Réalisation du calcul d'un assemblage goujon-bride

1 But

Cette note concerne, la réalisation du maillage et du calcul global d'un assemblage goujon-bride avec *Code_Aster*.

Les calculs proprement dits ainsi que les macro-commandes évoquées dans ce document sont disponibles dans les fichiers de commandes des cast-test ZZZZ120A et ZZZZ120B.

La production du maillage nécessite l'utilisation de la fonction MACR_GOUJ2E_MAIL qui doit être définie au début du fichier de commandes. En revanche, le calcul est réalisé uniquement avec les commandes de *Code_Aster*. La macro-commande POST_GOUJ permet la présentation des résultats dans un format qui facilite leur lecture. Comme la fonction MACR_GOUJ2E_MAIL, cette macro-commande doit être définie au début du fichier de commandes. Le calcul nécessite également l'utilisation de la base de données contenant les caractéristiques géométriques et mécaniques des assemblages.

Nous donnons le contenu de la base dans sa version 1.00 du 16/09/1999 qui a été produite par le Département MMN à partir de l'ancienne base (« gouj2ech.base_v1_11 » version 1.09 du 9/6/1997) qualifiée par l'UTO, et nous rappelons brièvement la manière d'alimenter cette nouvelle base de données.

Cette base est conçue pour que l'apport de nouvelles données, caractérisant de nouvelles situations locales, puisse s'effectuer facilement.

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

2 Introduction

Cette note concerne, l'utilisation de la fonction macr_gouj2e_mail et de la macro-commande POST_GOUJ qui permettent, respectivement, de réaliser le maillage d'un assemblage goujon-bride et de post-traiter les résultats d'un calcul mécanique réalisé avec les commandes classiques de *Code_Aster*. Le calcul nécessite également l'utilisation de la base de données contenant les caractéristiques géométriques et mécaniques des assemblages.

Dans un premier temps nous décrivons la fonction macr_gouj2e_mail et la macro-commande POST_GOUJ. Le texte de ces macro-commandes ainsi que leur catalogues sont disponibles dans les fichiers de commandes des cas-tests ZZZZ120A et ZZZZ120B.

Dans la deuxième partie nous détaillons le contenu du profil d'étude et du fichier de commandes. Nous poursuivons en précisant la manière d'utiliser la fonction macr_gouj2e_mail, la macro-commande POST_GOUJ et les commandes classiques pour réaliser le maillage et le calcul global d'un assemblage goujon-bride. Pour terminer, nous décrivons le contenu du fichier de résultats (.resu) avant d'aborder rapidement le contenu du fichier de message (.mess).

La dernière partie est consacrée à la base de données des caractéristiques géométriques et mécaniques des goujons. Nous décrivons les courbes de comportement des filets ainsi que l'organisation des différentes données. Nous donnons le contenu de la base dans sa version 1.00 du 16/09/1999 qui a été produite par le Département MMN. Enfin, nous rappelons brièvement la manière d'alimenter cette base de données.

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

3 Description de la fonction macr_gouj2e_mail

3.1 But de macr_gouj2e_mail

Créer les fichiers de commandes GIBI dans les unités UNITD et UNITP.

3.2 Syntaxe

```
Macr_gouj2e_mail
 (
    ♦ TYPE      =  / 'M33',                                    [TXM]
                   / 'M64',
                   / 'M90',
                   / 'M115',
                   / 'M155',
                   / 'M180',
                   / 'M186',

    ♦ VARIANTE  =  / 'A',                                      [TXM]
                   / 'B',
                    / 'C',
                   / 'D',
                   / 'E',
                    / 'F',
                   / 'G',
                   / 'H',
                   / 'I',
                   / 'J',
                   / 'K',
                   / 'L',
                    / 'M',
                   / 'N',
                   / 'O',
                   / 'P',
                   / 'Q',
                   / 'R',
                   / 'S',
                   / 'T',
                   / 'U',
                    / 'V',
                   / 'W',
                   / 'X',
                    / 'Y',
                   / 'Z',

    ♦ NB_FILET     =  Nf,                                      [I]
    ♦ H_CORP_BRID  =  H_corps_bride,                           [R]
    ♦ R_EXT_BRID   =  Reb,                                     [R]
    ◊ H_HAUT_BRID  =  / H_haut_bride,                          [R]
                      / 0.0D0,                                 [DEFAUT]
    ◊ H_BAS_BRID   =  / H_bas_bride,                           [R]
                      / 0.0D0,                                 [DEFAUT]
    ◊ FILET_ABST   =  Numero_filet,                            [L_I]

    ♦ UNITD  =  70,                                            [I]
```


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

```
        ♦ UNITP  =  71,                                          [I]
    )
```


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

3.3 Définition géométrique de l'assemblage goujon-bride

Les assemblages goujon-brides qui sont concernés ici sont ceux qui maintiennent le couvercle de cuve ou la plaque du trou d'homme fermés.

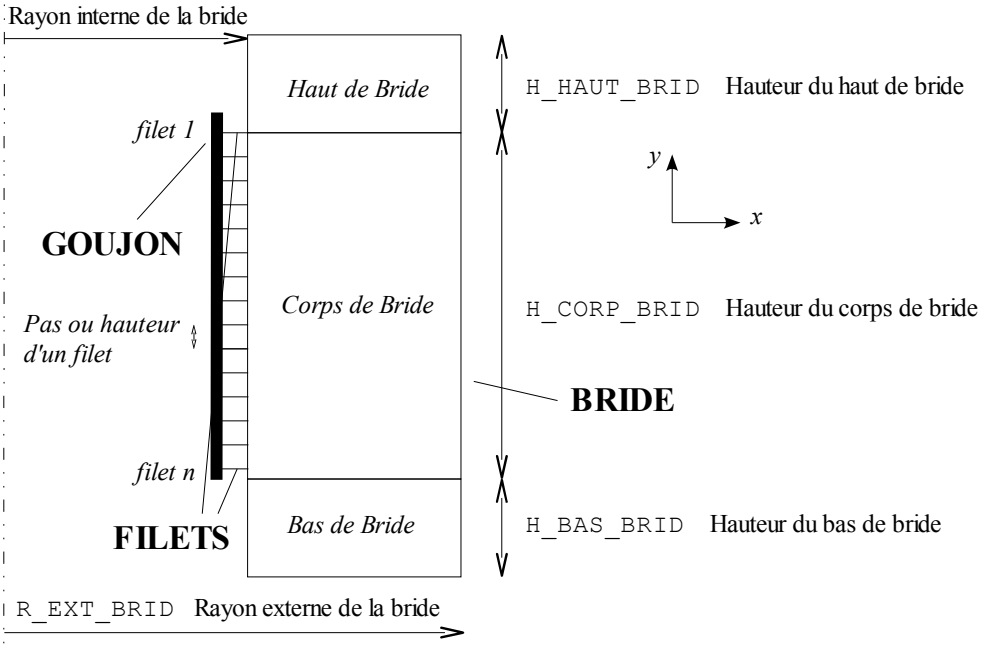


Figure 3.3-a : description des différents paramètres géométriques de l'assemblage goujon-bride

Le rayon interne de la bride, le rayon externe du goujon ainsi que le pas ou la hauteur d'un filet sont des grandeurs caractéristiques d'un assemblage donné. Ces trois dernières grandeurs ne sont donc pas accessibles à l'utilisateur.

Toutes les dimensions (longueurs) doivent être données en **millimètres**. Si l'utilisateur donne des valeurs aux hauteurs du haut de bride et du bas de bride, celles-ci ne peuvent pas être inférieures à un millimètre.

3.4 Opérandes

3.4.1 Opérande TYPE

♦ TYPE = / 'M33', [TXM]
/ 'M64',
/ 'M90',
/ 'M115',
/ 'M155',
/ 'M180',
/ 'M186',

Cet opérande permet d'indiquer le type de caractéristiques que l'on veut inclure, par exemple le type 'M186' correspond au goujon de couvercle de cuve du palier N4.

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

3.4.2 Opérande VARIANTE

♦ VARIANTE = / 'A', [TXM]
/ 'B',
/ 'C',
/ 'D',
/ 'E',
/ 'F',
/ 'G',
/ 'H',
/ 'I',
/ 'J',
/ 'K',
/ 'L',
/ 'M',
/ 'N',
/ 'O',
/ 'P',
/ 'Q',
/ 'R',
/ 'S',
/ 'T',
/ 'U',
/ 'V',
/ 'W',
/ 'X',
/ 'Y',
/ 'Z',

Cet opérande permet de préciser la variante dans le type de caractéristique que l'on veut inclure.

