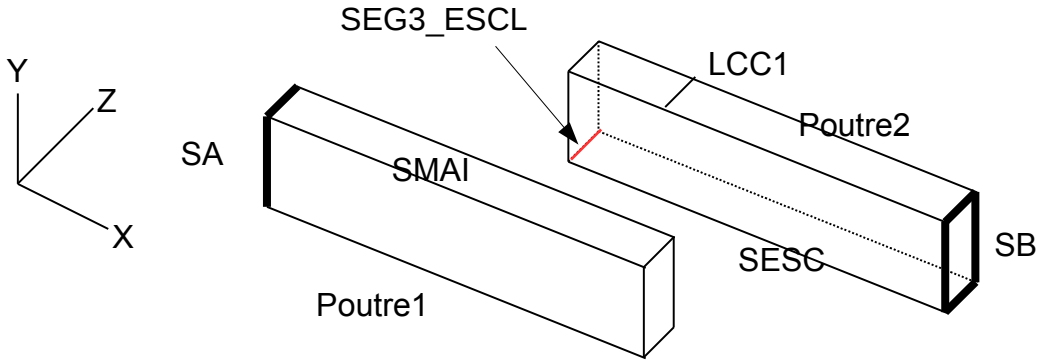
On constate que les résultats obtenus sont différents du contact poutre-poutre et du contact 3D-3D. La configuration géométrique particulière de ce test explique cela (la zone de contact est différente dans chaque cas).

Document diffusé sous licence GNU FDL (http://www.gnu.org/copyleft/fdl.html)

13 Modélisation K

13.1 Caractéristiques de la modélisation

Dans cette modélisation, on souhaite valider le contact d'une face QUAD8 et d'une arête SEG3. Le maillage est dans ce cas entièrement quadratique. Le calcul en contact QUAD8/SEG3 est comparé au même calcul avec contact QUAD8/QUAD8 (calcul de référence).



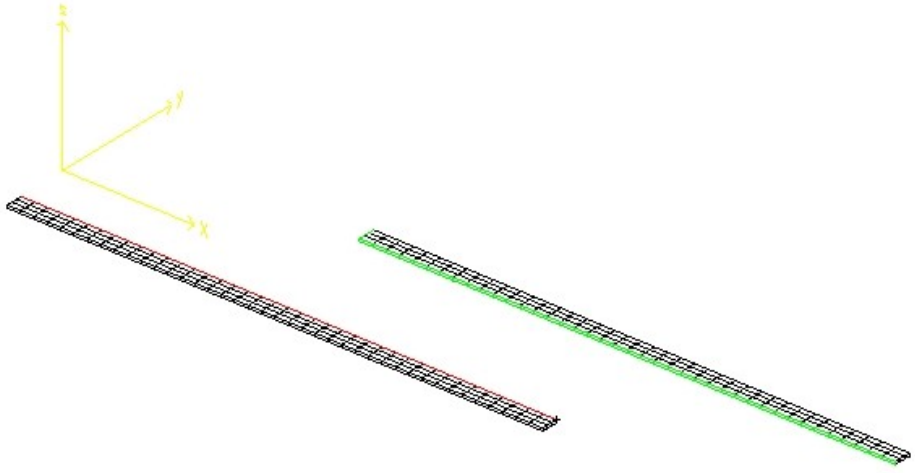
Conditions aux limites :

- Surfaces SA et SB : $DX=DY=DZ=0$
- Ligne $LCC1$: $DY=-790\,mm$
- Tous les nœuds sommets de la structure : $DZ=0$

Conditions de contact:

- surface maître : groupe de mailles $SMAI$
- surface esclave :
  - maille SEG3_ESCL pour le calcul de validation
  - groupe de mailles SESC pour le calcul de référence

13.2 Caractéristiques du maillage



Document diffusé sous licence GNU FDL (http://www.gnu.org/copyleft/fdl.html)

Nombre de nœuds : 2116
Nombre de mailles : 1247
SEG3 351
QUAD8 655
HEXA20 240

13.3 Grandeurs testées et résultats

On teste la réaction au déplacement imposé sur la $POUTRE2$. Pour l'obtenir, on calcule les réactions aux encastrements en SA et SB.

