SSNV228 – Mise en pré-tension d'un goujon

Résumé :
Ce test illustre la mise en pré-tension d'un goujon dans Code_Aster. La méthodologie retenue consiste à appliquer un déplacement relatif entre un groupe d'éléments du goujon et un groupe d'éléments de l'écrou (entre les deux faces qui sont normalement filetées). Deux modélisations sont proposées :
- Modélisation A : détermination manuelle du déplacement.
- Modélisation B : détermination automatisée du déplacement à l'aide de MACR_RECAL.

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

1 Problème de référence

1.1 Méthodologie

La mise en pré-tension consiste à imposer un déplacement relatif entre des nœuds de l'écrou et des nœuds du goujon. Ce déplacement relatif est imposé dans l'axe du goujon et doit correspondre à l'effort de serrage souhaité. Ce déplacement relatif est imposé via le mot-clé LIAISON_GROUP de la commande AFFE_CHAR_MECA_F.

Pour l'utilisateur, il s'agit donc de déterminer le déplacement à imposer pour trouver l'effort de serrage souhaité. Pour cela, il faut rejouer l'étude plusieurs fois en modifiant la valeur du déplacement relatif jusqu'à atteindre l'effort de serrage recherché.

Ce cas-test propose deux modélisations :
- Modélisation A : une modélisation pour illustrer un recalage manuel.
- Modélisation B : une modélisation pour illustrer un recalage automatisé.

Remarque :
Cette méthode ne s'applique qu'aux petits déplacements.
Elle fait l'hypothèse que la différence de déplacements entre l'écrou et le goujon est constante sur toute la zone.

1.2 Géométrie

La géométrie, présentée à la figure 1.2-a, est générée par l'outil métier «Calcul de bride» de SALOME-MECA-2012.1. Les dimensions, en millimètres sont indiquées en figure 1.2-b, ce sont les valeurs proposées par défaut dans l'outil.

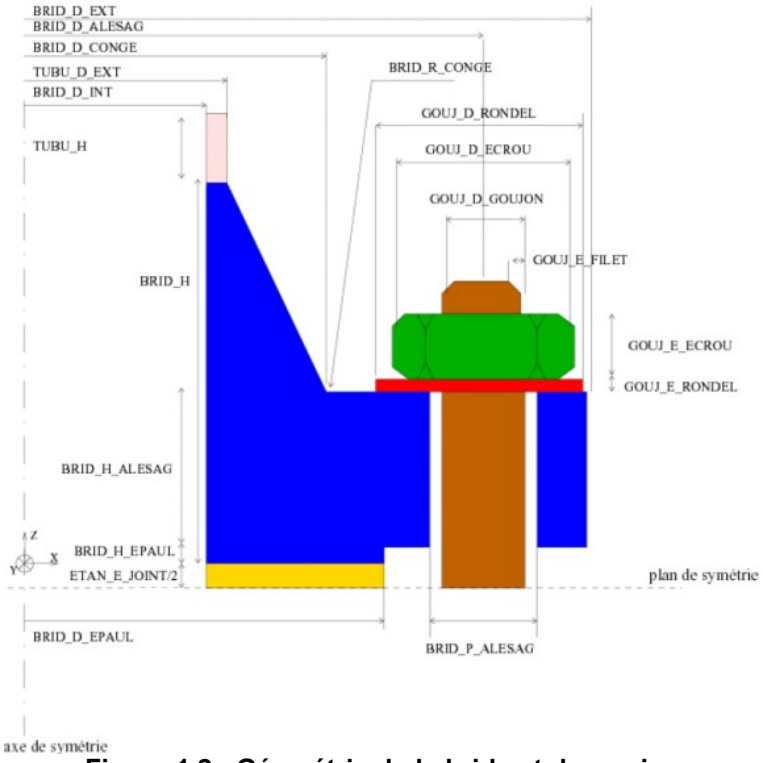

Figure 1.2-aGéométrie de la bride et du goujon.