3.4.3 Opérande NB_FILET

♦ NB_FILET = Nf [I]

Nombre total théorique de filets d'un assemblage goujon-bride.

3.4.4 Opérande H_CORP_BRID

♦ H_CORP_BRID = H_corps_bride [R]

Hauteur du corps de bride en millimètres. Le corps de bride est la partie de la bride qui est en prise avec les filets.

3.4.5 Opérande R_EXT_BRID

♦ R_EXT_BRID = Reb [R]

Valeur du rayon extérieur de la bride en millimètres.

3.4.6 Opérande H_HAUT_BRID

◊ H_HAUT_BRID = H_haut_bride [R]

Hauteur du haut de bride en millimètres.

3.4.7 Opérande H_BAS_BRID

◊ H_BAS_BRID = H_bas_bride [R]

Hauteur du bas de bride en millimètres.

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

3.4.8 Opérande FILET_ABST

◊ FILET_ABST = Numero_filet [L_I]

Ce mot-clé permet d'indiquer la liste des filets absents, s'il y a lieu (voir [Figure 3.3-a]).

3.4.9 Opérande UNITD

♦ UNITD = 70 [I]

Numéro de l'unité logique qui contient les paramètres utilisateur et le début du fichier contenant les instructions de maillage (gouj1.datg).

3.4.10 Opérande UNITP

♦ UNITP = 71 [I]

Numéro de l'unité logique qui contient les instructions d'élimination des éventuels filets absents et la fin du fichier contenant les instructions de maillage (gouj2.datg).

Remarque :

*Les fichiers fort.70 (*UNITD = 70*) et fort.71 (*UNITP = 71*) sont exécutés de manière enchaînée par GIBI par le truchement de l'instruction GIBI : « OPTI DONN '../fort.71' ; » qui se trouve à la fin du fichier* gouj1.datg*, donc du fichier fort.70. **Les deux mots clés UNITD et UNITP sont renseignés au moment de la définition de la fonction macr_gouj2e_mail**.*

3.5 Exemple

```
INCLUDE ( UNITE = 38, )

TYPE        = 'M155'
VARIANTE    = 'A'
NB_FILET    = 56
H_CORP_BRID = 225.0
R_EXT_BRID  = 140.0
H_HAUT_BRID = 200.0
H_BAS_BRID  = 0.0
FILET_ABST  = (3, 4,)

macr_gouj2e_mail(TYPE,VARIANTE,NB_FILET,H_CORP_BRID,R_EXT_BRID,
                 H_HAUT_BRID,H_BAS_BRID,FILET_ABST,)

loc_outils=aster.repout()

EXEC_LOGICIEL(LOGICIEL=loc_outils+'gibi',
              ARGUMENT=(_F(NOM_PARA='fort.70'),
                        _F(NOM_PARA='fort.19')), );

PRE_GIBI()

MAIL=LIRE_MAILLAGE()

MAIL=DEFI_GROUP(reuse = MAIL,
                MAILLAGE=MAIL,
                CREA_GROUP_NO=(_F(NOM='NDFILETS',
                                  GROUP_MA='CORPSGOU',
                                  CRIT_NOEUD='TOUS')), )
```


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

Remarques :

La commande INCLUDE *permet d'inclure les commandes qui définissent tous les assemblages goujon-bride. Les données nécessaires à la construction du maillage sont récupérées par la fonction* macr_gouj2e_mail *à partir des informations indiquées dans les opérandes :* TYPE *et* VARIANTE *.*
Les opérandes UNITD *et* UNITP *ne sont pas renseignés lors de l'utilisation de la fonction* macr_gouj2e_mail parce qu'ils le sont lors de la définition de cette dernière.
Dans la commande EXEC_LOGICIEL, 'gibi' *et* 'gibi2000' *correspondent à la version 2000 de Gibi sur la machine Aster (Alpha Serveur).*

4 Description de la macro commande POST_GOUJ

4.1 But de POST_GOUJ

Réaliser le post traitement dans un format spécifique.

Transformer une table créée par POST_RELEVE_T en une table d'un format spécifique de type table_sdaster. La table de type table_sdaster contient les paramètres 'NUME_FILET', 'NOEUDS' (numéro de nœud correspondant au numéro de filet), 'NUME_ORDRE' (correspondant à l'incrément de charge), 'REACTION' (réaction des filets) et 'REACTION_CUM' (réaction cumulée des filets en %).

Produit une structure de données de type table_sdaster.

4.2 Syntaxe

```
ntab   [table_sdaster]  = POST_GOUJ

(

    ♦  TABLE  = tabl_post_rele ,                                    [TXM]

)
```

4.3 Opérande

4.3.1 Opérande TABLE

♦ TABLE = [TXM]

Cet opérande permet d'indiquer le nom de la table de type tabl_post_rele que l'on veut modifier.

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

4.4 Exemple

```
TFORC = POST_RELEVE_T (
                         ACTION =_F(
                                    INTITULE   = 'RESU_T1',
                                    GROUP_NO   = 'NDFILETS',
                                    RESULTAT   = CALC,
                                    NOM_CHAM   = 'FORC_NODA',
                                    TOUT_ORDRE = 'OUI',
                                    NOM_CMP    = 'DY',
                                    OPERATION  = 'EXTRACTION'
                                  )
                       )

NTFORC = POST_GOUJ (
                      TABLE  = TFORC,
                    )

IMPR_TABLE ( TABLE    = NTFORC,
             NOM_PARA = ( 'NUME_FILET', 'NOEUDS' ),
             FILTRE   =_F (
                           NOM_PARA  = 'NOEUDS',
                           CRIT_COMP = 'NON_VIDE'
                         ),
             FORMAT   = 'AGRAF'
           )

IMPR_TABLE ( TABLE    = NTFORC,
             NOM_PARA = (
                         'NUME_ORDRE', 'NUME_FILET',
                         'REACTION', 'REACTION_CUMU'
                        ),
             FILTRE   =_F (
                           NOM_PARA  = 'NUME_ORDRE',
                           CRIT_COMP = 'EQ',
                           VALE_I    = 1
                         ),
             FORMAT   = 'AGRAF'
           )
```

5 Réalisation du calcul d'un assemblage goujon-bride

Dans cette partie on indique la manière d'utiliser la fonction `macr_gouj2e_mail`, la macro-commande `POST_GOUJ` et les commandes de *Code_Aster* pour faire un calcul global d'un assemblage goujon-bride. On commencera par décrire le profil d'étude (fichier `.astk`), on poursuivra en explicitant le contenu des fichiers de commandes (fichier `.comm`), de résultats (fichier `.resu`) et de messages (fichier `.mess`). Le contenu de la base de données (unité logique `38` format libre) est décrit dans le [§6].

5.1 Le profil d'étude

Dans le profil d'étude, seuls deux fichiers sont obligatoires en données : le fichier de commandes (fichier `.comm`) et le fichier contenant la base de données (unité logique `38` format libre). Le fichier contenant le maillage (fichier `.mail`) est automatiquement produit et n'est pas visible par l'utilisateur. Néanmoins, ce dernier peut visualiser le maillage produit en mettant en résultat le fichier « maillage Gibi, (`mgib`) » correspondant à l'unité logique `53`, et en utilisant dans le fichier de commandes la commande `IMPR_RESU` comme indiqué dans le paragraphe [§ 5.2.2].
Le fichier de résultats (fichier `.resu`) permet d'exploiter les résultats.

