

ZZZZ175 - Couplage Aster-Homard sur un calcul STAT_NON_LINE

Résumé:

Cette série de cas-tests valide informatiquement l'adaptation de maillage avec HOMARD avec usage de STAT_NON_LINE. Sur un maillage simple, soit en 2D, soit en 3D, un calcul de mécanique non linéaire est lancé, avec production d'un indicateur d'erreurs. A partir de là, un appel au logiciel HOMARD va entraîner une modification du maillage. Sur ce nouveau maillage, un nouveau calcul est activé, correspondant au même problème physique.

Ces cas-tests ne sont pas des exemples de l'intérêt de l'adaptation de maillage et n'ont aucune signification physique. Ils ne servent que de tests de non-régression de la fonctionnalité dans les diverses configurations possibles.

1 Généralités

1.1 Contexte

L'objectif est uniquement de tester la non-régression des futures évolutions de *Code_Aster* et HOMARD. Même si les cas-tests sont réalistes du point de vue physique pour bien représenter des études réelles, il ne faut pas attacher d'importance à la valeur des résultats.

En particulier, il ne faut rien en déduire quant à la performance du couple indicateur d'erreur/adaptation de maillage.

Ces cas-tests valident le fonctionnement des deux macro commandes `MACR_INFO_MAIL` et `MACR_ADAP_MAIL` qui pilotent l'ensemble du processus.

Plus précisément, les fonctionnalités testées sont les suivantes :

- lectures et écritures de maillage et de champs au format `MED`. Ce sont les commandes `IMPR_RESU`, `LIRE_CHAMP` et `LIRE_MAILLAGE` avec le mot-clé `MED` comme format,
- écriture du fichier de données pour HOMARD,
- lancement de la procédure gérant l'exécution de HOMARD. C'est la commande `EXEC_LOGICIEL` ; elle appelle un script avec un nombre variable d'arguments,
- pilotage de l'ensemble du processus par le python : `macr_adap_mail_ops.py`.

Le processus est a priori insensible à la modélisation envisagée. Les points importants qui occasionnent des traitements différents dans l'échange de données entre HOMARD et *Code_Aster* sont les types d'éléments, le pilotage de l'adaptation et la mise à jour de champs sur le nouveau maillage.

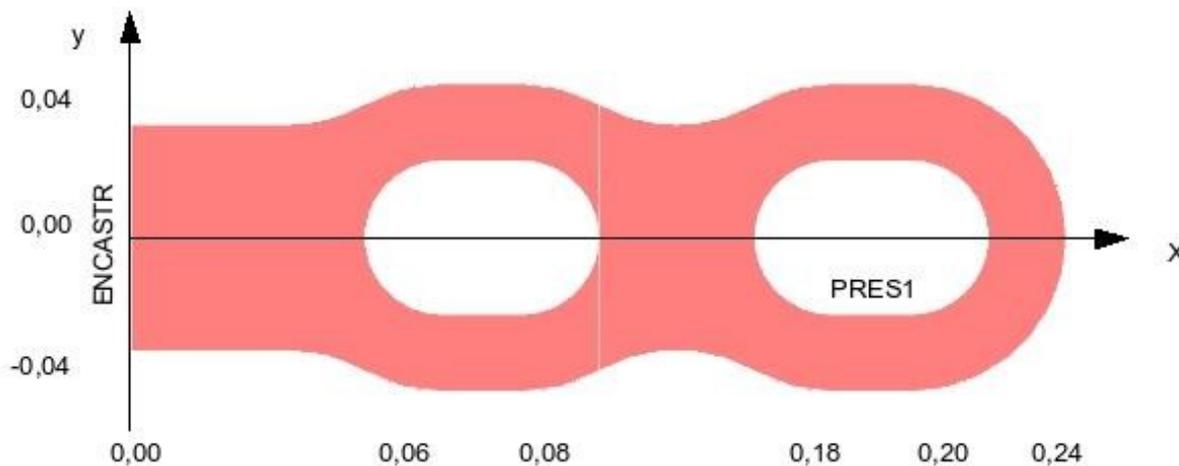
La non-régression est testée sur la valeur du champ de déplacement, de contrainte ou de température en un nœud libre. Le test a lieu pour plusieurs résolutions, celles avec les maillages issus de la première et d'au moins une autre adaptation. En effet, les transmissions de données et le pilotage de HOMARD ne sont pas les mêmes pour la première adaptation et les suivantes. Il faut donc tester au moins deux passages.

