SSNA102 - Contact multicorps élastiques

Résumé :

Ce problème de statique non linéaire d'une structure axisymétrique permet de tester les deux variantes de l'algorithme de contact en grands déplacements.

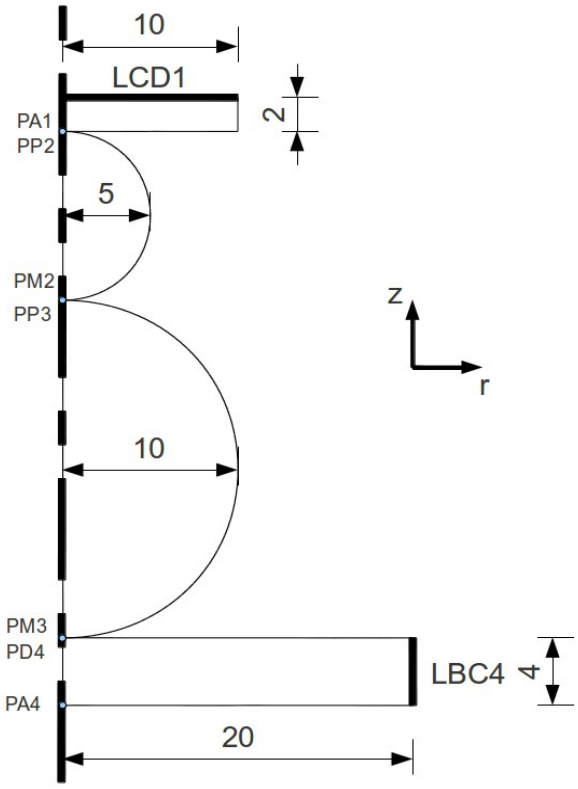
Le calcul consiste en la modélisation d'une structure composée de plusieurs corps élastiques en contact unilatéral sans frottement. Ce calcul a déjà fait l'objet d'un cas-test IPSI-Phi2AS décrit dans la note HI-75/97/034/0. La solution de référence provient de calculs réalisés avec les codes ABAQUS, SYSTUS et SAMCEF.

Copyright 2015 EDF R&D - Document diffusé sous licence GNU FDL (http://www.gnu.org/copyleft/fdl.html)

1 Problème de référence

1.1 Géométrie

Modèle : Axisymétrique
Unités : mm



1.2 Propriétés du matériau

Matériau élastique linéaire de caractéristiques : $E = 200000.MPa$
$\nu = 0.3$

1.3 Conditions aux limites et chargements

- DR et DZ bloqués sur $LBC4$
- DZ imposé $-2.0\,mm$ sur $LCD1$
- Liaisons entre degrés de liberté :
  $DZ(PA1) = DZ(PP2)$
  $DZ(PM3) = DZ(PD4)$
- Premier calcul : conditions de contact unilatéral entre chacune des faces des solides en vis-à-vis, soit 3 couples de surfaces appariées
- Second calcul (modélisation A uniquement) : conditions de contact unilatéral entre chacune des faces des solides en vis-à-vis, sauf celle du haut en mode `RESOLUTION='NON'` (test du mode sans calcul en multi-zones)

Copyright 2015 EDF R&D - Document diffusé sous licence GNU FDL (http://www.gnu.org/copyleft/fdl.html)

2 Solution de référence

2.1 Méthode de calcul utilisée pour la solution de référence

Moyenne des résultats obtenus par différents codes de calcul en mécanique, ABAQUS, SYSTUS, SAMCEF, dans le cadre d'un cas test IPSI- Φ_2 AS [bib1].

2.2 Résultats de référence

Déplacement vertical du point $PA4$:

ABAQUS	$-0,83\,mm$	
SYSTUS	$-0,82\,mm$	Soit une moyenne de $-0,81\,mm$
SAMCEF	$-0,78\,mm$	

Composante verticale de la réaction à l'encastrement $LBC4$:

ABAQUS	$110270\,N$	
SYSTUS	$109500\,N$	Soit une moyenne de $108257\,N$
SAMCEF	$105000\,N$	

NB :

Les efforts calculés par Aster en axisymétrique le sont par radian. La valeur à obtenir est donc $108257/2\pi = 17229.58\,N/rd$

2.3 Incertitudes sur la solution

La dispersion autour de la valeur moyenne du déplacement vertical en $PA4$ est de 4%. La dispersion autour de la réaction verticale à l'encastrement est de 3%.

2.4 Références bibliographiques

1.I. VAUTIER : « Exemple d'utilisation des fonctionnalités de contact en grands déplacements dans le *Code_Aster* », note HI-75/97/034/0.