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

5.2 Le fichier de commandes

Le fichier de commandes (fichier .comm) **doit obligatoirement contenir les lignes suivantes avant la commande DEBUT ()** :

```
import aster
import os

########################################################################
# Generation du nom du fichier pour l unite logique unite
def name_file(unite):
    cur_dir = os.getcwd()
    nomFichier = cur_dir+'/fort.'+str(unite)
    return nomFichier
########################################################################

########################################################################
# creation des fichiers de commande GIBI dans les unites UNITD et UNITP
def macr_gouj2e_mail(TYPE,VARIANTE,NB_FILET,H_CORP_BRID,R_EXT_BRID,
                     H_HAUT_BRID,H_BAS_BRID,FILET_ABST,
                     UNITD=70,UNITP=71) :
   texte =          '*************************************************************\n'
   texte = texte + '*                                                            \n'
   texte = texte + '* CREATION DU MAILLAGE DE GOUJON, FILETS ET BRIDE 2D AXIS  \n'
   texte = texte + '* ---------------------------------------------------------\n'
   texte = texte + '*********************************************          \n'
   texte = texte + '*                VERSION 1.0                    *          \n'
   texte = texte + '*            VERSION DU 15/07/1999              *          \n'
   texte = texte + '*********************************************          \n'
   texte = texte + '*                                                            \n'
   texte = texte + 'OPTI NIVE 10 ;                                               \n'
   texte = texte + 'OPTI ECHO 0  ;                                               \n'
   texte = texte + '*************************************************************\n'
   texte = texte + '****              PROGRAMME  PRINCIPAL                  ****\n'
   texte = texte + '*************************************************************\n'
   texte = texte + '*                                                            \n'
   texte = texte + '   OPTION DIME 2 ELEM QUA4 ECHO 0 ;                          \n'
   texte = texte + '* DEBUT PARAMETRES UTILISATEUR                               \n'
   texte = texte + '*                                                            \n'
   texte = texte + '* PARAMETRES GENERAUX                                        \n'
   texte = texte + '*                                                            \n'
   texte = texte + 'RI_BRI       = '+str(eval('RIB'+TYPE+VARIANTE)) +';'+'     \n'
   texte = texte + 'RE_GOUJ      = '+str(eval('REG'+TYPE+VARIANTE)) +';'+'     \n'
   texte = texte + 'PAS          = '+str(eval('HF' +TYPE+VARIANTE)) +';'+'     \n'
   texte = texte + 'RE_BRI       = '+str(R_EXT_BRID )+';                       \n'
   texte = texte + 'HTE_BRI      = '+str(H_CORP_BRID)+';                       \n'
   texte = texte + 'NFIL         = '+str(NB_FILET   )+';                       \n'
   texte = texte + 'H_MINFI      = '+str(H_BAS_BRID )+';                       \n'
   texte = texte + 'H_HTBRI      = '+str(H_HAUT_BRID)+';                       \n'
   texte = texte + '* FIN PARAMETRES UTILISATEUR                               \n'
   textp = ''
   if FILET_ABST!=None :
      for num in FILET_ABST :
          textp = textp + 'FILETS = DIFF FILETS FIL00'+str(num)+';            \n'
   loc_datg = aster.repdex()
   textp = textp + """OPTI DONN '"""+loc_datg+"""gouj2.datg';                \n"""
   texte = texte + """OPTI DONN '"""+loc_datg+"""gouj1.datg';                \n"""
```


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

```
   # Nom du fichier de commandes pour GIBI
   nomFichierDATG = name_file(UNITD)
   nomFichierDATP = name_file(UNITP)

   # Ouverture du fichier d entree de commandes gibi
   fdgib=open(nomFichierDATG,'w')
   fdgip=open(nomFichierDATP,'w')
   fdgib.write(texte)
   fdgip.write(textp)
   fdgib.close()
   fdgip.close()

   return
##########################################################################

##########################################################################
# macro commande de post-traitement (ex POST_GOUJ2E)
# calcul des reactions cumulees suivant les filets

def POST_GOUJ_ops(self,TABLE):
  ier=0
  ### On importe les definitions des commandes a utiliser dans la macro
  CREA_TABLE  =self.get_cmd('CREA_TABLE')

  aa1=TABLE.EXTR_TABLE()
  aaa=aa1.values()

  v_DY=aaa['DY']
  v_NU=aaa['NUME_ORDRE']
  NBVAL=len(v_DY)
  nbv=0
  for num in v_NU :
    if num==v_NU[0] : nbv=nbv+1
  if nbv>0 : ninch=NBVAL/nbv
  else : print "error"

  v_F1=[v_DY[i*nbv:(i+1)*nbv] for i in range(ninch)]
  v_FO=[]
  v_CU=[]
  def add(x,y): return x+y
  for liste in v_F1:
    liste.reverse()
    v_FO.append(liste)
    ftot=reduce(add,liste)
    v_CU.append([reduce(add,liste[:i+1])*100./ftot for i in range(len(liste))])

  v_NF=[]
  for i in range(ninch)    : v_NF=v_NF+range(1,nbv+1)
  v_RE=[]
  for liste in v_FO : v_RE=v_RE+liste
  v_RC=[]
  for liste in v_CU : v_RC=v_RC+liste

  self.DeclareOut('tab3',self.sd)
  tab3=CREA_TABLE(LISTE=(_F( PARA    = 'NUME_ORDRE' ,
                             LISTE_I = v_NU ),
                         _F( PARA    = 'NUME_FILET' ,
                            LISTE_I = v_NF ),
                        _F( PARA    = 'REACTION' ,
```


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

```
                            LISTE_R = v_RE ),
                         _F( PARA    = 'REACTION_CUMU' ,
                            LISTE_R = v_RC ),
                  ))
  return 0

POST_GOUJ=MACRO(nom="POST_GOUJ",op=POST_GOUJ_ops,sd_prod=table_sdaster,reentrant='
n',fr="",
                  TABLE=SIMP(statut='o',typ=tabl_post_rele),)
########################################################################
```


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

Remarque :

Les lignes précédentes sont présentes dans les cas tests ZZZZ120A *et* ZZZZ120B*, il faudra donc les recopier au début de tout nouveau fichier de commandes.*

Ensuite le fichier de commandes devra contenir les commandes et les ensembles de commandes dans l'ordre indiqué ci-dessous :

- `DEBUT ( )`
- `INCLUDE ( )`
- `mail = { Ensemble de commandes qui produisent le maillage. }`
- `calc = { Ensemble de commandes qui réalisent le calcul. }`
- `FIN ( )`

5.2.1 Détail de la commande INCLUDE

La syntaxe de la commande `INCLUDE` est la suivante :

```
INCLUDE ( UNITE = 38, )
```

Le numéro d'Unité Logique (`38`) correspond au fichier contenant la base de données, cf. [§5.1].

5.2.2 Production du maillage

La fonction `macr_gouj2e_mail`, cf.[[§3] et l'ensemble de commandes décrites plus bas assurent la production du maillage d'un assemblage goujon-bride tel que celui qui est présenté sur la [Figure 3.3-a]. **Hormis la commande IMPR_RESU, Elles sont toutes nécessaires.**

- la fonction `macr_gouj2e_mail` ;
- La ligne `loc_outils=aster.repout()` ;
- la commande `EXEC_LOGICIEL` ;
- la commande `PRE_GIBI` ;
- la commande `MAIL=LIRE_MAILLAGE` ;
- la commande `MAIL=DEFI_GROUP` ;
- la commande facultative `IMPR_RESU`.

La commande `EXEC_LOGICIEL` lance le logiciel Gibi qui engendre le fichier de maillage au format Gibi (fichier `.mgib`) à partir des fichiers de données Gibi (fichier `.datg`) auquel l'utilisateur n'a pas accès.

La fonction `macr_gouj2e_mail` sert à récupérer dans la base de données le rayon interne de la bride, le rayon externe du goujon et le pas des filets du goujon caractérisé par son type et sa variante, cf. [§3]. De plus cette fonction prépare les fichiers de données Gibi (`.datg`). Les caractéristiques géométriques de la bride et des filets sont précisé par le truchement des opérandes `H_CORP_BRID` (Hauteur du Corps de Bride, partie de la bride en prise avec les filets) et `R_EXT_BRID` (Rayon Extérieur de la Bride) qui sont obligatoires. Les opérandes `H_HAUT_BRID` (Hauteur du Haut de Bride) et `H_BAS_BRID` (Hauteur du Bas de Bride) sont facultatifs, ils valent zéro par défaut. Toutes les dimensions doivent être données en **millimètres**. Si l'utilisateur donne des valeurs aux hauteurs du haut de bride et du bas de bride, celles-ci ne peuvent pas être inférieures à 1 millimètre. Le rayon interne de la bride, le rayon externe du goujon ainsi que le pas ou la hauteur d'un filet sont des grandeurs caractéristiques d'un assemblage donné qui sont stockées dans la base ; elles ne sont pas, par conséquent, à renseigner par l'utilisateur.
On indique le nombre total et théorique de filets avec le mot clé simple obligatoire `NB_FILET`. Si certains des filets sont absents ou manquants, le mot clé simple `FILET_ABST` permet d'en indiquer la liste. Les filets absents ne sont pas maillés.