1.2 Méthode de calcul utilisée pour la solution de référence

Ces cas-tests sont des cas-tests de non régression. La solution de référence est celle obtenue avec un calcul *Code_Aster*.

2 Modélisation A

2.1 Géométrie



2.2 Propriétés du matériau

Matériau à comportement élasto-plastique avec un écrouissage linéaire :

Élasticité :

- $E = 2.1 \times 10^5 \text{ Pa}$ Module d'Young
- $\nu = 0.3$ Coefficient de Poisson

Plasticité :

- Pente de la courbe de traction dans le domaine plastique $\frac{\partial \sigma}{\partial \varepsilon} = 2. \times 10^3 \text{ Pa}$
- Limite élastique $\sigma_e = 235. \text{ Pa}$

2.3 Conditions aux limites et chargements

Le calcul est en mécanique non linéaire. La pièce est encastree sur sa face gauche. Une pression est exercée sur la partie horizontale basse du second trou (zone *PRES1* sur le croquis). Cette pression varie dans le temps. On regardera l'évolution du déplacement sur un nœud de la base.

Bord *ENCASTR* : blocage des déplacements par blocage des degrés de liberté : $DX = DY = 0$.

Bord *PRES1* chargement

- pression imposée en fonction des instants :

Instant (s)	Pression ($N.m^{-2}$)
0.	0.
60.	15.
120.	20.
180.	20.

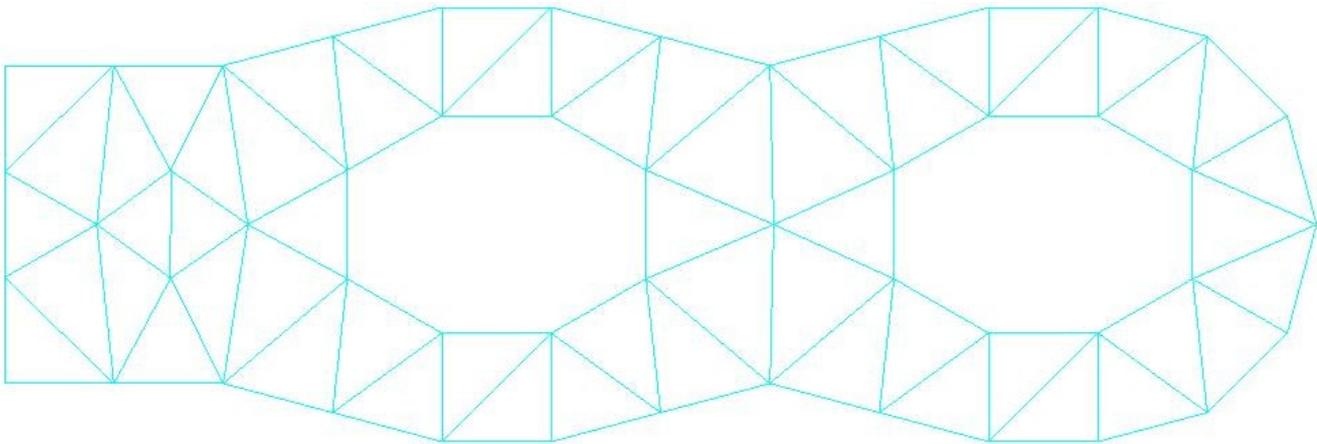
240.	30.
300.	30.
360.	20.
420.	15.
480.	10.