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

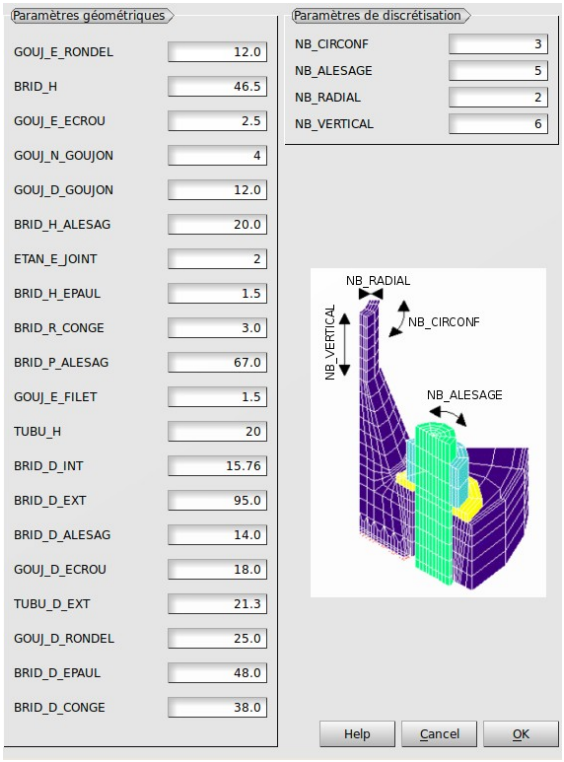

Figure1.2-bParamètres de la géométrie.

1.3 Maillage

Le maillage, présenté à la figure 1.3-a, est également généré par l'outil métier «Calcul de bride» de SALOME-MECA-2012.1. Il est linéaire et composé de 1108 hexaèdres et 70 prismes pour 1821 nœuds.

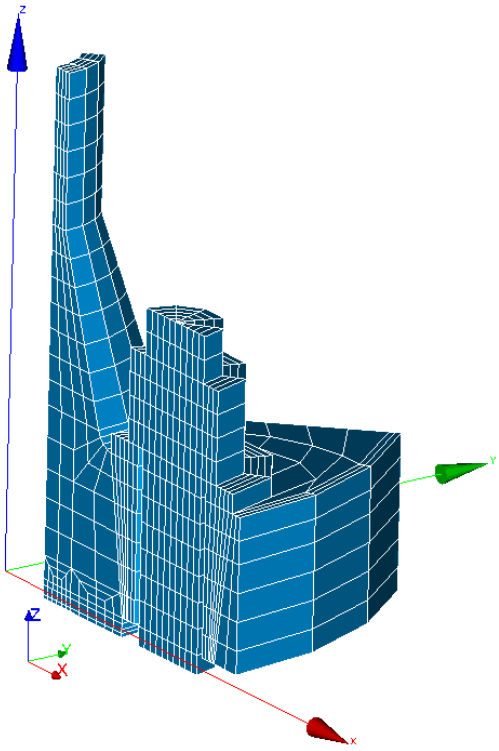

Figure 1.3-a

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

1.4 Matériaux

Le matériau est élastique et ses propriétés sont : $E=200\,000\,MPa$ et $\nu=0.3$.

1.5 Conditions aux limites, de contact et de chargement

Les conditions aux limites de blocages sont les suivantes :
- blocage du degré de liberté DZ sur les faces du dessous du goujon et du joint,
- conditions de symétrie via le blocage du déplacement normal de la face latérale avec alésage,
- conditions de symétrie via le blocage du déplacement normal de la face latérale sans alésage,
- condition de planéité de la face de coupe du tube dans le plan XY en imposant une valeur identique pour le degré de liberté DZ à tous les nœuds de la face,
- condition de serrage via une différence nulle entre les degrés de liberté DX et DY des nœuds de l'écrou et du goujon en vis à vis,
- pression de $1.0\text{E-}06\,Pa$ à l'intérieur du tube.
- condition de contact entre les faces du joint et de la bride.

Le chargement correspond à un déplacement relatif imposé aux nœuds de l'écrou et du goujon. Il est nul à l'instant zéro et vaut DEPL_R__ à l'instant 1.0 .

Remarque :
Le déplacement est nommé DEPL_R__ de manière à réutiliser le fichier de commande de la modélisation A directement avec MACR_RECAL dans la modélisation B. En effet, la macro-commande nécessite la présence de '__' à la fin du nom des paramètres à recaler.

1.6 Modélisation

La modélisation est 3D.