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

Remarque 5.2.2-1 :

Le nom du concept maillage (ici mail) doit être différent des noms de concepts définis dans la base de données, dont on présente la liste dans le [Tableau 5.2.2-1]. Dans le [Tableau 5.2.2-1], les préfixes SGM , REGM , etc. sont réservés à des concepts de la base de données (qui peut être enrichie plus tard), le symbole « xx » peut être égal à 33 , 64 , 90 , 115 , 155 , 180 ou 186 . Le symbole « y » peut être égal à l'une des vingt six lettres de l'alphabet.

Nom concept	Définition
SGMxxy	section du goujon
REGMxxy	rayon extérieur du goujon
HFMxxy	hauteur ou pas du filet
RIBMxxy	rayon intérieur de la bride
CFMxxy	configuration filet
HBMxxy	haut de bride
COMxxy	comportement mécanique
MABMxxy	nom du matériau de la bride
MAGMxxy	nom du matériau du goujon
PFMxxy	comportement du premier filet (courbe de traction)
DFMxxy	comportement du deuxième filet (courbe de traction)
FCMxxy	comportement des filets courants (courbe de traction)
MGMxxy	définition du matériau du goujon (E et NU)
MBMxxy	définition du matériau de la bride (E et NU)
FTMxxy	comportement d'un filet tronqué (courbe de traction)
FTAMxxy	comportement d'un filet tronqué de type A (courbe de traction)
FTBMxxy	comportement d'un filet tronqué de type B (courbe de traction)
JHTMxxy	comportement d'un filet dont le jeu est hors tolérance (courbe de traction)
HTAMxxy	comportement d'un filet dont le jeu est hors tolérance de type A (courbe de traction)
HTBMxxy	comportement d'un filet dont le jeu est hors tolérance de type B (courbe de traction)

Tableau 5.2.2-1 : Liste des noms de concepts qui sont interdits à l'utilisateur

Ci-dessous nous indiquons un exemple type de fichier de commandes permettant de produire le maillage d'un assemblage goujon-bride.

```
# donnees utilisateur
# il faut satisfaire les contraintes :
#
# hauteur de bride inferieure au nombre de filets par le pas :
# NB_FILET * HFM155A < H_CORP_BRID
#
# rayon interieur de bride inferieur au rayon exterieur :
# RIBM155A < R_EXT_BRID
#
# rayon exterieur du goujon inferieur au rayon interieur de bride :
# REGM155A < RIBM155A
#
TYPE         = 'M155'
VARIANTE     = 'A'
NB_FILET     =  56
H_CORP_BRID  = 225.0
R_EXT_BRID   = 140.0
H_HAUT_BRID  = 200.0
H_BAS_BRID   =   0.0
FILET_ABST   = (3,4,)
```


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

```
macr_gouj2e_mail(TYPE,VARIANTE,NB_FILET,H_CORP_BRID,R_EXT_BRID,
                 H_HAUT_BRID,H_BAS_BRID,FILET_ABST,)

loc_outils=aster.repout()

EXEC_LOGICIEL(LOGICIEL=loc_outils+'gibi',
              ARGUMENT=(_F(NOM_PARA='fort.70'),
                        _F(NOM_PARA='fort.19')), );

PRE_GIBI()

MAIL=LIRE_MAILLAGE()

MAIL=DEFI_GROUP(reuse = MAIL,
                MAILLAGE=MAIL,
                CREA_GROUP_NO=(_F(NOM='NDFILETS',
                                  GROUP_MA='CORPSGOU',
                                  CRIT_NOEUD='TOUS')), )
```

Enfin, toutes les entités du maillage qui peuvent être affectées d'un comportement particulier ou d'un chargement sont nommées :

```
  LA PILE NUMERO   1 CONTIENT      73 OBJET(S) MAILLAGE
  IL Y A       66  OBJET(S) NOMME(S) :
  CORPSGOU     5  HAUTGOUJ     6  GOUJON       7  FIL001       8  FILETS       9
  FIL002      10  FIL005      11  FIL006      12  FIL007      13  FIL008      14
  FIL009      15  FIL010      16  FIL011      17  FIL012      18  FIL013      19
  FIL014      20  FIL015      21  FIL016      22  FIL017      23  FIL018      24
  FIL019      25  FIL020      26  FIL021      27  FIL022      28  FIL023      29
  FIL024      30  FIL025      31  FIL026      32  FIL027      33  FIL028      34
  FIL029      35  FIL030      36  FIL031      37  FIL032      38  FIL033      39
  FIL034      40  FIL035      41  FIL036      42  FIL037      43  FIL038      44
  FIL039      45  FIL040      46  FIL041      47  FIL042      48  FIL043      49
  FIL044      50  FIL045      51  FIL046      52  FIL047      53  FIL048      54
  FIL049      55  FIL050      56  FIL051      57  FIL052      58  FIL053      59
  FIL054      60  FIL055      61  FIL056      62  BASGBRID    63  GBRIDE      64
  BRIDE       65  HBRIDE      68  BBRIDE      69  DBRIDE      70  MAIL         1
  SHBRI       71

  LA PILE NUMERO  32 CONTIENT    2453 OBJET(S) POINT
  IL Y A        8  OBJET(S) NOMME(S) :
  PBFIL    2397  PHFIL    2452  PHGOUJ   2453  PBGBRID   262  PBGFBRID  361
  PHGFBRID  636  PCFIL    2397  PCBRID    361
```

5.2.3 Réalisation du calcul

Avant d'écrire la partie « calcul » du fichier de commandes, il est conseillé de consulter la base de données afin de connaître les types de filets, les matériaux et les courbes de tractions qui sont associés à un type d'assemblage goujon-bride donné.

La réalisation du calcul nécessite l'enchaînement des commandes du *Code_Aster* suivantes :

- la commande DEFI_GROUP qui enrichit le maillage en créant des groupes de nœuds ;
- la commande AFFE_MODELE qui affecte les phénomènes mécaniques aux différents groupes de mailles ;
- la commande AFFE_CARA_ELEM qui permet de définir la section de la poutre qui modélise le goujon et les caractéristiques des discrets qui modélisent les filets ;
- la commande DEFI_MATERIAU qui permet de définir les matériaux des filets du goujon ;

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

- la commande AFFE_MATERIAU qui affecte les matériaux définis aux groupes de mailles adéquates ;
- la commande AFFE_CHAR_MECA qui affecte les conditions aux limites et le chargement ;
- la commande DEFI_FONCTION qui définit la fonction multiplicatrice à appliquer au chargement ;
- la commande DEFI_LIST_REEL qui définit la liste d'instants ;
- la commande STAT_NON_LINE qui réalise le calcul ;
- la commande CALC_CHAMP qui calcule les forces nodales ;
- la commande POST_RELEVE_T qui récupère les résultats pertinents ;
- la macro-commande POST_GOUJ qui réorganise les résultats dans le format adapté ;
- la commande IMPR_TABLE qui permet d'imprimer les résultats.

Concrètement cela se traduit par les commandes suivantes :

```
MAIL=DEFI_GROUP(reuse =MAIL,
                MAILLAGE=MAIL,
                CREA_GROUP_NO=(_F(GROUP_MA='GOUJON',
                                  NOM='GOUJ_NO',
                                  CRIT_NOEUD='TOUS',),
                               _F(GROUP_MA='FILETS',
                                  NOM='FILET_NO',
                                  CRIT_NOEUD='TOUS',),
                               _F(GROUP_MA='BRIDE',
                                  NOM='BRIDE_NO',
                                  CRIT_NOEUD='TOUS',),),);

modele=AFFE_MODELE(MAILLAGE=MAIL,
                   AFFE=(_F(GROUP_MA='GOUJON',
                            PHENOMENE='MECANIQUE',
                            MODELISATION='POU_D_E',),
                         _F(GROUP_MA='FILETS',
                            PHENOMENE='MECANIQUE',
                            MODELISATION='2D_DIS_T',),
                         _F(GROUP_MA='BRIDE',
                            PHENOMENE='MECANIQUE',
                            MODELISATION='AXIS',),),);
```

REGM155A est le rayon extérieur du goujon de type M155 variante A.

```
carael=AFFE_CARA_ELEM(MODELE=modele,
                      POUTRE=_F(GROUP_MA='GOUJON',
                                SECTION='CERCLE',
                                CARA='R',
                                VALE=REGM155A,),
                      DISCRET_2D=_F(GROUP_MA='FILETS',
                                    CARA='K_T_D_L',
                                    VALE=(10000000.0,10000000.0,),),);
```

On peut appliquer aux filets trois comportements ordinaires, voir le [Tableau 5.2.2-1] :

- comportement du premier filet (courbe de traction) ;
- comportement du deuxième filet (courbe de traction) ;
- comportement des filets courants (courbe de traction).