Les autres bords sont à contrainte nulle.

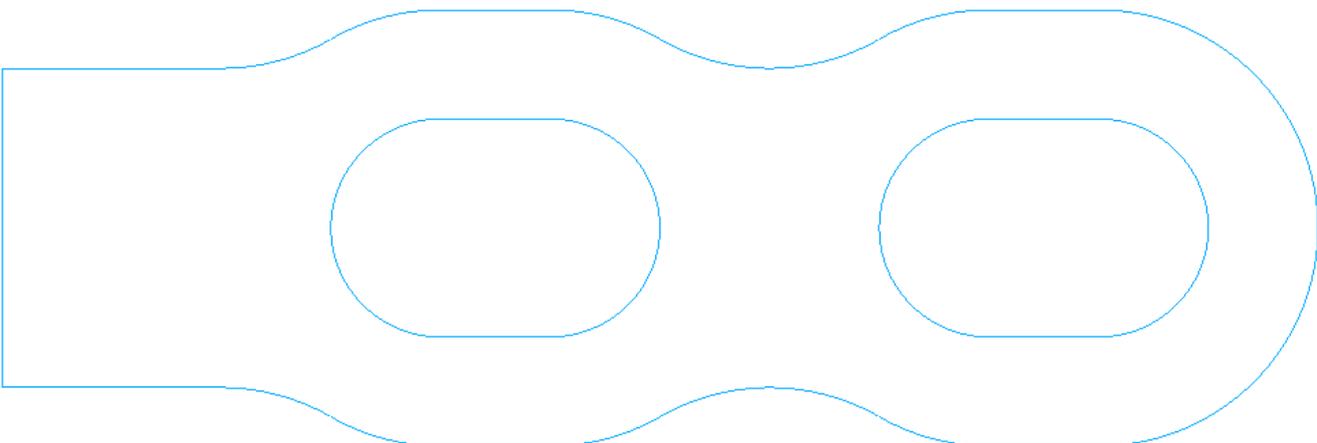
2.4 Caractéristiques du maillage

Le maillage initial avant raffinement.

Nœuds : 158
SEG3 : 45
TRIA6 : 57



La frontière est formée de 4643 nœuds et d'autant de segments.



2.5 Résultats de référence

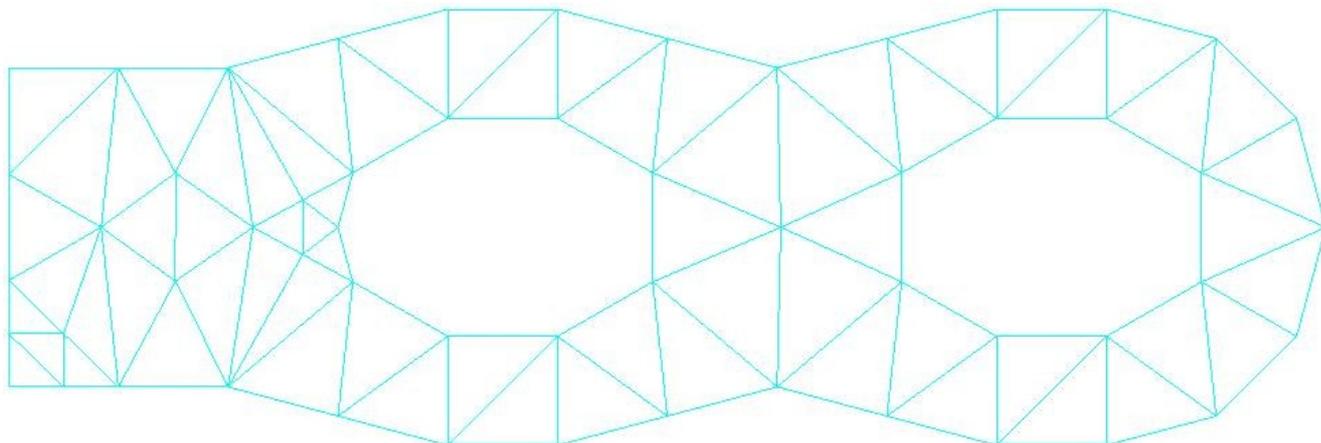
Déplacements D_X et D_Y pour le groupe de nœud A1, constitué d'un seul nœud, après la 3^{ème} adaptation :