Copyright 2015 EDF R&D - Document diffusé sous licence GNU FDL (http://www.gnu.org/copyleft/fdl.html)

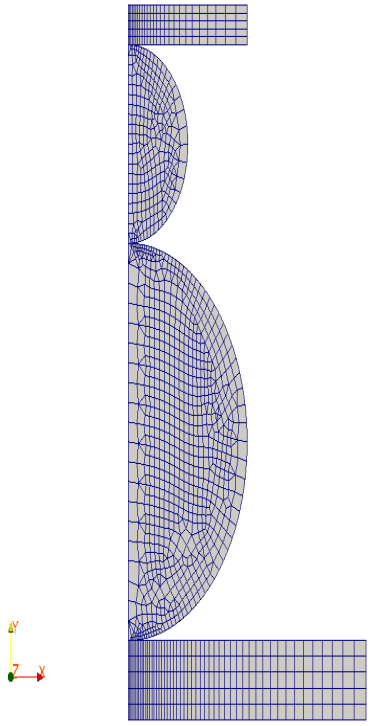
3 Modélisation A

3.1 Caractéristiques de la modélisation

La modélisation est AXIS, deux calculs sont réalisés : le premier pour calculer la solution de référence, le second pour valider le contact sans résolution (calcul des jeux seulement). L'algorithme de contact utilisé est celui par défaut.

3.2 Caractéristiques du maillage

Nœuds : 4610
Mailles : 1348 QUAD8, 114 TRIA6



3.3 Grandeurs testées et résultats

Premier calcul

Identification	Type de référence	Valeur de référence	Tolérance
DY au point $PA4$	'SOURCE_EXTERNE'	-0,81 mm	4,0 %
DY au point $PA4$	'NON_REGRESSION'	-0,84 mm	1,0E-8 %
FY sur le bord $LBC4$	'SOURCE_EXTERNE'	17229,58 N	1,6 %
FY sur le bord $LBC4$	'NON_REGRESSION'	17496,59 N	1,0E-8 %

Second calcul

Identification	Type de référence	Valeur de référence	Tolérance
Jeu minimum surface supérieure	'NON_REGRESSION'	-1,749 mm	1,0E-6 %
Jeu maximum surface supérieure	'NON_REGRESSION'	3,28 mm	1,0E-6 %

Copyright 2015 EDF R&D - Document diffusé sous licence GNU FDL (http://www.gnu.org/copyleft/fdl.html)

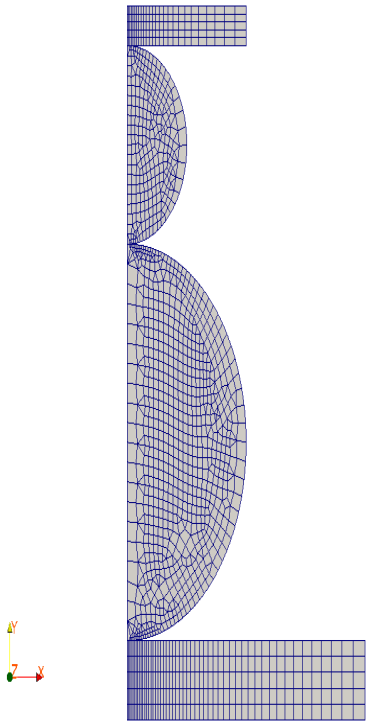
4 Modélisation B

4.1 Caractéristiques de la modélisation

La modélisation est AXIS. L'algorithme de contact utilisé est 'LAGRANGIEN'.

4.2 Caractéristiques du maillage

Nœuds : 4610
Mailles : 1348 QUAD8, 114 TRIA6



4.3 Grandeurs testées et résultats

Identification	Type de référence	Valeur de référence	Tolérance
DY au point $PA4$	'SOURCE_EXTERNE'	-0,81 mm	4,0 %
DY au point $PA4$	'NON_REGRESSION'	-0,84 mm	1,0E-8 %
FY sur le bord $LBC4$	'SOURCE_EXTERNE'	17229,58 N	1,6 %
FY sur le bord $LBC4$	'NON_REGRESSION'	17503,14 N	1,0E-8 %

Copyright 2015 EDF R&D - Document diffusé sous licence GNU FDL (http://www.gnu.org/copyleft/fdl.html)

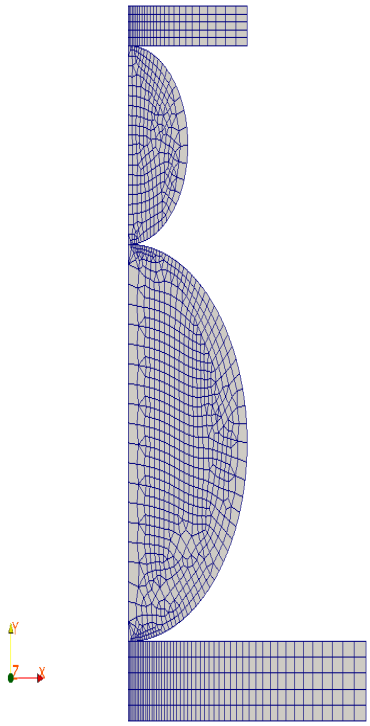
5 Modélisation C

5.1 Caractéristiques de la modélisation

La modélisation est AXIS. L'algorithme de contact utilisé est 'LAGRANGIEN', la normale utilisée est une moyenne des normales maître et esclave.