On peut appliquer aux filets six comportements particuliers, voir le [Tableau 5.2.2-1] :

[1] comportement d'un filet courant tronqué, (courbe de traction), cf. [§6.1] Remarque 6.1-1, ;
[2] comportement d'un filet tronqué de type A, (courbe de traction) ;
[3] comportement d'un filet tronqué de type B, (courbe de traction) ;

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

[4] comportement d'un filet courant dont le jeu est hors tolérance, (courbe de traction) ;
[5] comportement du premier filet dont le jeu est hors tolérance de type A (courbe de traction) ;
[6] comportement du deuxième filet dont le jeu est hors tolérance de type B (courbe de traction).

L'utilisateur devra vérifier dans la base de données, que les comportements qu'il compte utiliser sont bien définis, cf. [§6].

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

Par exemple, pour l'assemblage M155 il n'y a pas de courbes de traction pour des filets tronqués ou ayant un jeu hors tolérance, contrairement à l'assemblage M90.

PFM155A est la courbe de traction du Premier filet du goujon de type M155 variante A.

```
MF_1=DEFI_MATERIAU(TRACTION=_F(SIGM=PFM155A,),);
```

DFM155A est la courbe de traction du Deuxième filet du goujon de type M155 variante A.

```
MF_2=DEFI_MATERIAU(TRACTION=_F(SIGM=DFM155A,),);
```

FCM155A est la courbe de traction des filets courants (autres filets) du goujon de type M155 variante A.

```
MF_C=DEFI_MATERIAU(TRACTION=_F(SIGM=FCM155A,),);
```

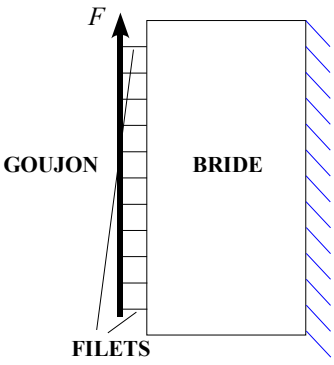
On affecte en dernier les matériaux particuliers aux filets qui ont un comportement particulier.

```
chmat=AFFE_MATERIAU(MAILLAGE=MAIL,
                    AFFE=(_F(GROUP_MA='GOUJON',
                             MATER=MGM155A,),
                          _F(GROUP_MA='FILETS',
                             MATER=MF_C,),
                          _F(GROUP_MA='BRIDE',
                             MATER=MBM155A,),
                          _F(GROUP_MA='FIL001',
                             MATER=MF_1,),
                          _F(GROUP_MA='FIL002',
                             MATER=MF_2,),),);
```

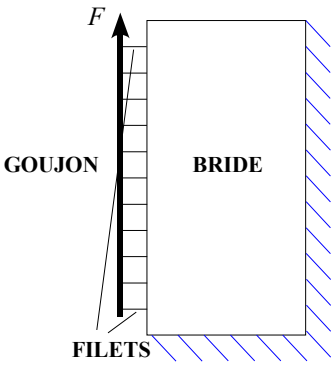
Il y a trois types de conditions aux limites sur la bride :

- coté latéral extérieur de la bride bloqué suivant y ;
- coté latéral extérieur et base de la bride bloqués suivant y ;
- base de la bride bloquée suivant y.

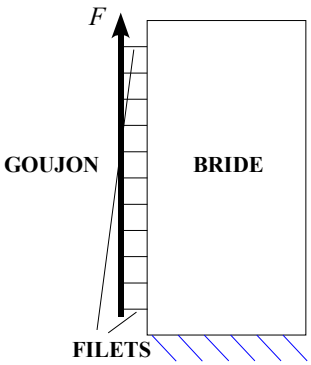
On précise également la valeur, en **Newton**, de la force de traction appliquée en tête du goujon.



Conditions aux limites 1



Conditions aux limites 2



Conditions aux limites 3

```
charme=AFFE_CHAR_MECA(MODELE=modele,
                      DDL_IMPO=_F(GROUP_NO=('GOUJ_NO','FILET_NO','BRIDE_NO',),
                                  DX=0.0,),
                      FACE_IMPO=(_F(GROUP_MA=('DBRIDE','BBRIDE',),
                                    DY=0.0,),
                                 _F(GROUP_MA='GOUJON',
                                    DZ=0.0,
                                    DRY=0.0,),),
                      FORCE_NODALE=_F(GROUP_NO='PHGOUJ',
```


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

```
                                                FY=1.0,),);
```


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

La FORCE_NODALE sera multipliée par la fonction suivante lors du calcul (commande STAT_NON_LINE, mot clé EXCIT) :

```
fonc=DEFI_FONCTION(NOM_PARA='INST',
                   NOM_RESU='TOUTRESU',
                   VALE=(0.0,0.0,5.0,5000000.0,),);
```

La commande DEFI_LIST_REEL sert à définir la liste d'instants nécessaire au calcul incrémental (commande STAT_NON_LINE, mot clé COMPORTEMENT).

```
list=DEFI_LIST_REEL(DEBUT=0.0,
                    INTERVALLE=(_F(JUSQU_A=1.0,
                                   NOMBRE=1,),
                                _F(JUSQU_A=2.0,
                                   NOMBRE=1,),
                                _F(JUSQU_A=3.0,
                                   NOMBRE=1,),
                                _F(JUSQU_A=4.0,
                                   NOMBRE=1,),
                                _F(JUSQU_A=5.0,
                                   NOMBRE=1,),),);
```

Deux types de calcul peuvent être choisis :

- **ELASTOPLASTIQUE**, on utilise **le comportement des filets** donné sous forme de courbe de traction dans la base, on utilise alors le comportement incrémental :

```
                            _F(RELATION='DIS_GOUJ2E_PLAS',
                               DEFORMATION='PETIT',
                               GROUP_MA='FILETS',),),
```

- **ELASTIQUE**, cela revient à tracer une droite avec l'origine et le premier point de la courbe de traction **des filets**, ce qui permet de faire un calcul élastique linéaire, on utilise le comportement incrémental :

```
                            _F(RELATION='DIS_GOUJ2E_ELAS',
                               DEFORMATION='PETIT',
                               GROUP_MA='FILETS',),),
```

Dans l'exemple ci-dessous nous réalisons un calcul **ELASTOPLASTIQUE**.

```
CALC=STAT_NON_LINE(MODELE=modele,
                   CHAM_MATER=chmat,
                   CARA_ELEM=carael,
                   EXCIT=_F(CHARGE=charme,
                            FONC_MULT=fonc,
                            TYPE_CHARGE='FIXE_CSTE',),
                   COMPORTEMENT=(_F(RELATION='ELAS',
                                    DEFORMATION='PETIT',
                                    GROUP_MA='GOUJON',),
                                 _F(RELATION='ELAS',
                                    DEFORMATION='PETIT',
                                    GROUP_MA='BRIDE',),
                                 _F(RELATION='DIS_GOUJ2E_PLAS',
                                    DEFORMATION='PETIT',
                                    GROUP_MA='FILETS',),),
                   INCREMENT=_F(LIST_INST=list,),
                   NEWTON=_F(REAC_ITER=3,),
                   CONVERGENCE=_F(ITER_GLOB_MAXI=20,),);
```


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

La commande CALC_CHAMP calcule les forces nodales exercées sur les filets.

```
CALC=CALC_CHAMP(reuse =CALC,
             RESULTAT=CALC,
             PRECISION=0.001,
             CRITERE='RELATIF',
             FORCE='FORC_NODA',
             GROUP_MA='FILETS',);
```

Le mot clé facteur IMPRESSION sert à choisir le format de présentation des résultats.

```
tab1=POST_RELEVE_T(ACTION=_F(INTITULE='RESU_T1',
                             GROUP_NO='NDFILETS',
                             FORMAT_C='MODULE',
                             RESULTAT=CALC,
                             NOM_CHAM='FORC_NODA',
                             TOUT_ORDRE='OUI',
                             PRECISION=1e-06,
                             CRITERE='RELATIF',
                             NOM_CMP='DY',
                             REPERE='GLOBAL',
                             MOYE_NOEUD='OUI',
                             OPERATION='EXTRACTION',),);
```

Outre les formats classiques d'impression du *Code_Aster* il existe le format TABLE spécifique au calcul global d'un assemblage goujon-bride, cf [§3.3].

```
tab2=POST_GOUJ(TABLE=tab1,);

IMPR_TABLE(
         TABLE=tab2,
         UNITE=8,
         FORMAT='AGRAF',
         FILTRE=_F(NOM_PARA='NUME_ORDRE',
                   VALE_I=1,),
         NOM_PARA=('NUME_ORDRE','NUME_FILET','REACTION','REACTION_CUMU',),);
```

Remarque 5.2.3-1 :

Cf. Remarque 5.2.2-1.