$D_X = -3,891854 \times 10^{-5}$
 $D_Y = -1,394744 \times 10^{-4}$

2.6 Maillages adaptés

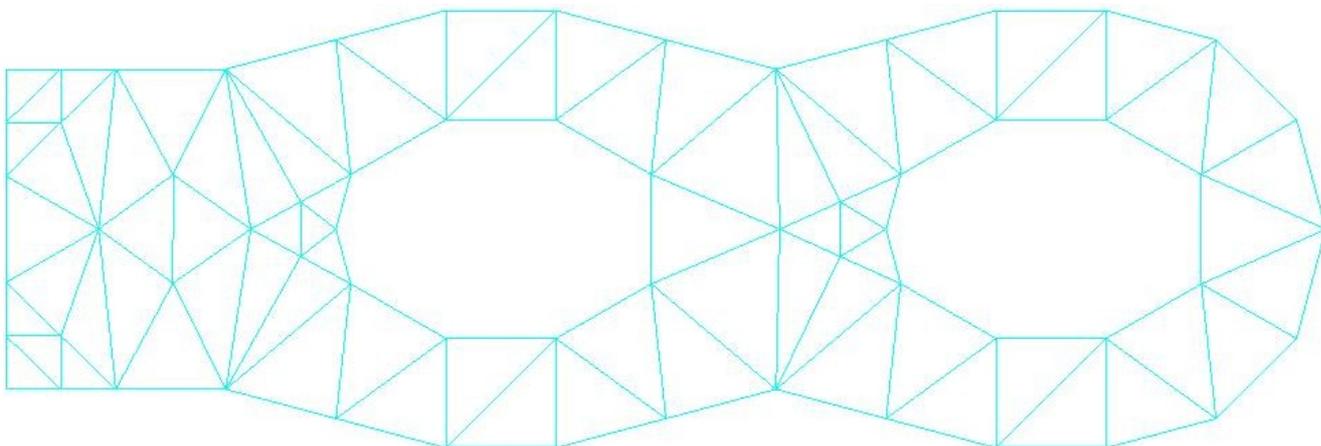
La boucle python de raffinement de maillage comporte 3 itérations à partir de l'indicateur d'erreur (ERME_ELEM) . Pour chaque itération, on décrit les caractéristiques de chaque maillage produit par la macro-commande MACR_ADAP_MAIL.