5.2 Caractéristiques du maillage

Nœuds : 4610
Mailles : 1348 QUAD8, 114 TRIA6



5.3 Grandeurs testées et résultats

Identification	Type de référence	Valeur de référence	Tolérance
DY au point $PA4$	'SOURCE_EXTERNE'	-0,81 mm	4,0 %
DY au point $PA4$	'NON_REGRESSION'	-0,84 mm	1,0E-8 %
FY sur le bord $LBC4$	'SOURCE_EXTERNE'	17229,58 N	1,6 %
FY sur le bord $LBC4$	'NON_REGRESSION'	17502,68 N	1,0E-8 %

Copyright 2015 EDF R&D - Document diffusé sous licence GNU FDL (http://www.gnu.org/copyleft/fdl.html)

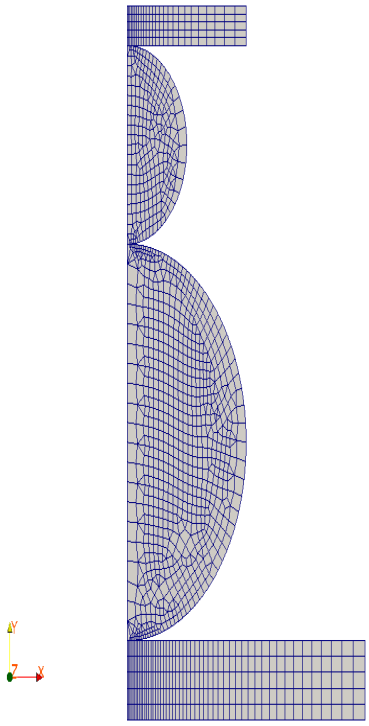
6 Modélisation D

6.1 Caractéristiques de la modélisation

La modélisation est AXIS. La formulation de contact utilisée est 'CONTINUE'.

6.2 Caractéristiques du maillage

Nœuds : 4610
Mailles : 1348 QUAD8, 114 TRIA6



6.3 Grandeurs testées et résultats

Identification	Type de référence	Valeur de référence	Tolérance
DY au point $PA4$	'SOURCE_EXTERNE'	-0,81 mm	4,0 %
DY au point $PA4$	'NON_REGRESSION'	-0,841371811 mm	1,0E-8 %
FY sur le bord $LBC4$	'SOURCE_EXTERNE'	17229,58 N	1,6 %
FY sur le bord $LBC4$	'NON_REGRESSION'	17501,437425187 N	1,0E-8 %

Copyright 2015 EDF R&D - Document diffusé sous licence GNU FDL (http://www.gnu.org/copyleft/fdl.html)

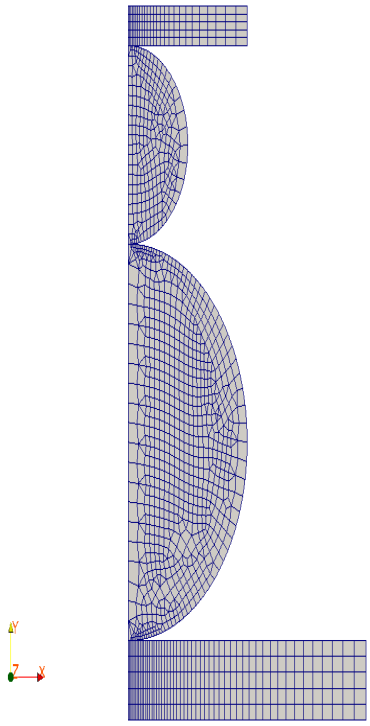
7 Modélisation E

7.1 Caractéristiques de la modélisation

La modélisation est AXIS. L'algorithme de contact utilisé est 'GCP'.