Calcul de référence (contact face/face) :

Identification	Instants	Référence	Type de référence	Tolérance
Réaction	0.2	-	'NON_REGRESSION'	-
Réaction	0.4	-	'NON_REGRESSION'	-
Réaction	0.6	-	'NON_REGRESSION'	-
Réaction	0.8	-	'NON_REGRESSION'	-
Réaction	1.0	-	'NON_REGRESSION'	-

Calcul de validation (contact face/arête) :

Identification	Instants	Référence	Type de référence	Tolérance
Réaction	0.2	348.708752921	'AUTRE_ASTER'	0,10%
Réaction	0.4	1330.02714552	'AUTRE_ASTER'	0,10%
Réaction	0.6	2604.89459614	'AUTRE_ASTER'	0,10%
Réaction	0.8	2191.78984705	'AUTRE_ASTER'	0,10%
Réaction	1.0	2468.55600727	'AUTRE_ASTER'	3,00%

Les résultats testés sont exactement les mêmes pour les deux calculs jusqu'à l'instant $t=0,8$. La différence constatée à l'instant $t=1$ s'explique par le fait qu'il n'y a plus seulement l'arête SEG3_ESCL qui est en contact avec la $POUTRE1$. Or cela n'est pas pris en compte dans le calcul en contact face/arête.

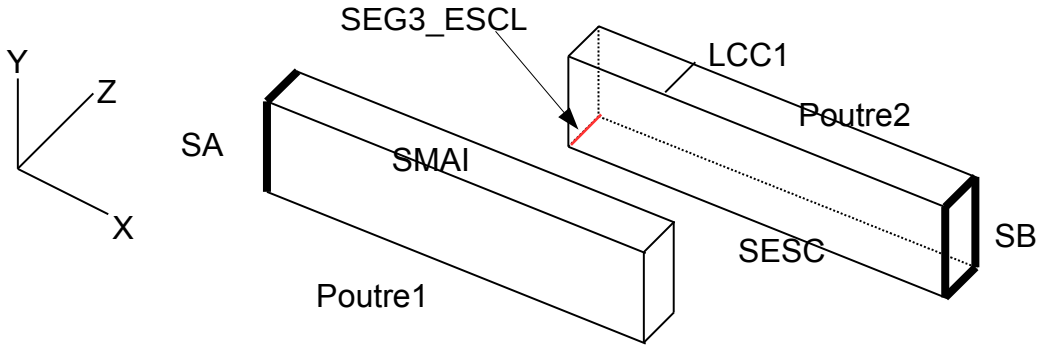
Le contact QUAD8/SEG3 est donc validé par cette modélisation.

Document diffusé sous licence GNU FDL (http://www.gnu.org/copyleft/fdl.html)

14 Modélisation L

14.1 Caractéristiques de la modélisation

Dans cette modélisation, on souhaite valider le contact d'une face QUAD9 et d'une arête SEG3. Le maillage est dans ce cas entièrement quadratique. Le calcul en contact QUAD9/SEG3 est comparé au même calcul avec contact QUAD9/QUAD9 (calcul de référence).



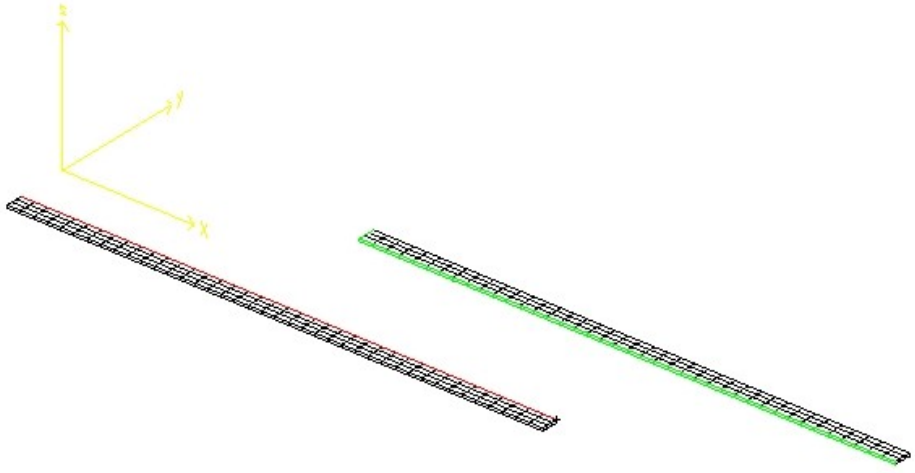
Conditions aux limites :