2.6.1 Maillage raffiné : itération 1



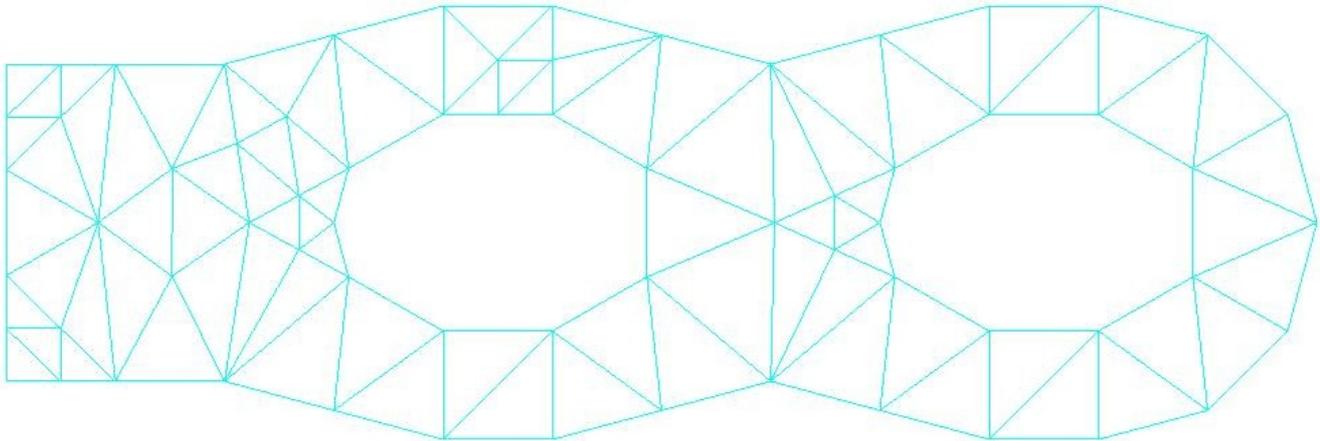
Nœuds : 179
SEG3 : 48
TRIA6 : 66

2.6.2 Maillage raffiné : itération 2



Nœuds : 200
SEG3 : 51
TRIA6 : 75

2.6.3 Maillage raffiné : itération 3



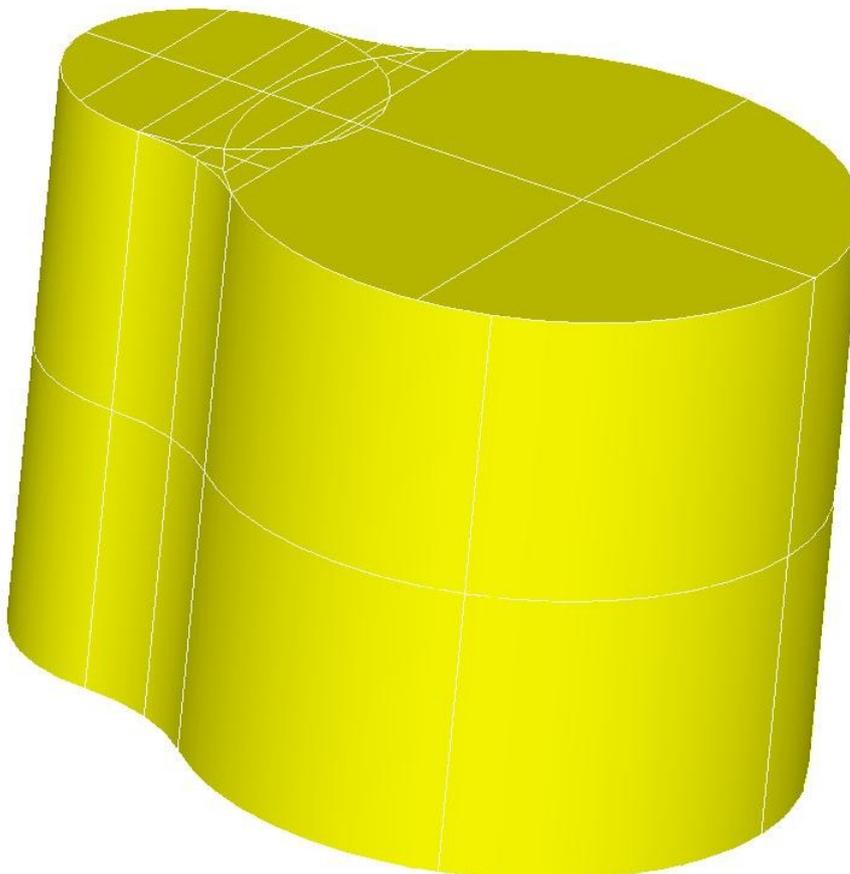
Nœuds : 219
SEG3 : 52
TRIA6 : 84

2.7 Remarques

On peut constater que les nœuds issus des découpages des segments sur la frontière vont se placer sur la description fine de la frontière.