7.2 Caractéristiques du maillage

Nœuds : 4610
Mailles : 1348 QUAD8, 114 TRIA6



7.3 Grandeurs testées et résultats

Identification	Type de référence	Valeur de référence	Tolérance
DY au point $PA4$	'SOURCE_EXTERNE'	-0,81 mm	4,0 %
DY au point $PA4$	'NON_REGRESSION'	-0,84 mm	0,1 %
FY sur le bord $LBC4$	'SOURCE_EXTERNE'	17229,58 N	1,6 %
FY sur le bord $LBC4$	'NON_REGRESSION'	17496,59 N	0,1 %

7.4 Remarques

Avec le critère de convergence du gradient conjugué projeté (choisi suffisamment petit), on obtient exactement la même solution que celle de la modélisation A (algorithme 'CONTRAINTE').

Copyright 2015 EDF R&D - Document diffusé sous licence GNU FDL (http://www.gnu.org/copyleft/fdl.html)

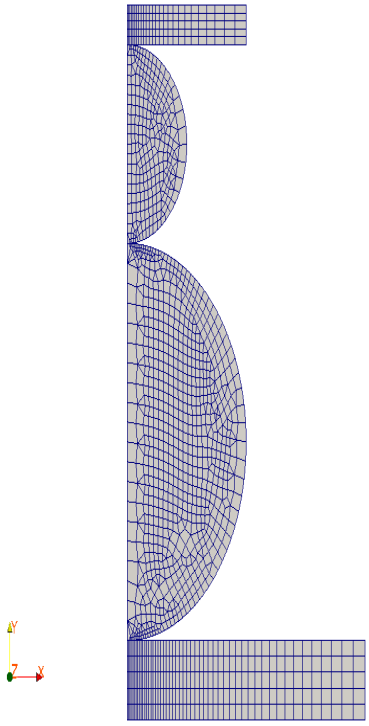
8 Modélisation F

8.1 Caractéristiques de la modélisation

La modélisation est AXIS. La formulation de contact utilisée est 'CONTINUE'. Dans cette modélisation, du frottement est ajouté sur la zone de contact du milieu avec un coefficient de frottement très faible afin de valider le mélange de zone avec contact seul et avec frottement.

8.2 Caractéristiques du maillage

Nœuds : 4610
Mailles : 1348 QUAD8, 114 TRIA6



8.3 Grandeurs testées et résultats

Identification	Type de référence	Valeur de référence	Tolérance
DY au point $PA4$	'SOURCE_EXTERNE'	-0,81 mm	4,0 %
DY au point $PA4$	'NON_REGRESSION'	-0,84 mm	0,1 %
FY sur le bord $LBC4$	'SOURCE_EXTERNE'	17229,58 N	3,0 %
FY sur le bord $LBC4$	'NON_REGRESSION'	17496,15 N	0,1 %

Copyright 2015 EDF R&D - Document diffusé sous licence GNU FDL (http://www.gnu.org/copyleft/fdl.html)

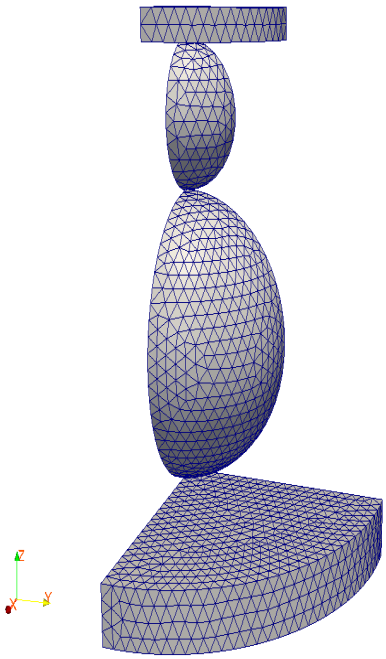
9 Modélisation G

9.1 Caractéristiques de la modélisation

La modélisation est 3D. La formulation de contact utilisée est 'CONTINUE'.

9.2 Caractéristiques du maillage

Nœuds : 4465
Mailles : 19389 TETRA4



9.3 Grandeurs testées et résultats

Identification	Type de référence	Valeur de référence	Tolérance
DZ au point $PA4$	'SOURCE_EXTERNE'	-0,81 mm	4,0 %
DZ au point $PA4$	'NON_REGRESSION'	-0,80 mm	1,0E-10 %
FZ sur le bord $ENCAST$	'SOURCE_EXTERNE'	27064,25 N	5,0 %
FZ sur le bord $ENCAST$	'NON_REGRESSION'	28329,08 N	1,0E-10 %

Copyright 2015 EDF R&D - Document diffusé sous licence GNU FDL (http://www.gnu.org/copyleft/fdl.html)

10 Synthèse des résultats

Les résultats sont satisfaisants compte-tenu de la diversité de l'origine de la solution de référence. Les différents algorithmes de contact donnent des résultats identiques en déplacement et en force.

Copyright 2015 EDF R&D - Document diffusé sous licence GNU FDL (http://www.gnu.org/copyleft/fdl.html)