SDLL155 - Réponse sismique selon la méthode simplifiée Roche d'une tuyauterie droite à section variable

Résumé :

L'objectif de ce test est de valider la commande POST_ROCHE sur un cas élémentaire d'une poutre droite composé e de 2 mailles. La section est variable .

Ce test valide également (hors POST_ROCHE) deux fonctionnalités utilisées dans la macro-commande POST_ROCHE :

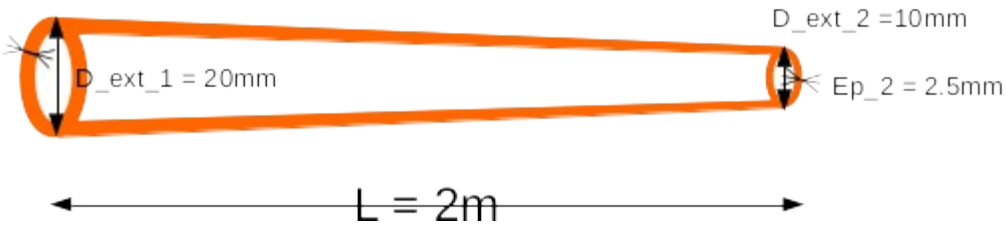
- POST_ELEM/INTEGRALE sur les éléments POU_D_T pour les champs d'efforts généralisés,
- l' option dédiée ROCH_ELNO de CALC_CHAM_ELEM .

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

1 Problème de référence

1.1 Géométrie

On considère un tuyau creux de section variant homothétiquement, de rayon extérieur variant de $10\,mm$ à $5\,mm$, d'épaisseur variant de $5\,mm$ à $2.5\,mm$ et de longueur $2\,m$.



1.2 Propriétés du matériau

Le matériau est élastique isotrope dont les propriétés sont :

- $E=210\,GPa$
- $\nu=0.3$
- $\mathrm{P}=7800\,kg/m^3$
- $\alpha=1.2\mathrm{E}\text{-}5\,K^{-1}$

La loi de Ramberg Osgood utilisée pour les post-traitements s'écrit :

$$\epsilon_p=K\left(\frac{\sigma}{E}\right)^{1/n}$$

Avec :

- $K=0.01$
- $n=2$

1.3 Conditions aux limites et chargements

Un ensemble de calculs élastiques sont effectués de manière indépendante sur la structure de type poutre.



1.3.1 Poids propre

On impose un champ de gravité $g=9.81\,m/s^2$ dans la direction $-Z$. Le point A est encastré.

1.3.2 Déplacement imposé

Le point A est encastré. La structure est mise en torsion au point B via un angle imposé $\theta=0.02\,rad$ suivant l'axe X.

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

1.3.3 Dilatation thermique

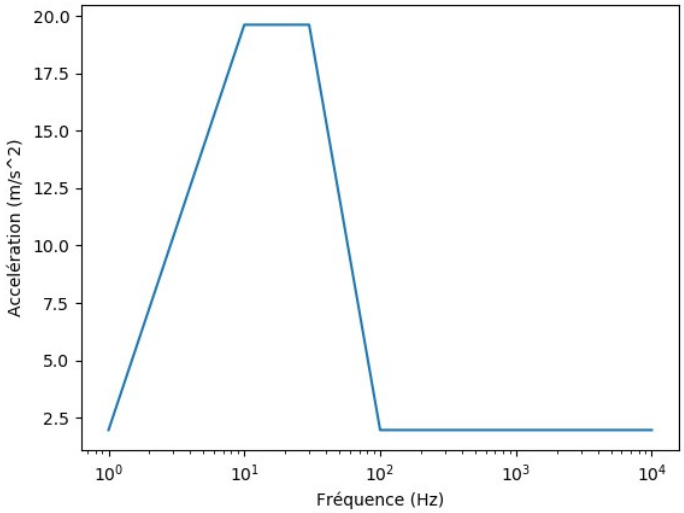
Le point A est encastré. Le point B est bloqué selon l'axe X . Une variation du champ de température $\Delta T = 100\,°K$ génère une compression dans la poutre.

1.3.4 Pression imposée

On tient compte d'une pression à l'intérieur du tuyau $P = 1\,MPa$.

1.3.5 Sismique spectral

Le point A est encastré. Le point B est bloqué selon l'axe Z . Une accélération spectrale est imposée selon les 3 axes X , Y et Z avec les ratios respectifs $1.$, $1.$ et 0.5 :



On tient compte des 4 premiers modes propres dynamiques et de la correction statique via des pseudo-modes selon les 3 axes. L'amortissement réduit est fixé à 2% .

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

2 Solution de référence

2.1 Méthode de calcul

On détermine les coefficients d'abattement des moments issus des analyses élastiques linéaires selon les chapitres RB 3651.1132 et RB 3651.1142 du RCC-MRx (méthode Roche post-spectrale).
la détermination de la contrainte équivalente, tenant compte des moments abattus et des moments non abattus, correspondent à l'ensemble des chargements considérés.

2.2 Grandeurs et résultats de référence

Les grandeurs suivantes sont testées à chaque nœud de la structure :

1. contrainte de référence S , calculée à partir des moments dépendants des déplacements,
2. contrainte de référence $S2$, calculée à partir des moments dépendants des forces,
3. réversibilité locale t , calculée à partir de S ,
4. réversibilité locale t_s , calculée à partir de $S2$,
5. réversibilité totale T , calculée à partir de S et t ,
6. réversibilité totale T_s , calculée à partir de $S2$ et t_s ,
7. facteur d'effet de ressort r_M , calculé à partir de t et T ,
8. facteur d'effet de ressort r_S , calculé à partir de t_s et T_s ,
9. facteur d'effet de ressort maximal r_{MMax} ,
10. facteur d'effet de ressort maximal r_{SMax} ,
11. coefficient d'abattement g , calculé à partir de r_M et des paramètres matériaux,
12. coefficient d'abattement g_s , calculé à partir de r_S et des paramètres matériaux,
13. coefficient d'abattement optimisé g_{opt} , calculé à partir de r_{MMax} et des lois matériaux,
14. coefficient d'abattement optimisé g_{sopt} , calculé à partir de r_{SMax} et des lois matériaux,
15. contrainte équivalente σ_{eq} , obtenue par combinaison des moments des différentes analyses et des coefficients g et g_s ,
16. contrainte équivalente optimisée σ_{eqopt} , obtenue par combinaison des moments des différentes analyses et des coefficients g_{opt} et g_{sopt} ,
17. indicateur $\sigma_V < \sigma_P$,
18. indicateur $\sigma_{Vs} < \sigma_P$,
19. indicateur $\sigma_{V\,opt} < \sigma_P$,
20. indicateur $\sigma_{Vsopt} < \sigma_P$.

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

3 Modélisation A

3.1 Caractéristiques de la modélisation

On utilise une modélisation POU_D_T.

3.2 Caractéristiques du maillage

Le maillage contient 2 éléments de type SEG2.

3.3 Grandeurs testées et résultats

La commande POST_ELEM/INTEGRALE est appelée sur la composante MT du champ d'effort généralisé issu du calcul de déplacements imposés.

Identification	Type de référence	Valeur de référence	Précision
Poutre complète - $INTE-MT$	'ANALYTIQUE'	4.85479633968203	1e-6

On teste également les valeurs issues de l'appel à CALC_CHAM_ELEM, option ROCH_ELNO.

Identification	Type de référence	Valeur de référence	Précision
Maille $M1$ - Point $1-E$	'ANALYTIQUE'	2E11	1e-6
Maille $M2$ - Point 1 - K_FACT	'ANALYTIQUE'	0,01	1e-6
Maille $M2$ - Point 2 - N_EXPO	'ANALYTIQUE'	2	1e-6
Maille $M1$ - Point $1-A$	'ANALYTIQUE'	2.35619449019235E-04	1e-6
Maille $M1$ - Point $2-A$	'ANALYTIQUE'	1.32535940073319E-04	1e-6
Maille $M2$ - Point $1-A$	'ANALYTIQUE'	1.32535940073319E-04	1e-6
Maille $M1$ - Point $1-I$	'ANALYTIQUE'	7.36310778185108E-09	1e-6
Maille $M1$ - Point $2-I$	'ANALYTIQUE'	2.32973332160132E-09	1e-6
Maille $M2$ - Point $1-I$	'ANALYTIQUE'	2.32973332160132E-09	1e-6
Maille $M1$ - Point $2-I2$	'ANALYTIQUE'	7.36310778185108E-09	1e-6
Maille $M1$ - Point $1-R$	'ANALYTIQUE'	1.00000000000000E-02	1e-6
Maille $M1$ - Point $2-R$	'ANALYTIQUE'	7.50000000000000E-03	1e-6
Maille $M2$ - Point $1-R$	'ANALYTIQUE'	7.50000000000000E-03	1e-6
Maille $M1$ - Point $2-R2$	'ANALYTIQUE'	1.00000000000000E-02	1e-6
Maille $M1$ - Point $1-EP$	'ANALYTIQUE'	5.00000000000000E-03	1e-6
Maille $M1$ - Point $2-EP$	'ANALYTIQUE'	3.75000000000000E-03	1e-6
Maille $M2$ - Point $1-EP$	'ANALYTIQUE'	3.75000000000000E-03	1e-6
Maille $M1$ - Point $2-EP2$	'ANALYTIQUE'	5.00000000000000E-03	1e-6

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

On teste les grandeurs en sortie de l'opérateur POST_ROCHE dans le cas d'une utilisation de moments non dépendant du temps (mot clé facteur RESU_MECA).