5.3 Le fichier de résultats

Dans cette partie on ne présente que le format TABLE dédié au calcul global d'un assemblage goujon-bride. Dans ce dernier cas les résultats sont présentés en deux parties. La première donne la correspondance numéro de filet-numéro de nœud. La seconde partie est organisée sous la forme d'une table ayant quatre colonnes. La première est relative au numéro d'ordre ou d'incrément, la deuxième indique le numéro des filets, la troisième la réaction en **Newton** des filets et la quatrième la réaction cumulée des filets exprimée en **%**. Le format TABLE permet simplement de tracer les courbes : réaction des filets en fonction de leur numéro et réaction cumulée des filets en fonction de leur numéro, à l'aide du logiciel de tracé de courbes xmgrace.
On donne ci-dessous un aperçu du format TABLE.

Partie donnant la correspondance numéro de filet-numéro de nœud :

```
NUME_FILET    NOEUDS
           1 \N1954
           2 \N1953
           3 \N1952
           4 \N1951
```


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

```
 5 \N1950
.      .
.      .
.      .
.      .
.      .
52 \N1903
53 \N1902
54 \N1901
55 \N1900
56 \N1899
```

Partie donnant le numéro d'ordre, le numéro de filet, la réaction (en N) et la réaction cumulée (en % du total), exemple pour le numéro d'ordre cinq :

NUME_ORDRE	NUME_FILET	REACTION	REACTION_CUMU
5	1	3.75966E+05	7.51932E+00
5	2	3.63799E+05	1.47953E+01
5	3	0.00000E+00	1.47953E+01
5	4	0.00000E+00	1.47953E+01
5	5	3.09596E+05	2.09872E+01
5	6	2.84261E+05	2.66724E+01
	.		
	.		
	.		
5	52	3.35943E+04	9.66590E+01
5	53	3.59525E+04	9.73780E+01
5	54	3.90373E+04	9.81588E+01
5	55	4.31747E+04	9.90223E+01
5	56	4.88871E+04	1.00000E+02

Remarque 5.3-1 :

Le numéro d'ordre correspond à l'incrément de charge.

5.4 Le fichier de messages

Ce fichier contient l'ensemble des commandes *Code_Aster*, de la base de données et l'ensemble des commandes produites par les macro-commandes. Nous ne donnons pas ici d'aperçu du fichier de messages (`.mess`), le lecteur désireux de plus de détails pourra consulter les fichiers de messages des cas tests ZZZZ120A et ZZZZ120B.

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

6 Présentation et utilisation de la base de données

6.1 Généralités

Un assemblage fileté conduit à une modélisation poutre pour le goujon (élément de poutre) et 2D pour les filets (éléments discrets à deux nœuds) et la bride (éléments 2D axisymétriques). Les trois éléments d'un assemblage sont schématisés sur la [Figure 6.1-a].

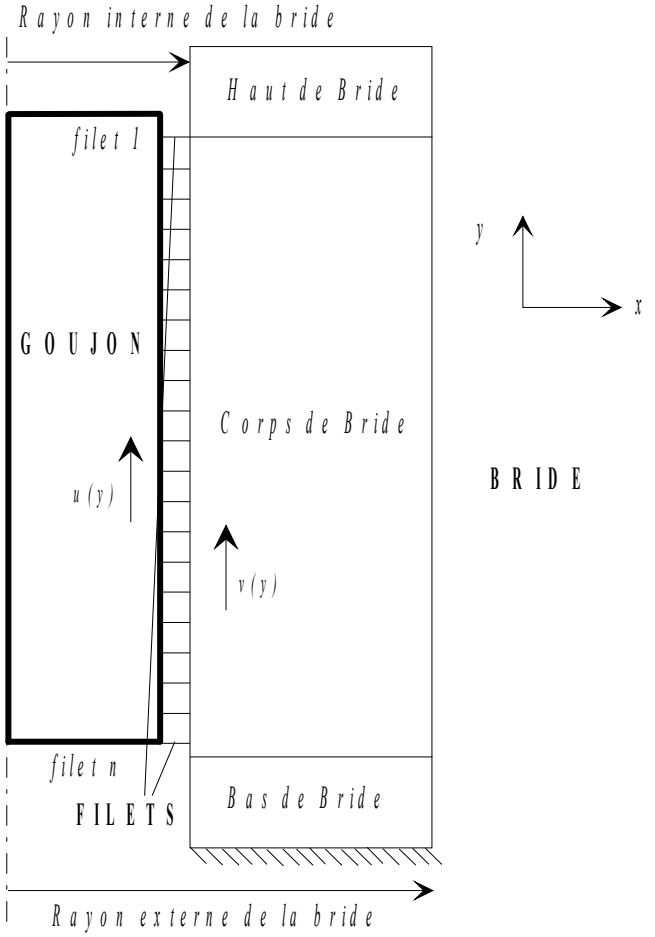


Figure 6.1-a : Représentation schématisée d'un assemblage

Le goujon et la bride ont un comportement élastique linéaire. Le comportement non linéaire est localisé dans les filets. Il s'applique aux éléments discrets et est déterminé de manière indépendante par un calcul local 2D axisymétrique dont on a exploité les résultats. Ce comportement apparaît sous la forme d'une relation, indexée par la position du filet dans la structure, entre une différence de déplacement $(u-v)$ et la force de cisaillement $\tau=q=f(u-v)$ qui lui est associée. Connaissant le comportement des éléments constituant un assemblage, on résout le problème global dont les déplacements du goujon $u(y)$ et de la bride $v(y)$ sont solutions.

Ce sont ces différentes relations qui sont décrites, sous forme de fonctions données point par point, dans la base présentée dans cette note. Ces courbes ont été obtenues pour **des tractions exercées en tête du goujon et non des compressions**.

Dans le cadre du résumé ci-dessus, certains paramètres caractéristiques d'un assemblage donné n'interviennent que lors de l'intégration du problème global.

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

C'est le cas, par exemple, du nombre de filets, de l'effort global exercé en tête du goujon, des conditions de blocage de la bride (surface latérale et/ou base bloquée(s)). Ces paramètres ne figurent donc pas dans les spécifications d'une courbe caractéristique d'un filet.
Les paramètres qui, en revanche, déterminent le comportement des filets sont listés ci-dessous :

- Désignation de la forme normalisée de la géométrie du goujon, exemple : M33, M155 ;
- Type de l'assemblage goujon-bride, exemple : NOMINAL ou HELICOIL ;
- Raidisseur de haut de bride, exemple : AVEC ou SANS ;
- Caractéristiques géométriques de jeu, exemple : MINI ou MAXI ;
- Comportement des filets et condition de contact goujon/taraudage, exemple : ELASTIQUE (élastique linéaire) ou ELASTOPLASTIQUE courbe de traction non linéaire).

Chaque combinaison de ces différents paramètres conduit donc a priori à une relation spécifique cisaillement-saut de déplacement. On repère chacune de ces combinaisons par une lettre, par exemple : pour la forme normalisée de la géométrie du goujon M33, si l'assemblage goujon-bride est NOMINAL, le raidisseur de haut de bride présent (AVEC), le jeu MAXI et le comportement des filets ELASTOPLASTIQUE on parlera du goujon M33 de variante A, noté : M33_A, cf. [Tableau 6.2-3] L'association forme normalisée de la géométrie du goujon (M33) et variante (A) identifie de manière unique la fiche d'un assemblage regroupant l'ensemble des données le concernant (géométrie de l'assemblage, caractéristiques de l'assemblage, courbe de comportement des file $\tau = q = f(u - v)$ ts , définition des matériaux de la bride et du goujon) dans la base, cf. [Tableau 6.3-1] et [Tableau 6.3-2].