- Surfaces SA et SB : $DX=DY=DZ=0$
- Ligne $LCC1$: $DY=-790\,mm$
- Tous les nœuds sommets de la structure : $DZ=0$

Conditions de contact:

- surface maître : groupe de mailles $SMAI$
- surface esclave :
  - maille SEG3_ESCL pour le calcul de validation
  - groupe de mailles SESC pour le calcul de référence

14.2 Caractéristiques du maillage



Document diffusé sous licence GNU FDL (http://www.gnu.org/copyleft/fdl.html)

Nombre de nœuds : 3796
Nombre de mailles : 1247
SEG3 351
QUAD9 655
HEXA27 240

14.3 Grandeurs testées et résultats

On teste la réaction au déplacement imposé sur la $POUTRE2$. Pour l'obtenir, on calcule les réactions aux encastrements en SA et SB.

Calcul de référence (contact face/face) :

Identification	Instants	Référence	Type de référence	Tolérance
Réaction	0.2	-	'NON_REGRESSION'	-
Réaction	0.4	-	'NON_REGRESSION'	-
Réaction	0.6	-	'NON_REGRESSION'	-
Réaction	0.8	-	'NON_REGRESSION'	-
Réaction	1.0	-	'NON_REGRESSION'	-

Calcul de validation (contact face/arête) :

Identification	Instants	Référence	Type de référence	Tolérance
Réaction	0.2	325.581162553	'AUTRE_ASTER'	0,10%
Réaction	0.4	1240.46130573	'AUTRE_ASTER'	0,10%
Réaction	0.6	2431.47438935	'AUTRE_ASTER'	0,10%
Réaction	0.8	2051.49459253	'AUTRE_ASTER'	0,10%
Réaction	1.0	2304.9293421	'AUTRE_ASTER'	3,00%

Les résultats testés sont exactement les mêmes pour les deux calculs jusqu'à l'instant $t=0,8$. La différence constatée à l'instant $t=1$ s'explique par le fait qu'il n'y a plus seulement l'arête SEG3_ESCL qui est en contact avec la $POUTRE1$. Or cela n'est pas pris en compte dans le calcul en contact face/arête.

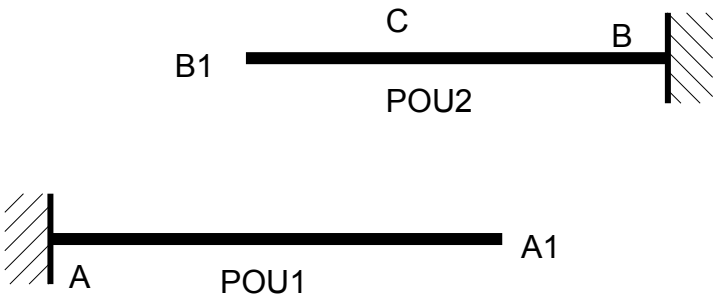
Le contact QUAD9/SEG3 est donc validé par cette modélisation.

Document diffusé sous licence GNU FDL (http://www.gnu.org/copyleft/fdl.html)

15 Modélisation M

15.1 Caractéristiques de la modélisation

On réalise ici une modélisation à l'aide d'éléments poutre comme dans la modélisation F. Le but de ce cas-test est de valider le frottement entre poutres avec un coefficient de frottement quasi-nul 1.e-6.



Conditions aux limites :

- Nœuds A et B : $DRX=DRY=DRZ=DX=DY=DZ=0$
- Nœuds C : $DY=-790\,mm$
- Tous les nœuds de la structure : $DZ=0$

Conditions de contact :

- surface maître : groupe de maille $POU1$
- surface esclave : groupe de maille $POU2$

Frottement :

- coefficient de Coulomb : 1.E-6

15.2 Caractéristiques du maillage

```
NOMBRE DE NOEUDS                        82
NOMBRE DE MAILLES                       80
             SEG2                       80
```