Calcul 1 : Combinaison poids propre + dilatation thermique + sismique + déplacement imposé + pression imposée

Identification	Type de référence	Valeur de référence	Précision
Maille $M1$ - Point $1-X1$	'AUTRE_ASTER'	6798544.491513016	1e-6
Maille $M1$ - Point $2-X1$	'AUTRE_ASTER'	6798544.491513016	1e-6
Maille $M2$ - Point $1-X1$	'AUTRE_ASTER'	22945066.730136447	1e-6
Maille $M2$ - Point $2-X1$	'AUTRE_ASTER'	22945066.730136447	1e-6
Maille $M1$ - Point $1-X2$	'AUTRE_ASTER'	40189615.983601026	1e-6
Maille $M1$ - Point $2-X2$	'AUTRE_ASTER'	13418997.773308195	1e-6
Maille $M2$ - Point $1-X2$	'AUTRE_ASTER'	44118738.492719054	1e-6
Maille $M2$ - Point $2-X2$	'AUTRE_ASTER'	6255170.673746506	1e-6
Maille $M1$ - Point $1-X3$	'AUTRE_ASTER'	0.5830327817332837	1e-6
Maille $M1$ - Point $2-X3$	'AUTRE_ASTER'	0.5830327817332837	1e-6
Maille $M2$ - Point $1-X3$	'AUTRE_ASTER'	1.0710991254346267	1e-6
Maille $M2$ - Point $2-X3$	'AUTRE_ASTER'	1.0710991254346267	1e-6
Maille $M1$ - Point $1-X4$	'AUTRE_ASTER'	1.417561568038599	1e-6
Maille $M1$ - Point $2-X4$	'AUTRE_ASTER'	0.8191153085282985	1e-6
Maille $M2$ - Point $1-X4$	'AUTRE_ASTER'	1.485239685921418	1e-6
Maille $M2$ - Point $2-X4$	'AUTRE_ASTER'	0.5592481861278813	1e-6
Maille $M1$ - Point $1-X5$	'AUTRE_ASTER'	0.9555569870024896	1e-6
Maille $M1$ - Point $2-X5$	'AUTRE_ASTER'	0.9555569870024896	1e-6
Maille $M2$ - Point $1-X5$	'AUTRE_ASTER'	0.9555569870024896	1e-6
Maille $M2$ - Point $2-X5$	'AUTRE_ASTER'	0.9555569870024896	1e-6
Maille $M1$ - Point $1-X6$	'AUTRE_ASTER'	1.3981717184515947	1e-6
Maille $M1$ - Point $2-X6$	'AUTRE_ASTER'	1.3981717184515947	1e-6
Maille $M2$ - Point $1-X6$	'AUTRE_ASTER'	1.3981717184515947	1e-6
Maille $M2$ - Point $2-X6$	'AUTRE_ASTER'	1.3981717184515947	1e-6
Maille $M1$ - Point $1-X7$	'AUTRE_ASTER'	0.6389421263101844	1e-6
Maille $M1$ - Point $2-X7$	'AUTRE_ASTER'	0.6389421263101844	1e-6
Maille $M2$ - Point $1-X7$	'AUTRE_ASTER'	0.0	1e-6
Maille $M2$ - Point $2-X7$	'AUTRE_ASTER'	0.0	1e-6
Maille $M1$ - Point $1-X8$	'AUTRE_ASTER'	-0.013678312127093584	1e-6
Maille $M1$ - Point $2-X8$	'AUTRE_ASTER'	0.7069290536929225	1e-6

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

Maille $M2$ - Point $1-X8$	'AUTRE_ASTER'	-0.05862216603497761	1e-6
Maille $M2$ - Point $2-X8$	'AUTRE_ASTER'	1.500091646487486	1e-6
Maille $M1$ - Point $1-X9$	'AUTRE_ASTER'	0.6389421263101844	1e-6
Maille $M1$ - Point $2-X9$	'AUTRE_ASTER'	0.6389421263101844	1e-6
Maille $M2$ - Point $1-X9$	'AUTRE_ASTER'	0.6389421263101844	1e-6
Maille $M2$ - Point $2-X9$	'AUTRE_ASTER'	0.6389421263101844	1e-6
Maille $M1$ - Point $1-X10$	'AUTRE_ASTER'	1.500091646487486	1e-6
Maille $M1$ - Point $2-X10$	'AUTRE_ASTER'	1.500091646487486	1e-6
Maille $M2$ - Point $1-X10$	'AUTRE_ASTER'	1.500091646487486	1e-6
Maille $M2$ - Point $2-X10$	'AUTRE_ASTER'	1.500091646487486	1e-6
Maille $M1$ - Point $1-X11$	'AUTRE_ASTER'	0.2735050529317307	1e-6
Maille $M1$ - Point $2-X11$	'AUTRE_ASTER'	0.2735050529317307	1e-6
Maille $M2$ - Point $1-X11$	'AUTRE_ASTER'	0.38205875620115026	1e-6
Maille $M2$ - Point $2-X11$	'AUTRE_ASTER'	0.38205875620115026	1e-6
Maille $M1$ - Point $1-X12$	'AUTRE_ASTER'	0.4850451080421798	1e-6
Maille $M1$ - Point $2-X12$	'AUTRE_ASTER'	0.4612644459172777	1e-6
Maille $M2$ - Point $1-X12$	'AUTRE_ASTER'	0.4860578451198193	1e-6
Maille $M2$ - Point $2-X12$	'AUTRE_ASTER'	0.41480003524520187	1e-6
Maille $M1$ - Point $1-X13$	'AUTRE_ASTER'	0.2735050529317307	1e-6
Maille $M1$ - Point $2-X13$	'AUTRE_ASTER'	0.2735050529317307	1e-6
Maille $M2$ - Point $1-X13$	'AUTRE_ASTER'	0.5529967167392414	1e-6
Maille $M2$ - Point $2-X13$	'AUTRE_ASTER'	0.5529967167392414	1e-6
Maille $M1$ - Point $1-X14$	'AUTRE_ASTER'	0.7494254384426146	1e-6
Maille $M1$ - Point $2-X14$	'AUTRE_ASTER'	0.5899844938195111	1e-6
Maille $M2$ - Point $1-X14$	'AUTRE_ASTER'	0.7597888266082564	1e-6
Maille $M2$ - Point $2-X14$	'AUTRE_ASTER'	0.41480003524520187	1e-6
Maille $M1$ - Point $1-X15$	'AUTRE_ASTER'	36465375.52864637	1e-6
Maille $M1$ - Point $2-X15$	'AUTRE_ASTER'	9744057.428483702	1e-6
Maille $M2$ - Point $1-X15$	'AUTRE_ASTER'	30324663.16976119	1e-6
Maille $M2$ - Point $2-X15$	'AUTRE_ASTER'	8333731.773627079	1e-6
Maille $M1$ - Point $1-X16$	'AUTRE_ASTER'	41784818.74797051	1e-6
Maille $M1$ - Point $2-X16$	'AUTRE_ASTER'	10685244.04362743	1e-6
Maille $M2$ - Point $1-X16$	'AUTRE_ASTER'	37739388.682451144	1e-6
Maille $M2$ - Point $2-X16$	'AUTRE_ASTER'	11216583.242778344	1e-6

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

Calcul 2 : Déplacement imposé seul

Identification	Type de référence	Valeur de référence	Précision
Maille $M1$ - Point $1-X1$	'AUTRE_ASTER'	6798544.491513016	1e-6
Maille $M1$ - Point $2-X1$	'AUTRE_ASTER'	6798544.491513016	1e-6
Maille $M2$ - Point $1-X1$	'AUTRE_ASTER'	22945066.730136447	1e-6
Maille $M2$ - Point $2-X1$	'AUTRE_ASTER'	22945066.730136447	1e-6
Maille $M1$ - Point $1-X2$	'AUTRE_ASTER'	0.0	1e-6
Maille $M1$ - Point $2-X2$	'AUTRE_ASTER'	0.0	1e-6
Maille $M2$ - Point $1-X2$	'AUTRE_ASTER'	0.0	1e-6
Maille $M2$ - Point $2-X2$	'AUTRE_ASTER'	0.0	1e-6
Maille $M1$ - Point $1-X3$	'AUTRE_ASTER'	0.5830327817332837	1e-6
Maille $M1$ - Point $2-X3$	'AUTRE_ASTER'	0.5830327817332837	1e-6
Maille $M2$ - Point $1-X3$	'AUTRE_ASTER'	1.0710991254346267	1e-6
Maille $M2$ - Point $2-X3$	'AUTRE_ASTER'	1.0710991254346267	1e-6
Maille $M1$ - Point $1-X4$	'AUTRE_ASTER'	0.0	1e-6
Maille $M1$ - Point $2-X4$	'AUTRE_ASTER'	0.0	1e-6
Maille $M2$ - Point $1-X4$	'AUTRE_ASTER'	0.0	1e-6
Maille $M2$ - Point $2-X4$	'AUTRE_ASTER'	0.0	1e-6
Maille $M1$ - Point $1-X5$	'AUTRE_ASTER'	0.9555569870024896	1e-6
Maille $M1$ - Point $2-X5$	'AUTRE_ASTER'	0.9555569870024896	1e-6
Maille $M2$ - Point $1-X5$	'AUTRE_ASTER'	0.9555569870024896	1e-6
Maille $M2$ - Point $2-X5$	'AUTRE_ASTER'	0.9555569870024896	1e-6
Maille $M1$ - Point $1-X6$	'AUTRE_ASTER'	0.0	1e-6
Maille $M1$ - Point $2-X6$	'AUTRE_ASTER'	0.0	1e-6
Maille $M2$ - Point $1-X6$	'AUTRE_ASTER'	0.0	1e-6
Maille $M2$ - Point $2-X6$	'AUTRE_ASTER'	0.0	1e-6
Maille $M1$ - Point $1-X7$	'AUTRE_ASTER'	0.6389421263101844	1e-6
Maille $M1$ - Point $2-X7$	'AUTRE_ASTER'	0.6389421263101844	1e-6
Maille $M2$ - Point $1-X7$	'AUTRE_ASTER'	0.0	1e-6
Maille $M2$ - Point $2-X7$	'AUTRE_ASTER'	0.0	1e-6
Maille $M1$ - Point $1-X8$	'AUTRE_ASTER'	0.0	1e-6
Maille $M1$ - Point $2-X8$	'AUTRE_ASTER'	0.0	1e-6
Maille $M2$ - Point $1-X8$	'AUTRE_ASTER'	0.0	1e-6
Maille $M2$ - Point $2-X8$	'AUTRE_ASTER'	0.0	1e-6
Maille $M1$ - Point $1-X9$	'AUTRE_ASTER'	0.6389421263101844	1e-6