1.7 Effort recherché

On cherche à appliquer un déplacement DEPL_R__ correspondant à une contrainte moyenne de $30\ MPa$ dans la tige du goujon, soit un effort résultant de :

$F^{résultant}=\sigma^{pré-tension}.\pi.R_{goujon}^2/2=1695.6\text{N}$. La division par 2 tient compte de la symétrie.

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

2 Modélisation A

2.1 Caractéristiques de la modélisation

Cette modélisation illustre la méthodologie de serrage d'un goujon. Il s'agit d'imposer un déplacement relatif entre les nœuds de l'écrou et du goujon et de calculer l'effort résultant. Le calcul est réalisé en modifiant la valeur de DEPL_R__ jusqu'à ce que l'effort résultant corresponde à l'effort recherché.

2.2 Grandeurs testées et résultats

Le recalage réalisé est jugé satisfaisant lorsque DEPL_R__ est de $8.0\text{E-}3\,mm$. Cette valeur permet de mettre le goujon en pré-tension avec une contrainte moyenne de $30\,MPa$ dans la tige du goujon.

L'effort résultant est comparé à l'effort recherché.

Résultat	Référence	Valeur de référence	Tolérance
Effort résultant sur l'écrou	ANALYTIQUE	$-1695.6\,N$	1.0E-02

Des tests de non-régression avec une tolérance de $1.0\text{E-}6$ sont réalisés sur les efforts résultants des faces suivantes :

- face de l'écrou en contact avec le goujon,
- face du goujon en contact avec l'écrou,
- face du dessous du goujon,
- face du joint en contact avec la bride,
- face de la bride en contact avec le joint.

Remarque : l'effort résultant calculé sur chacune des faces est identique.

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

3 Modélisation B

3.1 Caractéristiques de la modélisation

Cette modélisation illustre la méthodologie du mise en tension d'un goujon en réalisant un recalage automatique de la valeur du déplacement relatif entre les nœuds de l'écrou et du goujon. Pour cela, on utilise la macro-commande MACR_RECAL dans un fichier maître et la modélisation A comme fichier esclave.

La fonction de l' effort cible à atteindre :

```
CIBLE=DEFI_FONCTION(
   NOM_PARA='INST',
   NOM_RESU='DZ',
   VALE=( 0.0 , 0.0 ,
          1.0 , F_RESULT ,),
)
```

L'appel à la commande de recalage :

```
RECAL=MACR_RECAL(
   PARA_OPTI = _F(NOM_PARA='DEPL_R__',
                  VALE_INI=0.004, VALE_MIN=0.004, VALE_MAX=0.012,),
   COURBE    = _F(FONC_EXP=CIBLE, NOM_FONC_CALC='REACF',
                  PARA_X='INST', PARA_Y='DZ'),
)
```

Dans le fichier esclave le calcul de REACF :

```
REACF=POST_RELEVE_T(
   ACTION=_F(INTITULE='FZ_CEG',
             OPERATION='EXTRACTION',
             RESULTAT=RESU,
             NOM_CHAM='REAC_NODA',
             RESULTANTE='DZ',
             GROUP_NO='N_SCEG',),
)
```

3.2 Grandeurs testées et résultats

Le recalage réalisé permet de déterminer une valeur de DEPL_R_ proche de $8.0\text{E-}3\,mm$. Cette valeur permet de mettre le goujon en tension avec une contrainte moyenne de $30\,MPa$ dans sa tige.

La seule grandeur qu'il est possible de récupérer dans le concept MARC_RECAL est la valeur du paramètre. Le TEST_RESU est donc réalisé sur cette valeur, et c'est un test de non-régression.

Résultat	Référence	Valeur de référence	Tolérance
Effort résultant sur l'écrou	NON- REGRESSIO N	0.0079595	5.0E-06

Remarque : dans le fichier esclave une impression de REACF est réalisé. La valeur de l'effort correspondant au paramètre est $-1.69560\text{E+}03$ *, ce qui correspond à la valeur de l'effort cible.*

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

4 Synthèse des résultats

Les deux méthodes permettent d'obtenir le même résultat, soit un déplacement relatif à imposer proche de $8.0\text{E-}3\,mm$ pour obtenir une contrainte moyenne de $30\,MPa$ dans le goujon.

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