15.3 Grandeurs testées et résultats

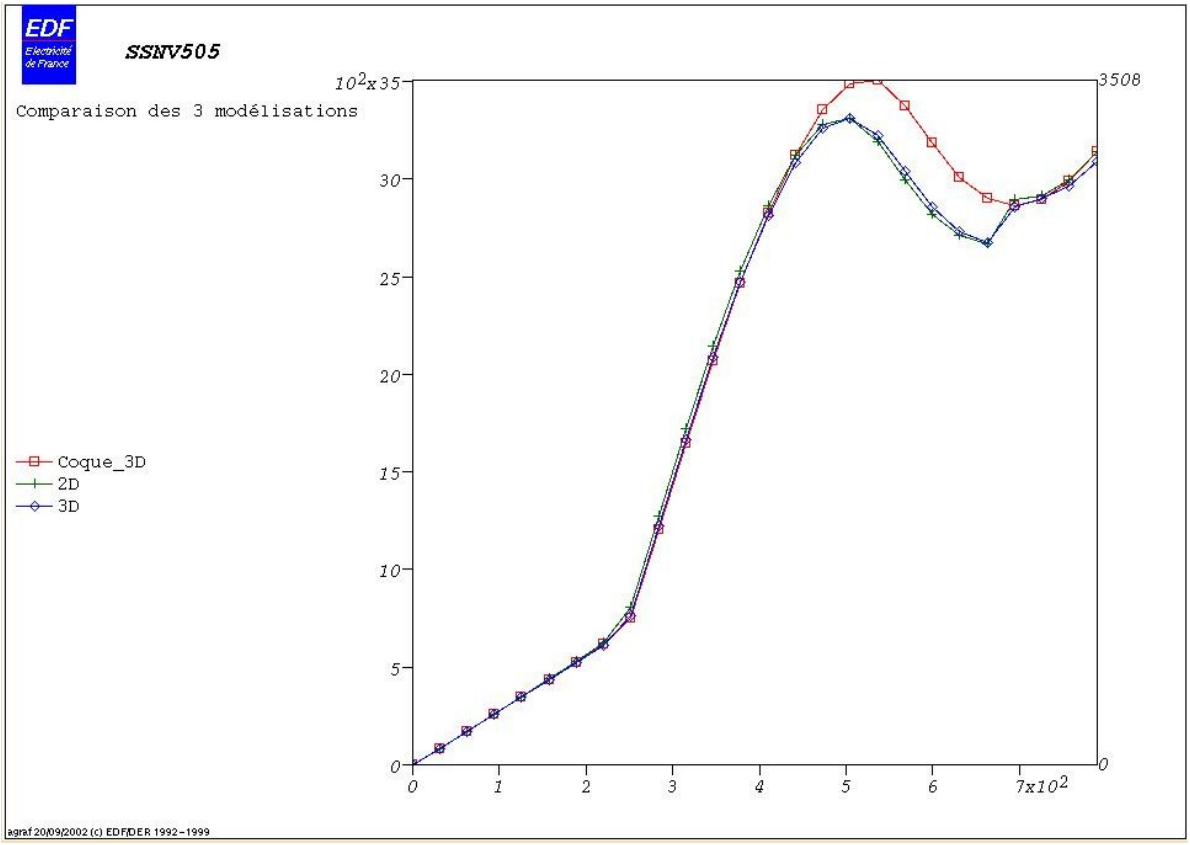
On teste la réaction au déplacement imposé sur la poutre. Pour l'obtenir, on calcule les réactions aux encastrements en A et B .

Calcul avec méthode pénalisée en formulation discrète et la formulation continue. On teste des valeurs en NON_REGRESSION.

Document diffusé sous licence GNU FDL (http://www.gnu.org/copyleft/fdl.html)

16 Synthèse des résultats

Le graphe ci-dessous présente l'évolution de la composante DY de la force de réaction au déplacement imposé en fonction de ce dernier.
On remarque un très bon accord entre les différentes modélisations jusqu'à $500\,mm$ puis la courbe COQUE_3D (de même que la modélisation POU_D_TGM) se sépare du $2\mathrm{D}$ et du $3\mathrm{D}$ avant de se rejoindre à $700\,mm$. Cet écart est normal : il apparaît quand l'extrémité de la poutre 2 est orthogonale à la poutre 1 (description ponctuelle du contact *vs.* description $3\mathrm{D}$).



Document diffusé sous licence GNU FDL (http://www.gnu.org/copyleft/fdl.html)