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

Maille $M1$ - Point $2-X9$	'AUTRE_ASTER'	0.6389421263101844	1e-6
Maille $M2$ - Point $1-X9$	'AUTRE_ASTER'	0.6389421263101844	1e-6
Maille $M2$ - Point $2-X9$	'AUTRE_ASTER'	0.6389421263101844	1e-6
Maille $M1$ - Point $1-X10$	'AUTRE_ASTER'	0.0	1e-6
Maille $M1$ - Point $2-X10$	'AUTRE_ASTER'	0.0	1e-6
Maille $M2$ - Point $1-X10$	'AUTRE_ASTER'	0.0	1e-6
Maille $M2$ - Point $2-X10$	'AUTRE_ASTER'	0.0	1e-6
Maille $M1$ - Point $1-X11$	'AUTRE_ASTER'	0.36647357063995734	1e-6
Maille $M1$ - Point $2-X11$	'AUTRE_ASTER'	0.36647357063995734	1e-6
Maille $M2$ - Point $1-X11$	'AUTRE_ASTER'	0.4054890163275632	1e-6
Maille $M2$ - Point $2-X11$	'AUTRE_ASTER'	0.4054890163275632	1e-6
Maille $M1$ - Point $1-X12$	'AUTRE_ASTER'	1.0	1e-6
Maille $M1$ - Point $2-X12$	'AUTRE_ASTER'	1.0	1e-6
Maille $M2$ - Point $1-X12$	'AUTRE_ASTER'	1.0	1e-6
Maille $M2$ - Point $2-X12$	'AUTRE_ASTER'	1.0	1e-6
Maille $M1$ - Point $1-X13$	'AUTRE_ASTER'	0.36647357063995734	1e-6
Maille $M1$ - Point $2-X13$	'AUTRE_ASTER'	0.36647357063995734	1e-6
Maille $M2$ - Point $1-X13$	'AUTRE_ASTER'	0.5699455825242374	1e-6
Maille $M2$ - Point $2-X13$	'AUTRE_ASTER'	0.5699455825242374	1e-6
Maille $M1$ - Point $1-X14$	'AUTRE_ASTER'	1.0	1e-6
Maille $M1$ - Point $2-X14$	'AUTRE_ASTER'	1.0	1e-6
Maille $M2$ - Point $1-X14$	'AUTRE_ASTER'	1.0	1e-6
Maille $M2$ - Point $2-X14$	'AUTRE_ASTER'	1.0	1e-6
Maille $M1$ - Point $1-X15$	'AUTRE_ASTER'	2039009.9482426257	1e-6
Maille $M1$ - Point $2-X15$	'AUTRE_ASTER'	2039009.9482426257	1e-6
Maille $M2$ - Point $1-X15$	'AUTRE_ASTER'	7614285.571306904	1e-6
Maille $M2$ - Point $2-X15$	'AUTRE_ASTER'	7614285.571306904	1e-6
Maille $M1$ - Point $1-X16$	'AUTRE_ASTER'	2039009.9482426257	1e-6
Maille $M1$ - Point $2-X16$	'AUTRE_ASTER'	2039009.9482426257	1e-6
Maille $M2$ - Point $1-X16$	'AUTRE_ASTER'	10702456.171929153	1e-6
Maille $M2$ - Point $2-X16$	'AUTRE_ASTER'	10702456.171929153	1e-6

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

Calcul 3 : Combinaison déplacement imposé + pression imposé

Identification	Type de référence	Valeur de référence	Précision
Maille $M1$ - Point $1-X1$	'AUTRE_ASTER'	6798544.491513016	1e-6
Maille $M1$ - Point $2-X1$	'AUTRE_ASTER'	6798544.491513016	1e-6
Maille $M2$ - Point $1-X1$	'AUTRE_ASTER'	22945066.730136447	1e-6
Maille $M2$ - Point $2-X1$	'AUTRE_ASTER'	22945066.730136447	1e-6
Maille $M1$ - Point $1-X2$	'AUTRE_ASTER'	0.0	1e-6
Maille $M1$ - Point $2-X2$	'AUTRE_ASTER'	0.0	1e-6
Maille $M2$ - Point $1-X2$	'AUTRE_ASTER'	0.0	1e-6
Maille $M2$ - Point $2-X2$	'AUTRE_ASTER'	0.0	1e-6
Maille $M1$ - Point $1-X3$	'AUTRE_ASTER'	0.5830327817332837	1e-6
Maille $M1$ - Point $2-X3$	'AUTRE_ASTER'	0.5830327817332837	1e-6
Maille $M2$ - Point $1-X3$	'AUTRE_ASTER'	1.0710991254346267	1e-6
Maille $M2$ - Point $2-X3$	'AUTRE_ASTER'	1.0710991254346267	1e-6
Maille $M1$ - Point $1-X4$	'AUTRE_ASTER'	0.0	1e-6
Maille $M1$ - Point $2-X4$	'AUTRE_ASTER'	0.0	1e-6
Maille $M2$ - Point $1-X4$	'AUTRE_ASTER'	0.0	1e-6
Maille $M2$ - Point $2-X4$	'AUTRE_ASTER'	0.0	1e-6
Maille $M1$ - Point $1-X5$	'AUTRE_ASTER'	0.9555569870024896	1e-6
Maille $M1$ - Point $2-X5$	'AUTRE_ASTER'	0.9555569870024896	1e-6
Maille $M2$ - Point $1-X5$	'AUTRE_ASTER'	0.9555569870024896	1e-6
Maille $M2$ - Point $2-X5$	'AUTRE_ASTER'	0.9555569870024896	1e-6
Maille $M1$ - Point $1-X6$	'AUTRE_ASTER'	0.0	1e-6
Maille $M1$ - Point $2-X6$	'AUTRE_ASTER'	0.0	1e-6
Maille $M2$ - Point $1-X6$	'AUTRE_ASTER'	0.0	1e-6
Maille $M2$ - Point $2-X6$	'AUTRE_ASTER'	0.0	1e-6
Maille $M1$ - Point $1-X7$	'AUTRE_ASTER'	0.6389421263101844	1e-6
Maille $M1$ - Point $2-X7$	'AUTRE_ASTER'	0.6389421263101844	1e-6
Maille $M2$ - Point $1-X7$	'AUTRE_ASTER'	0.0	1e-6
Maille $M2$ - Point $2-X7$	'AUTRE_ASTER'	0.0	1e-6
Maille $M1$ - Point $1-X8$	'AUTRE_ASTER'	0.0	1e-6
Maille $M1$ - Point $2-X8$	'AUTRE_ASTER'	0.0	1e-6
Maille $M2$ - Point $1-X8$	'AUTRE_ASTER'	0.0	1e-6
Maille $M2$ - Point $2-X8$	'AUTRE_ASTER'	0.0	1e-6