3 Modélisation B

3.1 Géométrie



3.2 Propriétés du matériau

Le matériau est celui défini pour le cas-test de *THM* wtnl100a

3.3 Conditions aux limites et chargements

Le calcul est en mécanique non linéaire *HM* saturée. Après chaque adaptation, le calcul est initialisé par les résultats du calcul précédente, interpolés sur le nouveau maillage. On regardera l'évolution du déplacement sur un nœud de la surface supérieure.

Face	Mécanique	Hydraulique
Supérieure	Contrainte imposée	Flux nul
Inférieure	Déplacement nul	Flux nul
Latérale	Contrainte nulle	Pression imposée

Problème mécanique :

La pièce est bloquée sur la face inférieure :
Face Z_MIN : $DX = DY = DZ = 0$

On applique une pression sur la face supérieure :
Face Z_MAX : PRES = 1.0 10⁵

Les autres bords sont à contrainte nulle.

Problème hydraulique :

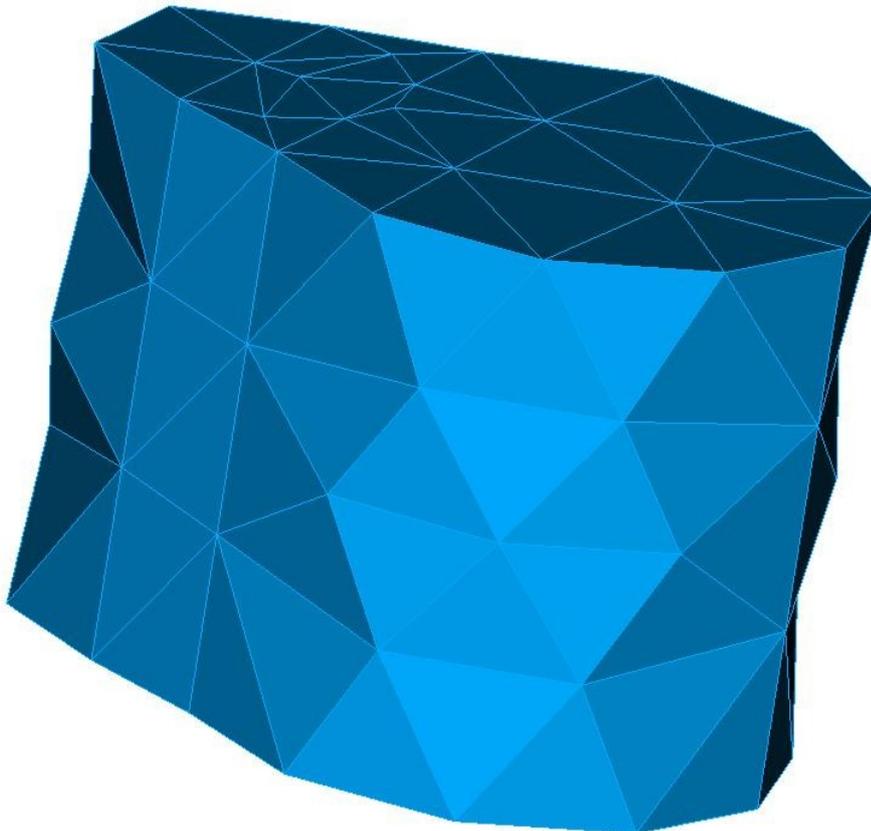
On applique une pression sur les faces latérales :
Faces COTE_0 , COTE_1 , COTE_2 , COTE_3 : PRE1 = 1.0 10⁵

Les autres bords sont à flux nul.

3.4 Caractéristiques du maillage

Le maillage initial avant raffinement.