Remarques 6.1-1 :

- *Toutes les configurations autres que celles avec filets rapportés (HELICOIL), cf. [bib3], [bib4], ont été calculées en plasticité. Si l'on veut néanmoins que les filets aient un comportement élastique linéaire il faudra utiliser* RELATION='DIS_GOUJ2E_ELAS' *du mot clé* COMPORTEMENT *de la commande* STAT_NON_LINE*, cf. [§ 5.2.3].*
- *Les courbes représentatives d'anomalies sont elles aussi spécifiques de la place des filets porteurs de ces anomalies, A et B repérant respectivement dans la fiche d'un assemblage celle du premier et deuxième filet.*
- ***L'utilisateur devra s'assurer** que les types de comportement des filets qu'il a choisi correspondent ou non à une configuration calculée dans la base.*

6.2 Présentation des courbes introduites dans la base de données

On présente, ici la version 1.0 de la base de données à la date du 16/09/1999.
La base complète peut être obtenue auprès de EDF/BPI/UTO.
Le [Tableau 6.2-1] regroupe les géométries disponibles avec leurs caractéristiques d'assemblage.

Géométrie	Section du goujon (en mm ^{2})	Rayon extérieur du goujon (en mm)	Epaisseur du filet (en mm)	Rayon intérieur de la bride (en mm)
M33	6.45E+02	14.3286E+00	3.5	16.5
M64	2.715E+03	29.3975E+00	6.0	34.0
M90	5.845E+03	43.1338E+00	3.0	45.0
M115	9.724E+03	55.6349E+00	3.0	57.5
M155	1.704E+04	73.6478E+00	4.0	80.0
M180	2.337E+04	86.2491E+00	4.0	90.0
M186	2.487E+04	88.9740E+00	6.0	93.0

Tableau 6.2-1 : Liste des géométries d'assemblages filetés disponibles dans la base de données

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

Le [Tableau 6.2-2] présente les matériaux disponibles tant pour la bride que le goujon. Certains de ces matériaux ne sont utilisés que pour la bride ou que pour le goujon, cf. [Tableau 6.2-3].

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

Matériau	Module de YOUNG pour le goujon (en MPa)	Module de YOUNG pour la bride (en MPa)	Coefficient de Poisson
16MND5	1.90000E+05	11.93800E+05	0.3
40NCDV	1.91139E+05	12.00962E+05	0.3
Z3CN_20_09_M(300_C)	1.76500E+05	11.08982E+05	0.3
40NCD(300_C)	1.85000E+05	11.62389E+05	0.3
20MND5(316_C)	1.95000E+05	12.25200E+05	0.3
42CDV4(316_p3)	1.90220E+05	11.95188E+05	0.3
16MND5(343_C)	1.90000E+05	11.93800E+05	0.3
40NCDV(343_C)	1.90000E+05	11.93800E+05	0.3

Tableau 6.2-2 : Liste des matériaux disponibles dans la base de données.

Dans le [Tableau 6.2-3] a été rassemblée la liste des configurations d'assemblages filetés dans la base de données des filets.

Remarque 6.2-1 :

Le module de Young de la bride est multiplié par 2π *car elle est traitée en 2D axisymétrique, alors que le goujon l'est en poutre.*

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

Type de goujon et Variante	AVEC ou SANS haut de bride	Jeu MINI MAXI	Configura-tion du filet	Matériau bride	Matériau goujon	Comportement
M33_A	AVEC	MAXI	NOMINAL	20MND5 (316_C)	42CDV4 (316_p3)	ELASTO-PLASTIQUE
M33_B	SANS	MAXI	NOMINAL	20MND5 (316_C)	42CDV4 (316_p3)	ELASTO-PLASTIQUE
M33_C	AVEC	MINI	NOMINAL	20MND5 (316_C)	42CDV4 (316_p3)	ELASTO-PLASTIQUE
M33_D	SANS	MINI	NOMINAL	20MND5 (316_C)	42CDV4 (316_p3)	ELASTO-PLASTIQUE
M33_E	AVEC	MAXI	NOMINAL	20MND5 (316_C)	42CDV4 (316_p3)	ELASTO-PLASTIQUE
M64_A	AVEC	MAXI	NOMINAL	16MND5	40NCDV	ELASTO-PLASTIQUE
M90_A	AVEC	MAXI	NOMINAL	Z3CN_20_ 09_M (300_C)	40NCD (300_C)	ELASTO-PLASTIQUE
M90_B	AVEC	MINI	NOMINAL	Z3CN_20_09_M (300_C)	40NCD (300_C)	ELASTO-PLASTIQUE
M115_A	AVEC	MAXI	NOMINAL	Z3CN_20_ 09_M (300_C)	40NCD (300_C)	ELASTO-PLASTIQUE
M115_B	SANS	MAXI	NOMINAL	Z3CN_20_09_M (300_C)	40NCD (300_C)	ELASTO-PLASTIQUE
M115_C	SANS	MINI	NOMINAL	Z3CN_20_ 09_M (300_C)	40NCD (300_C)	ELASTO-PLASTIQUE
M115_D	AVEC	MAXI	NOMINAL	Z3CN_20_09_M (300_C)	40NCD (300_C)	ELASTO-PLASTIQUE
M115_E	AVEC	MAXI	NOMINAL	Z3CN_20_ 09_M (300_C)	40NCD (300_C)	ELASTO-PLASTIQUE
M155_A	AVEC	MAXI	NOMINAL	16MND5	40NCDV	ELASTO-PLASTIQUE
M155_B	SANS	MAXI	NOMINAL	16MND5	40NCDV	ELASTO-PLASTIQUE
M155_C	AVEC	MINI	NOMINAL	16MND5	40NCDV	ELASTO-PLASTIQUE
M155_D	SANS	MAXI	HELICOIL	16MND5	40NCDV	ELASTO-PLASTIQUE
M180_A	AVEC	MAXI	NOMINAL	16MND5	40NCDV	ELASTO-PLASTIQUE
M180_B	SANS	MAXI	NOMINAL	16MND5	40NCDV	ELASTO-PLASTIQUE
M180_C	AVEC	MINI	NOMINAL	16MND5	40NCDV	ELASTO-PLASTIQUE
M186_A	AVEC	MAXI	NOMINAL	16MND5 (343_C)	40NCDV (343_C)	ELASTO-PLASTIQUE
M186_B	AVEC	MINI	NOMINAL	16MND5 (343_C)	40NCDV (343_C)	ELASTO-PLASTIQUE

Tableau 6.2-3 : Liste des configurations d'assemblages filetés disponibles dans la base de données version 1.00 du 16/09/1999

Les courbes de comportement (force de cisaillement - jeu) qui sont dans la base de données sont de la forme présentée dans le [Tableau 6.2-4]. Les grandeurs $u-v$ et q sont respectivement exprimées en mm et en Newton.

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

$u-v$	q
1.4454D-03	5960.40
7.8791D-03	32289.00
1.4830D-02	57528.00
2.4101D-02	75876.00
3.1714D-02	82719.00
3.9722D-02	88368.00
4.7951D-02	93345.00
5.6338D-02	97836.00
6.4836D-02	102012.00
10.8080D-02	120678.00
15.1800D-02	136881.00
19.5490D-02	151413.00
23.8870D-02	164658.00
28.1710D-02	176835.00
32.3800D-02	188022.00
36.4850D-02	198210.00
40.4850D-02	207417.00

Tableau 6.2-4 : Goujon M115 variante A

6.3 Présentation de la base de données

La base de données fait l'objet d'un traitement informatique spécifique ; certaines règles sont indispensables à observer afin de la compléter d'une façon rigoureuse.

Le fichier de la base est divisé en trois parties : les références date et version, le cadre entête, les fiches des assemblages. Ces trois parties sont reprises et détaillées ci-dessous :

- La première ligne contient la date et le numéro de version de la base. Cette ligne est considérée comme étant un commentaire.
- Le cadre de l'entête permet de noter les évolutions successives de la base : auteur(s), date version et objet.
- La troisième partie contient les fiches des assemblages. Celles-ci sont constituées de la manière suivante :
  - a/ **Le type du goujon ainsi que la variante**.
  - b/ **La géométrie de l'assemblage**, partie dans laquelle on trouve : la section du goujon, le rayon extérieur du goujon, la hauteur ou le pas du filet et le rayon intérieur de la bride.
  - c/ **Les caractéristiques de l'assemblage**, on y trouve : la configuration filet, la caractéristique haut de bride, le type de jeu, le comportement mécanique, le matériau bride et le matériau goujon.
  - d/ **Les courbes décrivant le comportement des filets** (`PREMIER FILET`, `DEUXIEME FILET`, `FILET COURANT`, ...).
  - e/ **Les matériaux de la bride et du goujon** : le module de Young et le coefficient de Poisson.