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

Maille $M1$ - Point $1-X9$	'AUTRE_ASTER'	0.6389421263101844	1e-6
Maille $M1$ - Point $2-X9$	'AUTRE_ASTER'	0.6389421263101844	1e-6
Maille $M2$ - Point $1-X9$	'AUTRE_ASTER'	0.6389421263101844	1e-6
Maille $M2$ - Point $2-X9$	'AUTRE_ASTER'	0.6389421263101844	1e-6
Maille $M1$ - Point $1-X10$	'AUTRE_ASTER'	0.0	1e-6
Maille $M1$ - Point $2-X10$	'AUTRE_ASTER'	0.0	1e-6
Maille $M2$ - Point $1-X10$	'AUTRE_ASTER'	0.0	1e-6
Maille $M2$ - Point $2-X10$	'AUTRE_ASTER'	0.0	1e-6
Maille $M1$ - Point $1-X11$	'AUTRE_ASTER'	0.2735050529317307	1e-6
Maille $M1$ - Point $2-X11$	'AUTRE_ASTER'	0.2735050529317307	1e-6
Maille $M2$ - Point $1-X11$	'AUTRE_ASTER'	0.38205875620115026	1e-6
Maille $M2$ - Point $2-X11$	'AUTRE_ASTER'	0.38205875620115026	1e-6
Maille $M1$ - Point $1-X12$	'AUTRE_ASTER'	1.0	1e-6
Maille $M1$ - Point $2-X12$	'AUTRE_ASTER'	1.0	1e-6
Maille $M2$ - Point $1-X12$	'AUTRE_ASTER'	1.0	1e-6
Maille $M2$ - Point $2-X12$	'AUTRE_ASTER'	1.0	1e-6
Maille $M1$ - Point $1-X13$	'AUTRE_ASTER'	0.2735050529317307	1e-6
Maille $M1$ - Point $2-X13$	'AUTRE_ASTER'	0.2735050529317307	1e-6
Maille $M2$ - Point $1-X13$	'AUTRE_ASTER'	0.5529967167392414	1e-6
Maille $M2$ - Point $2-X13$	'AUTRE_ASTER'	0.5529967167392414	1e-6
Maille $M1$ - Point $1-X14$	'AUTRE_ASTER'	1.0	1e-6
Maille $M1$ - Point $2-X14$	'AUTRE_ASTER'	1.0	1e-6
Maille $M2$ - Point $1-X14$	'AUTRE_ASTER'	1.0	1e-6
Maille $M2$ - Point $2-X14$	'AUTRE_ASTER'	1.0	1e-6
Maille $M1$ - Point $1-X15$	'AUTRE_ASTER'	1521745.545930018	1e-6
Maille $M1$ - Point $2-X15$	'AUTRE_ASTER'	1521745.545930018	1e-6
Maille $M2$ - Point $1-X15$	'AUTRE_ASTER'	7174311.405722124	1e-6
Maille $M2$ - Point $2-X15$	'AUTRE_ASTER'	7174311.405722124	1e-6
Maille $M1$ - Point $1-X16$	'AUTRE_ASTER'	1521745.545930018	1e-6
Maille $M1$ - Point $2-X16$	'AUTRE_ASTER'	1521745.545930018	1e-6
Maille $M2$ - Point $1-X16$	'AUTRE_ASTER'	10384189.834247492	1e-6
Maille $M2$ - Point $2-X16$	'AUTRE_ASTER'	10384189.834247492	1e-6

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

Calcul 4 : Combinaison poids propre + déplacement imposé + pression imposée

Identification	Type de référence	Valeur de référence	Précision
Maille $M1$ - Point $1-X1$	'AUTRE_ASTER'	6798544.491513016	1e-6
Maille $M1$ - Point $2-X1$	'AUTRE_ASTER'	6798544.491513016	1e-6
Maille $M2$ - Point $1-X1$	'AUTRE_ASTER'	22945066.730136447	1e-6
Maille $M2$ - Point $2-X1$	'AUTRE_ASTER'	22945066.730136447	1e-6
Maille $M1$ - Point $1-X2$	'AUTRE_ASTER'	0.0	1e-6
Maille $M1$ - Point $2-X2$	'AUTRE_ASTER'	0.0	1e-6
Maille $M2$ - Point $1-X2$	'AUTRE_ASTER'	0.0	1e-6
Maille $M2$ - Point $2-X2$	'AUTRE_ASTER'	0.0	1e-6
Maille $M1$ - Point $1-X3$	'AUTRE_ASTER'	0.5830327817332837	1e-6
Maille $M1$ - Point $2-X3$	'AUTRE_ASTER'	0.5830327817332837	1e-6
Maille $M2$ - Point $1-X3$	'AUTRE_ASTER'	1.0710991254346267	1e-6
Maille $M2$ - Point $2-X3$	'AUTRE_ASTER'	1.0710991254346267	1e-6
Maille $M1$ - Point $1-X4$	'AUTRE_ASTER'	0.0	1e-6
Maille $M1$ - Point $2-X4$	'AUTRE_ASTER'	0.0	1e-6
Maille $M2$ - Point $1-X4$	'AUTRE_ASTER'	0.0	1e-6
Maille $M2$ - Point $2-X4$	'AUTRE_ASTER'	0.0	1e-6
Maille $M1$ - Point $1-X5$	'AUTRE_ASTER'	0.9555569870024896	1e-6
Maille $M1$ - Point $2-X5$	'AUTRE_ASTER'	0.9555569870024896	1e-6
Maille $M2$ - Point $1-X5$	'AUTRE_ASTER'	0.9555569870024896	1e-6
Maille $M2$ - Point $2-X5$	'AUTRE_ASTER'	0.9555569870024896	1e-6
Maille $M1$ - Point $1-X6$	'AUTRE_ASTER'	0.0	1e-6
Maille $M1$ - Point $2-X6$	'AUTRE_ASTER'	0.0	1e-6
Maille $M2$ - Point $1-X6$	'AUTRE_ASTER'	0.0	1e-6
Maille $M2$ - Point $2-X6$	'AUTRE_ASTER'	0.0	1e-6
Maille $M1$ - Point $1-X7$	'AUTRE_ASTER'	0.6389421263101844	1e-6
Maille $M1$ - Point $2-X7$	'AUTRE_ASTER'	0.6389421263101844	1e-6
Maille $M2$ - Point $1-X7$	'AUTRE_ASTER'	0.0	1e-6
Maille $M2$ - Point $2-X7$	'AUTRE_ASTER'	0.0	1e-6
Maille $M1$ - Point $1-X8$	'AUTRE_ASTER'	0.0	1e-6
Maille $M1$ - Point $2-X8$	'AUTRE_ASTER'	0.0	1e-6
Maille $M2$ - Point $1-X8$	'AUTRE_ASTER'	0.0	1e-6
Maille $M2$ - Point $2-X8$	'AUTRE_ASTER'	0.0	1e-6
Maille $M1$ - Point $1-X9$	'AUTRE_ASTER'	0.6389421263101844	1e-6

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

Maille $M1$ - Point $2-X9$	'AUTRE_ASTER'	0.6389421263101844	1e-6
Maille $M2$ - Point $1-X9$	'AUTRE_ASTER'	0.6389421263101844	1e-6
Maille $M2$ - Point $2-X9$	'AUTRE_ASTER'	0.6389421263101844	1e-6
Maille $M1$ - Point $1-X10$	'AUTRE_ASTER'	0.0	1e-6
Maille $M1$ - Point $2-X10$	'AUTRE_ASTER'	0.0	1e-6
Maille $M2$ - Point $1-X10$	'AUTRE_ASTER'	0.0	1e-6
Maille $M2$ - Point $2-X10$	'AUTRE_ASTER'	0.0	1e-6
Maille $M1$ - Point $1-X11$	'AUTRE_ASTER'	0.2735050529317307	1e-6
Maille $M1$ - Point $2-X11$	'AUTRE_ASTER'	0.2735050529317307	1e-6
Maille $M2$ - Point $1-X11$	'AUTRE_ASTER'	0.38205875620115026	1e-6
Maille $M2$ - Point $2-X11$	'AUTRE_ASTER'	0.38205875620115026	1e-6
Maille $M1$ - Point $1-X12$	'AUTRE_ASTER'	1.0	1e-6
Maille $M1$ - Point $2-X12$	'AUTRE_ASTER'	1.0	1e-6
Maille $M2$ - Point $1-X12$	'AUTRE_ASTER'	1.0	1e-6
Maille $M2$ - Point $2-X12$	'AUTRE_ASTER'	1.0	1e-6
Maille $M1$ - Point $1-X13$	'AUTRE_ASTER'	0.2735050529317307	1e-6
Maille $M1$ - Point $2-X13$	'AUTRE_ASTER'	0.2735050529317307	1e-6
Maille $M2$ - Point $1-X13$	'AUTRE_ASTER'	0.5529967167392414	1e-6
Maille $M2$ - Point $2-X13$	'AUTRE_ASTER'	0.5529967167392414	1e-6
Maille $M1$ - Point $1-X14$	'AUTRE_ASTER'	1.0	1e-6
Maille $M1$ - Point $2-X14$	'AUTRE_ASTER'	1.0	1e-6
Maille $M2$ - Point $1-X14$	'AUTRE_ASTER'	1.0	1e-6
Maille $M2$ - Point $2-X14$	'AUTRE_ASTER'	1.0	1e-6
Maille $M1$ - Point $1-X15$	'AUTRE_ASTER'	28532989.68447305	1e-6
Maille $M1$ - Point $2-X15$	'AUTRE_ASTER'	5554827.486326058	1e-6
Maille $M2$ - Point $1-X15$	'AUTRE_ASTER'	19405234.661699064	1e-6
Maille $M2$ - Point $2-X15$	'AUTRE_ASTER'	7174311.405722124	1e-6
Maille $M1$ - Point $1-X16$	'AUTRE_ASTER'	28532989.68447305	1e-6
Maille $M1$ - Point $2-X16$	'AUTRE_ASTER'	5554827.486326058	1e-6
Maille $M2$ - Point $1-X16$	'AUTRE_ASTER'	20806820.675995197	1e-6
Maille $M2$ - Point $2-X16$	'AUTRE_ASTER'	10384189.834247492	1e-6