Nœuds : 622
TRIA6 : 148
TET10 : 339



3.5 Résultats de référence

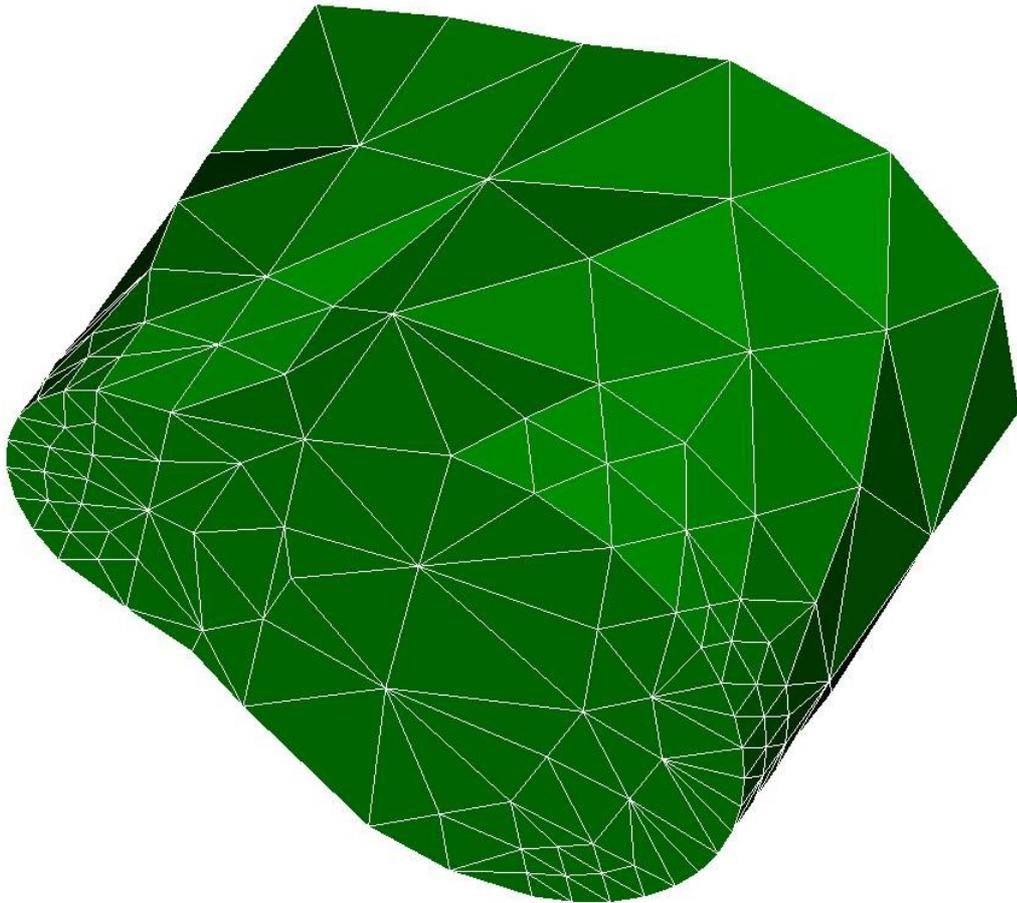
Déplacement DZ pour le groupe de nœud A , constitué d'un seul nœud, après la 3^{ème} adaptation :

$$DZ = -6,0386667168703 \times 10^{-2}$$

3.6 Maillages adaptés

La boucle python de raffinement de maillage comporte 3 itérations à partir du saut du champ de déplacement mécanique d'un nœud à son voisin. Pour chaque itération, on décrit les caractéristiques de chaque maillage produit par la macro-commande `MACR_ADAP_MAIL`.

Nœuds : 1611
TRIA6 : 362
TET10 : 901



3.7 Remarques

On peut constater que les nœuds issus des découpages des segments sur la frontière vont se placer sur la description analytique de la frontière.

On regardera avec attention le mécanisme employé pour relier les champs aux points de Gauss.

4 Synthèse des résultats

Ce cas-test montre le bon fonctionnement de la macro-commande `MACR_ADAP_MAIL` pour raffiner un maillage avec HOMARD avec suivi d'une frontière courbe 1D ou 2D .