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

Chaque donnée est repérée par un **nom unique**, par exemple pour le goujon de type M33 et de variante A on a :

Nom	Définition
SGM33A	section du goujon
REGM33A	rayon extérieur du goujon
HFM33A	hauteur ou pas du filet
RIBM33A	rayon intérieur de la bride
CFM33A	configuration filet
HBM33A	haut de bride
COM33A	comportement mécanique
MABM33A	nom du matériau de la bride
MAGM33A	nom du matériau du goujon
PFM33A	comportement du premier filet
DFM33A	comportement du deuxième filet
FCM33A	comportement des filets courants
MGM33A	définition du matériau du goujon (E et NU)
MBM33A	définition du matériau de la bride (E et NU)

Tableau 6.3-1 : Définitions des noms

Chaque nom doit avoir au plus huit caractères alphanumériques.
D'autre part, il existe pour certains types de goujon des filets particuliers, par exemple pour le goujon de type M180 et de variante A :

Nom	Définition
FTM180A	comportement d'un filet tronqué
FTAM180A	comportement d'un filet tronqué de type A
FTBM180A	comportement d'un filet tronqué de type B
JHTM180A	comportement d'un filet dont le jeu est hors tolérance
HTAM180A	comportement d'un filet dont le jeu est hors tolérance de type A
HTBM180A	comportement d'un filet dont le jeu est hors tolérance de type B

Tableau 6.3-2 : Définitions des noms des filets particuliers

6.4 Alimentation de la base de données en courbes de comportement des filets

Un calcul local est nécessaire chaque fois qu'une nouvelle combinaison de paramètres doit être étudiée. Ces calculs sont effectués par éléments finis, et c'est un post-traitement spécifique qui fournit à chaque pas de charge, la différence $u-v$ et la valeur de l'effort axial τ correspondant. Cela a été décrit dans des publications antérieures [bib4], [bib5] et [bib6]. L'évolution de la base de données est à l'initiative de l'U.T.O.

6.5 Version 1.00 de la base de données

Ci-après un extrait de la base de données concernant le comportement des assemblages filetés est présentée dans sa version 1.00 datée du 16/09/1999 :

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

```
# DATE : 16/09/1999   VERSION : 1.00
#
# MODIFICATION
#       AUTEUR  : J. ANGLES
#       DATE    : 16/09/1999
#       VERSION : 1.00
#       OBJET   : MISE AU FORMAT ASTER
#                 DE L'ANCIENNE BASE DE DONNEES
#
#------------------------------------------------------
#                 M33_REF_A.NOMI                      |
#------------------------------------------------------
# DEPARTEMENT : EPN
# DATE : 15/11/1995
#------------------------------------------------------
#           GEOMETRIE DE L'ASSEMBLAGE                 |
#------------------------------------------------------
#------------------------------------------------------
# SECTION DU GOUJON ( EN MM )
#
SGM33A = 6.45E+02

#
# RAYON EXTERIEUR DU GOUJON ( EN MM )
#
REGM33A = 14.328638337E+00

#
# HAUTEUR OU PAS DU FILET ( EN MM )
#
HFM33A = 3.5

#
# RAYON INTERIEUR DE LA BRIDE (EN MM )
#
RIBM33A = 16.5

#------------------------------------------------------
#        CARACTERISTIQUES DE L'ASSEMBLAGE             |
#------------------------------------------------------
#------------------------------------------------------
# CONFIGURATION FILET
#
CFM33A = 'NOMINAL'

#
# HAUT DE BRIDE
#
HBM33A = 'AVEC'

#
# JEU
#
JEM33A = 'MAXI'

#
# COMPORTEMENT
#
COM33A = 'ELASTOPLASTIQUE'
```


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

```
#
# MATERIAU BRIDE
#
MABM33A = '20MND5-316_C'
```


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

```
#
# MATERIAU GOUJON
#
MAGM33A = '42CDV4-316_P3'

#
#------------------------------------------------------
#     DONNEES DE COURBES D'UN ASSEMBLAGE  Q=F(U-V)     |
#           OU U-V EST EN MM ET Q EN NEWTON            |
#------------------------------------------------------
#------------------------------------------------------
# PREMIER FILET   COURBE DE 17 POINTS
PFM33A=DEFI_FONCTION(
                   NOM_PARA='EPSI',
                PROL_DROITE='LINEAIRE',
                PROL_GAUCHE='EXCLU',
                       VALE=(
                             1.3213E-02,    24288.25,
                             2.3137E-02,    42441.00,
                             3.3313E-02,    59633.00,
                             4.3544E-02,    69713.00,
                             5.8073E-02,    77787.50,
                             9.8094E-02,    85445.50,
                            14.1580E-02,    90562.50,
                            18.6320E-02,    94640.00,
                            27.7720E-02,   101346.00,
                            46.3750E-02,   112297.50,
                            65.1530E-02,   121698.50,
                            83.9720E-02,   130354.00,
                           103.8600E-02,   138873.00,
                           118.9700E-02,   144711.00,
                           145.2500E-02,   152999.00,
                           174.0400E-02,   160786.50,
                           204.2200E-02,   168563.50,
                             )
                   )

#
# DEUXIEME FILET   COURBE DE 17 POINTS
DFM33A=DEFI_FONCTION(
                   NOM_PARA='EPSI',
                PROL_DROITE='LINEAIRE',
                PROL_GAUCHE='EXCLU',
                       VALE=(
                              1.1883E-02,    20395.20,
                              2.0810E-02,    35716.71,
                              2.9999E-02,    51450.00,
                              3.9536E-02,    66048.50,
                              5.3593E-02,    75936.00,
                              9.3111E-02,    84672.00,
                             13.6240E-02,    89845.00,
                             18.0690E-02,    93961.00,
                             27.1580E-02,   100555.00,
                             45.6670E-02,   110901.00,
                             64.3630E-02,   119444.50,
                             83.0960E-02,   127176.00,
                            102.8600E-02,   134708.00,
                            117.5800E-02,   139947.50,
```


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

```
                    141.6300E-02,   147542.50,
                    167.2300E-02,   154434.00,
                    193.7600E-02,   161066.50,
                    )
                )
```


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

```
#
# FILET COURANT  COURBE DE 17 POINTS
FCM33A=DEFI_FONCTION(
                   NOM_PARA='EPSI',
                PROL_DROITE='LINEAIRE',
                PROL_GAUCHE='EXCLU',
                       VALE=(
                              1.1879E-02,    21325.50,
                              2.0832E-02,    37397.96,
                              3.0330E-02,    54448.83,
                              4.0820E-02,    68953.50,
                              5.6362E-02,    78085.00,
                              9.7438E-02,    85711.50,
                             14.1160E-02,    90723.50,
                             18.6090E-02,    94713.50,
                             27.7600E-02,   101206.00,
                             46.3570E-02,   111513.50,
                             65.1280E-02,   120081.50,
                             83.7930E-02,   127792.00,
                            102.4000E-02,   134904.00,
                            116.9600E-02,   140143.50,
                            140.8600E-02,   147742.00,
                            166.2800E-02,   154665.00,
                            192.5700E-02,   161336.00,
                            )
                       )

#
# DEFINITION DU MATERIAU DU GOUJON (E ET NU)
MGM33A=DEFI_MATERIAU(
                         ELAS=_F(  E = 1.9022E+5,
                                   NU = 0.3E0)
                    )

#
# DEFINITION DU MATERIAU DE LA BRIDE (E ET NU)
# LA VALEUR DU MODULE D'YOUNG EST DE 1.95E+05 MPA.
# POUR DES RAISONS SPECIFIQUES AU CODE_ASTER IL EST
# NECESSAIRE DE MULTIPLIER CETTE VALEUR PAR 2*PI,
# CE QUI DONNE EN L'OCCURENCE : 12.252E+5 MPA.
MBM33A=DEFI_MATERIAU(
                         ELAS=_F(  E = 12.252E+5,
                                   NU = 0.3E0)
                    )
```


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