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

Calcul 5 : Sismique seul

Identification	Type de référence	Valeur de référence	Précision
Maille $M1$ - Point 1 - $X1$	'AUTRE_ASTER'	0.0	1e-6
Maille $M1$ - Point 2 - $X1$	'AUTRE_ASTER'	0.0	1e-6
Maille $M2$ - Point 1 - $X1$	'AUTRE_ASTER'	0.0	1e-6
Maille $M2$ - Point 2 - $X1$	'AUTRE_ASTER'	0.0	1e-6
Maille $M1$ - Point 1 - $X2$	'AUTRE_ASTER'	40189615.983601026	1e-6
Maille $M1$ - Point 2 - $X2$	'AUTRE_ASTER'	13418997.773308195	1e-6
Maille $M2$ - Point 1 - $X2$	'AUTRE_ASTER'	44118738.492719054	1e-6
Maille $M2$ - Point 2 - $X2$	'AUTRE_ASTER'	6255170.673746506	1e-6
Maille $M1$ - Point 1 - $X3$	'AUTRE_ASTER'	0.0	1e-6
Maille $M1$ - Point 2 - $X3$	'AUTRE_ASTER'	0.0	1e-6
Maille $M2$ - Point 1 - $X3$	'AUTRE_ASTER'	0.0	1e-6
Maille $M2$ - Point 2 - $X3$	'AUTRE_ASTER'	0.0	1e-6
Maille $M1$ - Point 1 - $X4$	'AUTRE_ASTER'	1.417561568038599	1e-6
Maille $M1$ - Point 2 - $X4$	'AUTRE_ASTER'	0.8191153085282985	1e-6
Maille $M2$ - Point 1 - $X4$	'AUTRE_ASTER'	1.485239685921418	1e-6
Maille $M2$ - Point 2 - $X4$	'AUTRE_ASTER'	0.5592481861278813	1e-6
Maille $M1$ - Point 1 - $X5$	'AUTRE_ASTER'	0.0	1e-6
Maille $M1$ - Point 2 - $X5$	'AUTRE_ASTER'	0.0	1e-6
Maille $M2$ - Point 1 - $X5$	'AUTRE_ASTER'	0.0	1e-6
Maille $M2$ - Point 2 - $X5$	'AUTRE_ASTER'	0.0	1e-6
Maille $M1$ - Point 1 - $X6$	'AUTRE_ASTER'	1.3981717184515947	1e-6
Maille $M1$ - Point 2 - $X6$	'AUTRE_ASTER'	1.3981717184515947	1e-6
Maille $M2$ - Point 1 - $X6$	'AUTRE_ASTER'	1.3981717184515947	1e-6
Maille $M2$ - Point 2 - $X6$	'AUTRE_ASTER'	1.3981717184515947	1e-6
Maille $M1$ - Point 1 - $X7$	'AUTRE_ASTER'	0.0	1e-6
Maille $M1$ - Point 2 - $X7$	'AUTRE_ASTER'	0.0	1e-6
Maille $M2$ - Point 1 - $X7$	'AUTRE_ASTER'	0.0	1e-6
Maille $M2$ - Point 2 - $X7$	'AUTRE_ASTER'	0.0	1e-6
Maille $M1$ - Point 1 - $X8$	'AUTRE_ASTER'	-0.013678312127093584	1e-6
Maille $M1$ - Point 2 - $X8$	'AUTRE_ASTER'	0.7069290536929225	1e-6
Maille $M2$ - Point 1 - $X8$	'AUTRE_ASTER'	-0.05862216603497761	1e-6
Maille $M2$ - Point 2 - $X8$	'AUTRE_ASTER'	1.500091646487486	1e-6
Maille $M1$ - Point 1 - $X9$	'AUTRE_ASTER'	0.0	1e-6

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

Maille $M1$ - Point $2-X9$	'AUTRE_ASTER'	0.0	1e-6
Maille $M2$ - Point $1-X9$	'AUTRE_ASTER'	0.0	1e-6
Maille $M2$ - Point $2-X9$	'AUTRE_ASTER'	0.0	1e-6
Maille $M1$ - Point $1-X10$	'AUTRE_ASTER'	1.500091646487486	1e-6
Maille $M1$ - Point $2-X10$	'AUTRE_ASTER'	1.500091646487486	1e-6
Maille $M2$ - Point $1-X10$	'AUTRE_ASTER'	1.500091646487486	1e-6
Maille $M2$ - Point $2-X10$	'AUTRE_ASTER'	1.500091646487486	1e-6
Maille $M1$ - Point $1-X11$	'AUTRE_ASTER'	1.0	1e-6
Maille $M1$ - Point $2-X11$	'AUTRE_ASTER'	1.0	1e-6
Maille $M2$ - Point $1-X11$	'AUTRE_ASTER'	1.0	1e-6
Maille $M2$ - Point $2-X11$	'AUTRE_ASTER'	1.0	1e-6
Maille $M1$ - Point $1-X12$	'AUTRE_ASTER'	0.49619253369029026	1e-6
Maille $M1$ - Point $2-X12$	'AUTRE_ASTER'	0.49619253369029026	1e-6
Maille $M2$ - Point $1-X12$	'AUTRE_ASTER'	0.49619253369029026	1e-6
Maille $M2$ - Point $2-X12$	'AUTRE_ASTER'	0.49619253369029015	1e-6
Maille $M1$ - Point $1-X13$	'AUTRE_ASTER'	1.0	1e-6
Maille $M1$ - Point $2-X13$	'AUTRE_ASTER'	1.0	1e-6
Maille $M2$ - Point $1-X13$	'AUTRE_ASTER'	1.0	1e-6
Maille $M2$ - Point $2-X13$	'AUTRE_ASTER'	1.0	1e-6
Maille $M1$ - Point $1-X14$	'AUTRE_ASTER'	0.754849721885479	1e-6
Maille $M1$ - Point $2-X14$	'AUTRE_ASTER'	0.6165672160468422	1e-6
Maille $M2$ - Point $1-X14$	'AUTRE_ASTER'	0.7645256737618826	1e-6
Maille $M2$ - Point $2-X14$	'AUTRE_ASTER'	0.49619253369029015	1e-6
Maille $M1$ - Point $1-X15$	'AUTRE_ASTER'	13903357.1651842	1e-6
Maille $M1$ - Point $2-X15$	'AUTRE_ASTER'	6713007.599642937	1e-6
Maille $M2$ - Point $1-X15$	'AUTRE_ASTER'	18675844.30442763	1e-6
Maille $M2$ - Point $2-X15$	'AUTRE_ASTER'	4240323.233963059	1e-6
Maille $M1$ - Point $1-X16$	'AUTRE_ASTER'	20948588.845854107	1e-6
Maille $M1$ - Point $2-X16$	'AUTRE_ASTER'	7769125.8889334025	1e-6
Maille $M2$ - Point $1-X16$	'AUTRE_ASTER'	26628126.052072745	1e-6
Maille $M2$ - Point $2-X16$	'AUTRE_ASTER'	4240323.233963059	1e-6

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

Calcul 6 : Combinaison sismique + pression imposé

Identification	Type de référence	Valeur de référence	Précision
Maille $M1$ - Point $1 - X1$	'AUTRE_ASTER'	0.0	1e-6
Maille $M1$ - Point $2 - X1$	'AUTRE_ASTER'	0.0	1e-6
Maille $M2$ - Point $1 - X1$	'AUTRE_ASTER'	0.0	1e-6
Maille $M2$ - Point $2 - X1$	'AUTRE_ASTER'	0.0	1e-6
Maille $M1$ - Point $1 - X2$	'AUTRE_ASTER'	40189615.983601026	1e-6
Maille $M1$ - Point $2 - X2$	'AUTRE_ASTER'	13418997.773308195	1e-6
Maille $M2$ - Point $1 - X2$	'AUTRE_ASTER'	44118738.492719054	1e-6
Maille $M2$ - Point $2 - X2$	'AUTRE_ASTER'	6255170.673746506	1e-6
Maille $M1$ - Point $1 - X3$	'AUTRE_ASTER'	0.0	1e-6
Maille $M1$ - Point $2 - X3$	'AUTRE_ASTER'	0.0	1e-6
Maille $M2$ - Point $1 - X3$	'AUTRE_ASTER'	0.0	1e-6
Maille $M2$ - Point $2 - X3$	'AUTRE_ASTER'	0.0	1e-6
Maille $M1$ - Point $1 - X4$	'AUTRE_ASTER'	1.417561568038599	1e-6
Maille $M1$ - Point $2 - X4$	'AUTRE_ASTER'	0.8191153085282985	1e-6
Maille $M2$ - Point $1 - X4$	'AUTRE_ASTER'	1.485239685921418	1e-6
Maille $M2$ - Point $2 - X4$	'AUTRE_ASTER'	0.5592481861278813	1e-6
Maille $M1$ - Point $1 - X5$	'AUTRE_ASTER'	0.0	1e-6
Maille $M1$ - Point $2 - X5$	'AUTRE_ASTER'	0.0	1e-6
Maille $M2$ - Point $1 - X5$	'AUTRE_ASTER'	0.0	1e-6
Maille $M2$ - Point $2 - X5$	'AUTRE_ASTER'	0.0	1e-6
Maille $M1$ - Point $1 - X6$	'AUTRE_ASTER'	1.3981717184515947	1e-6
Maille $M1$ - Point $2 - X6$	'AUTRE_ASTER'	1.3981717184515947	1e-6
Maille $M2$ - Point $1 - X6$	'AUTRE_ASTER'	1.3981717184515947	1e-6
Maille $M2$ - Point $2 - X6$	'AUTRE_ASTER'	1.3981717184515947	1e-6
Maille $M1$ - Point $1 - X7$	'AUTRE_ASTER'	0.0	1e-6
Maille $M1$ - Point $2 - X7$	'AUTRE_ASTER'	0.0	1e-6
Maille $M2$ - Point $1 - X7$	'AUTRE_ASTER'	0.0	1e-6
Maille $M2$ - Point $2 - X7$	'AUTRE_ASTER'	0.0	1e-6
Maille $M1$ - Point $1 - X8$	'AUTRE_ASTER'	-0.013678312127093584	1e-6
Maille $M1$ - Point $2 - X8$	'AUTRE_ASTER'	0.7069290536929225	1e-6
Maille $M2$ - Point $1 - X8$	'AUTRE_ASTER'	-0.05862216603497761	1e-6
Maille $M2$ - Point $2 - X8$	'AUTRE_ASTER'	1.500091646487486	1e-6
Maille $M1$ - Point $1 - X9$	'AUTRE_ASTER'	0.0	1e-6

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

Maille $M1$ - Point $2-X9$	'AUTRE_ASTER'	0.0	1e-6
Maille $M2$ - Point $1-X9$	'AUTRE_ASTER'	0.0	1e-6
Maille $M2$ - Point $2-X9$	'AUTRE_ASTER'	0.0	1e-6
Maille $M1$ - Point $1-X10$	'AUTRE_ASTER'	1.500091646487486	1e-6
Maille $M1$ - Point $2-X10$	'AUTRE_ASTER'	1.500091646487486	1e-6
Maille $M2$ - Point $1-X10$	'AUTRE_ASTER'	1.500091646487486	1e-6
Maille $M2$ - Point $2-X10$	'AUTRE_ASTER'	1.500091646487486	1e-6
Maille $M1$ - Point $1-X11$	'AUTRE_ASTER'	1.0	1e-6
Maille $M1$ - Point $2-X11$	'AUTRE_ASTER'	1.0	1e-6
Maille $M2$ - Point $1-X11$	'AUTRE_ASTER'	1.0	1e-6
Maille $M2$ - Point $2-X11$	'AUTRE_ASTER'	1.0	1e-6
Maille $M1$ - Point $1-X12$	'AUTRE_ASTER'	0.4850451080421798	1e-6
Maille $M1$ - Point $2-X12$	'AUTRE_ASTER'	0.4612644459172777	1e-6
Maille $M2$ - Point $1-X12$	'AUTRE_ASTER'	0.4860578451198193	1e-6
Maille $M2$ - Point $2-X12$	'AUTRE_ASTER'	0.41480003524520187	1e-6
Maille $M1$ - Point $1-X13$	'AUTRE_ASTER'	1.0	1e-6
Maille $M1$ - Point $2-X13$	'AUTRE_ASTER'	1.0	1e-6
Maille $M2$ - Point $1-X13$	'AUTRE_ASTER'	1.0	1e-6
Maille $M2$ - Point $2-X13$	'AUTRE_ASTER'	1.0	1e-6
Maille $M1$ - Point $1-X14$	'AUTRE_ASTER'	0.7494254384426146	1e-6
Maille $M1$ - Point $2-X14$	'AUTRE_ASTER'	0.5899844938195111	1e-6
Maille $M2$ - Point $1-X14$	'AUTRE_ASTER'	0.7597888266082564	1e-6
Maille $M2$ - Point $2-X14$	'AUTRE_ASTER'	0.41480003524520187	1e-6
Maille $M1$ - Point $1-X15$	'AUTRE_ASTER'	13599742.896263791	1e-6
Maille $M1$ - Point $2-X15$	'AUTRE_ASTER'	6406629.19329518	1e-6
Maille $M2$ - Point $1-X15$	'AUTRE_ASTER'	18375517.49489188	1e-6
Maille $M2$ - Point $2-X15$	'AUTRE_ASTER'	4240323.2339630565	1e-6
Maille $M1$ - Point $1-X16$	'AUTRE_ASTER'	20800838.91114888	1e-6
Maille $M1$ - Point $2-X16$	'AUTRE_ASTER'	7535874.009910378	1e-6
Maille $M2$ - Point $1-X16$	'AUTRE_ASTER'	26487738.3777341	1e-6
Maille $M2$ - Point $2-X16$	'AUTRE_ASTER'	4240323.2339630565	1e-6

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

Calcul 7 : Combinaison poids propre + sismique + pression imposée

Identification	Type de référence	Valeur de référence	Précision
Maille $M1$ - Point 1 - $X1$	'AUTRE_ASTER'	0.0	1e-6
Maille $M1$ - Point 2 - $X1$	'AUTRE_ASTER'	0.0	1e-6
Maille $M2$ - Point 1 - $X1$	'AUTRE_ASTER'	0.0	1e-6
Maille $M2$ - Point 2 - $X1$	'AUTRE_ASTER'	0.0	1e-6
Maille $M1$ - Point 1 - $X2$	'AUTRE_ASTER'	40189615.983601026	1e-6
Maille $M1$ - Point 2 - $X2$	'AUTRE_ASTER'	13418997.773308195	1e-6
Maille $M2$ - Point 1 - $X2$	'AUTRE_ASTER'	44118738.492719054	1e-6
Maille $M2$ - Point 2 - $X2$	'AUTRE_ASTER'	6255170.673746506	1e-6
Maille $M1$ - Point 1 - $X3$	'AUTRE_ASTER'	0.0	1e-6
Maille $M1$ - Point 2 - $X3$	'AUTRE_ASTER'	0.0	1e-6
Maille $M2$ - Point 1 - $X3$	'AUTRE_ASTER'	0.0	1e-6
Maille $M2$ - Point 2 - $X3$	'AUTRE_ASTER'	0.0	1e-6
Maille $M1$ - Point 1 - $X4$	'AUTRE_ASTER'	1.417561568038599	1e-6
Maille $M1$ - Point 2 - $X4$	'AUTRE_ASTER'	0.8191153085282985	1e-6
Maille $M2$ - Point 1 - $X4$	'AUTRE_ASTER'	1.485239685921418	1e-6
Maille $M2$ - Point 2 - $X4$	'AUTRE_ASTER'	0.5592481861278813	1e-6
Maille $M1$ - Point 1 - $X5$	'AUTRE_ASTER'	0.0	1e-6
Maille $M1$ - Point 2 - $X5$	'AUTRE_ASTER'	0.0	1e-6
Maille $M2$ - Point 1 - $X5$	'AUTRE_ASTER'	0.0	1e-6
Maille $M2$ - Point 2 - $X5$	'AUTRE_ASTER'	0.0	1e-6
Maille $M1$ - Point 1 - $X6$	'AUTRE_ASTER'	1.3981717184515947	1e-6
Maille $M1$ - Point 2 - $X6$	'AUTRE_ASTER'	1.3981717184515947	1e-6
Maille $M2$ - Point 1 - $X6$	'AUTRE_ASTER'	1.3981717184515947	1e-6
Maille $M2$ - Point 2 - $X6$	'AUTRE_ASTER'	1.3981717184515947	1e-6
Maille $M1$ - Point 1 - $X7$	'AUTRE_ASTER'	0.0	1e-6
Maille $M1$ - Point 2 - $X7$	'AUTRE_ASTER'	0.0	1e-6
Maille $M2$ - Point 1 - $X7$	'AUTRE_ASTER'	0.0	1e-6
Maille $M2$ - Point 2 - $X7$	'AUTRE_ASTER'	0.0	1e-6
Maille $M1$ - Point 1 - $X8$	'AUTRE_ASTER'	-0.013678312127093584	1e-6
Maille $M1$ - Point 2 - $X8$	'AUTRE_ASTER'	0.7069290536929225	1e-6
Maille $M2$ - Point 1 - $X8$	'AUTRE_ASTER'	-0.05862216603497761	1e-6
Maille $M2$ - Point 2 - $X8$	'AUTRE_ASTER'	1.500091646487486	1e-6
Maille $M1$ - Point 1 - $X9$	'AUTRE_ASTER'	0.0	1e-6

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

Maille $M1$ - Point $2-X9$	'AUTRE_ASTER'	0.0	1e-6
Maille $M2$ - Point $1-X9$	'AUTRE_ASTER'	0.0	1e-6
Maille $M2$ - Point $2-X9$	'AUTRE_ASTER'	0.0	1e-6
Maille $M1$ - Point $1-X10$	'AUTRE_ASTER'	1.500091646487486	1e-6
Maille $M1$ - Point $2-X10$	'AUTRE_ASTER'	1.500091646487486	1e-6
Maille $M2$ - Point $1-X10$	'AUTRE_ASTER'	1.500091646487486	1e-6
Maille $M2$ - Point $2-X10$	'AUTRE_ASTER'	1.500091646487486	1e-6
Maille $M1$ - Point $1-X11$	'AUTRE_ASTER'	1.0	1e-6
Maille $M1$ - Point $2-X11$	'AUTRE_ASTER'	1.0	1e-6
Maille $M2$ - Point $1-X11$	'AUTRE_ASTER'	1.0	1e-6
Maille $M2$ - Point $2-X11$	'AUTRE_ASTER'	1.0	1e-6
Maille $M1$ - Point $1-X12$	'AUTRE_ASTER'	0.4850451080421798	1e-6
Maille $M1$ - Point $2-X12$	'AUTRE_ASTER'	0.4612644459172777	1e-6
Maille $M2$ - Point $1-X12$	'AUTRE_ASTER'	0.4860578451198193	1e-6
Maille $M2$ - Point $2-X12$	'AUTRE_ASTER'	0.41480003524520187	1e-6
Maille $M1$ - Point $1-X13$	'AUTRE_ASTER'	1.0	1e-6
Maille $M1$ - Point $2-X13$	'AUTRE_ASTER'	1.0	1e-6
Maille $M2$ - Point $1-X13$	'AUTRE_ASTER'	1.0	1e-6
Maille $M2$ - Point $2-X13$	'AUTRE_ASTER'	1.0	1e-6
Maille $M1$ - Point $1-X14$	'AUTRE_ASTER'	0.7494254384426146	1e-6
Maille $M1$ - Point $2-X14$	'AUTRE_ASTER'	0.5899844938195111	1e-6
Maille $M2$ - Point $1-X14$	'AUTRE_ASTER'	0.7597888266082564	1e-6
Maille $M2$ - Point $2-X14$	'AUTRE_ASTER'	0.41480003524520187	1e-6
Maille $M1$ - Point $1-X15$	'AUTRE_ASTER'	36433609.52388116	1e-6
Maille $M1$ - Point $2-X15$	'AUTRE_ASTER'	9624497.164165543	1e-6
Maille $M2$ - Point $1-X15$	'AUTRE_ASTER'	29463782.041910302	1e-6
Maille $M2$ - Point $2-X15$	'AUTRE_ASTER'	4240323.233963066	1e-6
Maille $M1$ - Point $1-X16$	'AUTRE_ASTER'	41757099.61544491	1e-6
Maille $M1$ - Point $2-X16$	'AUTRE_ASTER'	10576328.794308431	1e-6
Maille $M2$ - Point $1-X16$	'AUTRE_ASTER'	36282641.29871794	1e-6
Maille $M2$ - Point $2-X16$	'AUTRE_ASTER'	4240323.233963066	1e-6

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

Calcul 8 : Combinaison sismique + déplacement imposé

Identification	Type de référence	Valeur de référence	Précision
Maille $M1$ - Point $1-X1$	'AUTRE_ASTER'	6798544.491513016	1e-6
Maille $M1$ - Point $2-X1$	'AUTRE_ASTER'	6798544.491513016	1e-6
Maille $M2$ - Point $1-X1$	'AUTRE_ASTER'	22945066.730136447	1e-6
Maille $M2$ - Point $2-X1$	'AUTRE_ASTER'	22945066.730136447	1e-6
Maille $M1$ - Point $1-X2$	'AUTRE_ASTER'	40189615.983601026	1e-6
Maille $M1$ - Point $2-X2$	'AUTRE_ASTER'	13418997.773308195	1e-6
Maille $M2$ - Point $1-X2$	'AUTRE_ASTER'	44118738.492719054	1e-6
Maille $M2$ - Point $2-X2$	'AUTRE_ASTER'	6255170.673746506	1e-6
Maille $M1$ - Point $1-X3$	'AUTRE_ASTER'	0.5830327817332837	1e-6
Maille $M1$ - Point $2-X3$	'AUTRE_ASTER'	0.5830327817332837	1e-6
Maille $M2$ - Point $1-X3$	'AUTRE_ASTER'	1.0710991254346267	1e-6
Maille $M2$ - Point $2-X3$	'AUTRE_ASTER'	1.0710991254346267	1e-6
Maille $M1$ - Point $1-X4$	'AUTRE_ASTER'	1.417561568038599	1e-6
Maille $M1$ - Point $2-X4$	'AUTRE_ASTER'	0.8191153085282985	1e-6
Maille $M2$ - Point $1-X4$	'AUTRE_ASTER'	1.485239685921418	1e-6
Maille $M2$ - Point $2-X4$	'AUTRE_ASTER'	0.5592481861278813	1e-6
Maille $M1$ - Point $1-X5$	'AUTRE_ASTER'	0.9555569870024896	1e-6
Maille $M1$ - Point $2-X5$	'AUTRE_ASTER'	0.9555569870024896	1e-6
Maille $M2$ - Point $1-X5$	'AUTRE_ASTER'	0.9555569870024896	1e-6
Maille $M2$ - Point $2-X5$	'AUTRE_ASTER'	0.9555569870024896	1e-6
Maille $M1$ - Point $1-X6$	'AUTRE_ASTER'	1.3981717184515947	1e-6
Maille $M1$ - Point $2-X6$	'AUTRE_ASTER'	1.3981717184515947	1e-6
Maille $M2$ - Point $1-X6$	'AUTRE_ASTER'	1.3981717184515947	1e-6
Maille $M2$ - Point $2-X6$	'AUTRE_ASTER'	1.3981717184515947	1e-6
Maille $M1$ - Point $1-X7$	'AUTRE_ASTER'	0.6389421263101844	1e-6
Maille $M1$ - Point $2-X7$	'AUTRE_ASTER'	0.6389421263101844	1e-6
Maille $M2$ - Point $1-X7$	'AUTRE_ASTER'	0.0	1e-6
Maille $M2$ - Point $2-X7$	'AUTRE_ASTER'	0.0	1e-6
Maille $M1$ - Point $1-X8$	'AUTRE_ASTER'	-0.013678312127093584	1e-6
Maille $M1$ - Point $2-X8$	'AUTRE_ASTER'	0.7069290536929225	1e-6
Maille $M2$ - Point $1-X8$	'AUTRE_ASTER'	-0.05862216603497761	1e-6
Maille $M2$ - Point $2-X8$	'AUTRE_ASTER'	1.500091646487486	1e-6
Maille $M1$ - Point $1-X9$	'AUTRE_ASTER'	0.6389421263101844	1e-6

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

Maille $M1$ - Point $2-X9$	'AUTRE_ASTER'	0.6389421263101844	1e-6
Maille $M2$ - Point $1-X9$	'AUTRE_ASTER'	0.6389421263101844	1e-6
Maille $M2$ - Point $2-X9$	'AUTRE_ASTER'	0.6389421263101844	1e-6
Maille $M1$ - Point $1-X10$	'AUTRE_ASTER'	1.500091646487486	1e-6
Maille $M1$ - Point $2-X10$	'AUTRE_ASTER'	1.500091646487486	1e-6
Maille $M2$ - Point $1-X10$	'AUTRE_ASTER'	1.500091646487486	1e-6
Maille $M2$ - Point $2-X10$	'AUTRE_ASTER'	1.500091646487486	1e-6
Maille $M1$ - Point $1-X11$	'AUTRE_ASTER'	0.36647357063995734	1e-6
Maille $M1$ - Point $2-X11$	'AUTRE_ASTER'	0.36647357063995734	1e-6
Maille $M2$ - Point $1-X11$	'AUTRE_ASTER'	0.4054890163275632	1e-6
Maille $M2$ - Point $2-X11$	'AUTRE_ASTER'	0.4054890163275632	1e-6
Maille $M1$ - Point $1-X12$	'AUTRE_ASTER'	0.49619253369029026	1e-6
Maille $M1$ - Point $2-X12$	'AUTRE_ASTER'	0.49619253369029026	1e-6
Maille $M2$ - Point $1-X12$	'AUTRE_ASTER'	0.49619253369029026	1e-6
Maille $M2$ - Point $2-X12$	'AUTRE_ASTER'	0.49619253369029015	1e-6
Maille $M1$ - Point $1-X13$	'AUTRE_ASTER'	0.36647357063995734	1e-6
Maille $M1$ - Point $2-X13$	'AUTRE_ASTER'	0.36647357063995734	1e-6
Maille $M2$ - Point $1-X13$	'AUTRE_ASTER'	0.5699455825242374	1e-6
Maille $M2$ - Point $2-X13$	'AUTRE_ASTER'	0.5699455825242374	1e-6
Maille $M1$ - Point $1-X14$	'AUTRE_ASTER'	0.754849721885479	1e-6
Maille $M1$ - Point $2-X14$	'AUTRE_ASTER'	0.6165672160468422	1e-6
Maille $M2$ - Point $1-X14$	'AUTRE_ASTER'	0.7645256737618826	1e-6
Maille $M2$ - Point $2-X14$	'AUTRE_ASTER'	0.49619253369029015	1e-6
Maille $M1$ - Point $1-X15$	'AUTRE_ASTER'	14052078.210418243	1e-6
Maille $M1$ - Point $2-X15$	'AUTRE_ASTER'	7015841.546236361	1e-6
Maille $M2$ - Point $1-X15$	'AUTRE_ASTER'	20168403.636496235	1e-6
Maille $M2$ - Point $2-X15$	'AUTRE_ASTER'	8715370.668531515	1e-6
Maille $M1$ - Point $1-X16$	'AUTRE_ASTER'	21047587.419979412	1e-6
Maille $M1$ - Point $2-X16$	'AUTRE_ASTER'	8032239.952038761	1e-6
Maille $M2$ - Point $1-X16$	'AUTRE_ASTER'	28698426.179098036	1e-6
Maille $M2$ - Point $2-X16$	'AUTRE_ASTER'	11511859.504031109	1e-6

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

4 Modélisation B

4.1 Caractéristiques de la modélisation

On utilise une modélisation POU_D_T.

4.2 Caractéristiques du maillage

Le maillage contient 2 éléments de type SEG2.

4.3 Grandeurs testées et résultats

On teste le s grandeurs en sortie de l'opérateur POST_ROCHE dans le cas d'une utilisation de moments dépendant du temps (mot clé facteur RESU_MECA_TRAN). On teste les valeurs à l'instant 1 sur le champ de sortie UT01_ELNO . Les grandeurs sont les mêmes que celles présentés au § 3.3 .

On teste également les grandeurs MIN et MAX de l'opérateur POST_ROCHE correspondant au champ de sortie UT02_ELNO :

Calcul 1 : Combinaison poids propre + dilatation thermique + sismique + déplacement imposé + pression imposée

Identification	Type de référence	Valeur de référence	Précision
Maille $M1$ - Point $1-X1$	'AUTRE_ASTER'	6798544.491513016	1e-6
Maille $M1$ - Point $1-X2$	'AUTRE_ASTER'	40753239.7025493	1e-6
Maille $M1$ - Point $1-X3$	'AUTRE_ASTER'	0.5830327817332837	1e-6
Maille $M1$ - Point $1-X4$	'AUTRE_ASTER'	1.4274669821496624	1e-6
Maille $M1$ - Point $1-X5$	'AUTRE_ASTER'	0.9555569870024896	1e-6
Maille $M1$ - Point $1-X6$	'AUTRE_ASTER'	1.4394005025977985	1e-6
Maille $M1$ - Point $1-X7$	'AUTRE_ASTER'	0.6389421263101844	1e-6
Maille $M1$ - Point $1-X8$	'AUTRE_ASTER'	0.008359927478087892	1e-6
Maille $M1$ - Point $1-X9$	'AUTRE_ASTER'	0.6389421263101844	1e-6
Maille $M1$ - Point $1-X10$	'AUTRE_ASTER'	1.5738134486656157	1e-6
Maille $M1$ - Point $1-X11$	'AUTRE_ASTER'	0.2735050529317307	1e-6
Maille $M1$ - Point $1-X12$	'AUTRE_ASTER'	0.495093872284414	1e-6
Maille $M1$ - Point $1-X13$	'AUTRE_ASTER'	0.2735050529317307	1e-6
Maille $M1$ - Point $1-X14$	'AUTRE_ASTER'	0.757167796174865	1e-6
Maille $M1$ - Point $1-X15$	'AUTRE_ASTER'	36655807.34162723	1e-6
Maille $M1$ - Point $1-X16$	'AUTRE_ASTER'	41949067.149909824	1e-6

Calcul 2 : Sismique seul

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

Identification	Type de référence	Valeur de référence	Précision
Maille $M1$ - Point $1-X1$	'AUTRE_ASTER'	0.0	1e-6
Maille $M1$ - Point $1-X2$	'AUTRE_ASTER'	40753239.7025493	1e-6
Maille $M1$ - Point $1-X3$	'AUTRE_ASTER'	0.0	1e-6
Maille $M1$ - Point $1-X4$	'AUTRE_ASTER'	1.4274669821496624	1e-6
Maille $M1$ - Point $1-X5$	'AUTRE_ASTER'	0.0	1e-6
Maille $M1$ - Point $1-X6$	'AUTRE_ASTER'	1.4394005025977985	1e-6
Maille $M1$ - Point $1-X7$	'AUTRE_ASTER'	0.0	1e-6
Maille $M1$ - Point $1-X8$	'AUTRE_ASTER'	0.008359927478087892	1e-6
Maille $M1$ - Point $1-X9$	'AUTRE_ASTER'	0.0	1e-6
Maille $M1$ - Point $1-X10$	'AUTRE_ASTER'	1.5738134486656157	1e-6
Maille $M1$ - Point $1-X11$	'AUTRE_ASTER'	1.0	1e-6
Maille $M1$ - Point $1-X12$	'AUTRE_ASTER'	0.5058726063020946	1e-6
Maille $M1$ - Point $1-X13$	'AUTRE_ASTER'	1.0	1e-6
Maille $M1$ - Point $1-X14$	'AUTRE_ASTER'	0.7623517771017764	1e-6
Maille $M1$ - Point $1-X15$	'AUTRE_ASTER'	14167007.817094043	1e-6
Maille $M1$ - Point $1-X16$	'AUTRE_ASTER'	21152934.617151834	1e-6

Calcul 3 : Combinaison sismique + pression imposée

Identification	Type de référence	Valeur de référence	Précision
Maille $M1$ - Point $1-X1$	'AUTRE_ASTER'	0.0	1e-6
Maille $M1$ - Point $1-X2$	'AUTRE_ASTER'	40753239.7025493	1e-6
Maille $M1$ - Point $1-X3$	'AUTRE_ASTER'	0.0	1e-6
Maille $M1$ - Point $1-X4$	'AUTRE_ASTER'	1.4274669821496624	1e-6
Maille $M1$ - Point $1-X5$	'AUTRE_ASTER'	0.0	1e-6
Maille $M1$ - Point $1-X6$	'AUTRE_ASTER'	1.4394005025977985	1e-6
Maille $M1$ - Point $1-X7$	'AUTRE_ASTER'	0.0	1e-6
Maille $M1$ - Point $1-X8$	'AUTRE_ASTER'	0.008359927478087892	1e-6
Maille $M1$ - Point $1-X9$	'AUTRE_ASTER'	0.0	1e-6
Maille $M1$ - Point $1-X10$	'AUTRE_ASTER'	1.5738134486656157	1e-6
Maille $M1$ - Point $1-X11$	'AUTRE_ASTER'	1.0	1e-6
Maille $M1$ - Point $1-X12$	'AUTRE_ASTER'	0.495093872284414	1e-6
Maille $M1$ - Point $1-X13$	'AUTRE_ASTER'	1.0	1e-6
Maille $M1$ - Point $1-X14$	'AUTRE_ASTER'	0.757167796174865	1e-6
Maille $M1$ - Point $1-X15$	'AUTRE_ASTER'	13873433.639400356	1e-6

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

Maille $M1$ - Point $1-X16$	'AUTRE_ASTER'	21011730.00633667	1e-6

Calcul 4 : Combinaison poids propre + sismique + pression imposée

Identification	Type de référence	Valeur de référence	Précision
Maille $M1$ - Point $1-X1$	'AUTRE_ASTER'	0.0	1e-6
Maille $M1$ - Point $1-X2$	'AUTRE_ASTER'	40753239.7025493	1e-6
Maille $M1$ - Point $1-X3$	'AUTRE_ASTER'	0.0	1e-6
Maille $M1$ - Point $1-X4$	'AUTRE_ASTER'	1.4274669821496624	1e-6
Maille $M1$ - Point $1-X5$	'AUTRE_ASTER'	0.0	1e-6
Maille $M1$ - Point $1-X6$	'AUTRE_ASTER'	1.4394005025977985	1e-6
Maille $M1$ - Point $1-X7$	'AUTRE_ASTER'	0.0	1e-6
Maille $M1$ - Point $1-X8$	'AUTRE_ASTER'	0.008359927478087892	1e-6
Maille $M1$ - Point $1-X9$	'AUTRE_ASTER'	0.0	1e-6
Maille $M1$ - Point $1-X10$	'AUTRE_ASTER'	1.5738134486656157	1e-6
Maille $M1$ - Point $1-X11$	'AUTRE_ASTER'	1.0	1e-6
Maille $M1$ - Point $1-X12$	'AUTRE_ASTER'	0.495093872284414	1e-6
Maille $M1$ - Point $1-X13$	'AUTRE_ASTER'	1.0	1e-6
Maille $M1$ - Point $1-X14$	'AUTRE_ASTER'	0.757167796174865	1e-6
Maille $M1$ - Point $1-X15$	'AUTRE_ASTER'	36624206.50826356	1e-6
Maille $M1$ - Point $1-X16$	'AUTRE_ASTER'	41921456.621175334	1e-6

Calcul 5 : Combinaison sismique + déplacement imposé

Identification	Type de référence	Valeur de référence	Précision
Maille $M1$ - Point $1-X1$	'AUTRE_ASTER'	6798544.491513016	1e-6
Maille $M1$ - Point $1-X2$	'AUTRE_ASTER'	40753239.7025493	1e-6
Maille $M1$ - Point $1-X3$	'AUTRE_ASTER'	0.5830327817332837	1e-6
Maille $M1$ - Point $1-X4$	'AUTRE_ASTER'	1.4274669821496624	1e-6
Maille $M1$ - Point $1-X5$	'AUTRE_ASTER'	0.9555569870024896	1e-6
Maille $M1$ - Point $1-X6$	'AUTRE_ASTER'	1.4394005025977985	1e-6
Maille $M1$ - Point $1-X7$	'AUTRE_ASTER'	0.6389421263101844	1e-6
Maille $M1$ - Point $1-X8$	'AUTRE_ASTER'	0.008359927478087892	1e-6
Maille $M1$ - Point $1-X9$	'AUTRE_ASTER'	0.6389421263101844	1e-6
Maille $M1$ - Point $1-X10$	'AUTRE_ASTER'	1.5738134486656157	1e-6
Maille $M1$ - Point $1-X11$	'AUTRE_ASTER'	0.36647357063995734	1e-6

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

Maille $M1$ - Point $1-X12$	'AUTRE_ASTER'	0.5058726063020946	1e-6
Maille $M1$ - Point $1-X13$	'AUTRE_ASTER'	0.36647357063995734	1e-6
Maille $M1$ - Point $1-X14$	'AUTRE_ASTER'	0.7623517771017764	1e-6
Maille $M1$ - Point $1-X15$	'AUTRE_ASTER'	14312989.62686119	1e-6
Maille $M1$ - Point $1-X16$	'AUTRE_ASTER'	21250981.259380303	1e-6

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

5 Synthèse des résultats

Ce test permet bien de valider l'approche Roche dans le cadre d'une tuyauterie droite à section variable.

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