

Opérateur POST_USURE

1 But

Calculer volume et profondeur d'usure d'après la puissance d'usure.

La puissance d'usure est donnée ou calculée par l'opérateur `DYNA_TRAN_MODAL` [U4.53.21]. Il faut fournir une loi d'usure, une géométrie de contact et une liste d'instant.

La figure de jeu peut être découpée pour calculer les grandeurs liées à l'usure par secteurs. Dans ce cas, la table créée peut être utilisée par l'opérateur `MODI_OBSTACLE` [U4.44.22] pour calculer l'évolution des figures de jeux due à l'usure.

Produit une structure de données de type `table_sdaster`.

2 Syntaxe

```
tresu [table_sdaster] = POST_USURE (

# définition du Nœud d'impact ou d'une puissance d'usure
    ♦ / ♦ RESU_GENE = tg, [tran_gene]
    ♦ NOEUD = noeud, [noeud]
    ◇ INST_INIT = / 0., [DEFAULT]
    / t0, [R]
    ◇ INST_FIN = t1, [R]
    ◇ NB_BLOC = / 1, [DEFAULT]
    / nb, [I]

    / ♦ PUIS_USURE = pu, [R]

# définition de la loi d'usure
    ♦ / ♦ LOI_USURE = 'ARCHARD', [Kn]
    / ♦ MOBILE = _F(
        ♦ COEF_USURE = k_t, [R]
    ),
    ◇ OBSTACLE = _F(
        ♦ COEF_USURE = k_o, [R]
    ),
    / ♦ MATER_USURE = 'mat1_mat2', [Kn]
    ◇ USURE_OBST = / 'NON', [DEFAULT]
    / 'OUI',

# découpage de la figure de jeu en secteurs
    / ♦ SECTEUR = _F(
        ♦ COEF_USURE_MOBILE = k_t, [R]
        ♦ COEF_USURE_OBST = k_o, [R]
        ♦ CONTACT = 'type', [Kn]
        ◇ ANGL_INIT = ang_i, [R]
        ♦ ANGL_FIN = ang_f, [R]
    ),

    / ♦ LOI_USURE = 'KWU_EPRI', [Kn]
    / ♦ MOBILE = _F(
        ♦ COEF_FNOR = k1_t, [R]
        ♦ COEF_VTAN = k2_t, [R]
        ♦ COEF_USURE = k3_t, [R]
        ◇ COEF_K = / k_t, [R]
        / 5., [DEFAULT]
        ◇ COEF_C = / c_t, [R]
        / 10., [DEFAULT]
    ),
```

```

        ◇ OBSTACLE = _F(
            ◇ COEF_FNOR = k1_o, [R]
            ◇ COEF_VTAN = k2_o, [R]
            ◇ COEF_USURE= k3_o, [R]
            ◇ COEF_K = / k_o, [R]
                        / 5., [DEFAULT]
            ◇ COEF_C = / c_o, [R]
                        / 10., [DEFAULT]
        )
    / ◇ MATER_USURE = 'mat1_mat2', [Kn]
      ◇ USURE_OBST = / 'NON', [DEFAULT]
                        / 'OUI',
      ◇ FNOR_MAXI = fn, [R]
      ◇ VTAN_MAXI = vg, [R]
    / ◇ LOI_USURE = 'EDF_MZ', [Kn]
      / ◇ MOBILE = _F(
          ◇ COEF_USURE= / a_t, [R]
                        / 1.E-13, [DEFAULT]
          ◇ COEF_B = / b_t, [R]
                        / 1.2, [DEFAULT]
          ◇ COEF_N = / n_t, [R]
                        / 2.44E-08,
          ◇ COEF_S = / s_t, [R]
                        / 1.14E-16,
      ),
      ◇ OBSTACLE = _F(
          ◇ COEF_USURE= / a_o, [R]
                        / 1.E-13, [DEFAULT]
          ◇ COEF_B = / b_o, [R]
                        / 1.2, [DEFAULT]
          ◇ COEF_N = / n_o, [R]
                        / 2.44E-08,
          ◇ COEF_S = / s_o, [R]
                        / 1.14E-16,
      ),
    / ◇ MATER_USURE = 'mat1_mat2', [Kn]
      ◇ USURE_OBST = / 'NON', [DEFAULT]
                        / 'OUI',

# définition des instants de calcul de la profondeur d'usure
    ◇ / INST = l_inst, [l_R]
      / LIST_INST = linst, [listr8]
      / COEF_INST = coef, [R]

# définition d'un titre
    ◇ TITRE = 'montitre', [l_Kn]

# impression d'informations
    ◇ INFO = / 1, [I]
              / 2, [DEFAULT]

```

```
# définition de la table à enrichir dans le cas de calcul avec évolution
# des jeux
    ◇ ETAT_INIT = _F(
        ◇ TABL_USURE = tresu, [table_sdaster]
        ◇ INST_INIT = tt, [R]
    ),

# définition du contact
    ◇ / ◇ CONTACT = 'GRAPPE_ALESAGE', [Kn]
        ◇ RAYON_MOBILE = r_t, [R]
        ◇ RAYON_OBST = r_o, [R]

    / ◇ CONTACT = 'GRAPPE_1_ENCO', [Kn]

    / ◇ CONTACT = 'GRAPPE_2_ENCO', [Kn]

    / ◇ CONTACT = 'TUBE_BAV', [Kn]
        ◇ RAYON_MOBILE = r_t, [R]
        ◇ LARGEUR_OBST = l_o, [R]
        ◇ ANGL_INCLI = angl, [R]

    / ◇ CONTACT = 'TUBE_ALESAGE', [Kn]
        ◇ RAYON_MOBILE = r_t, [R]
        ◇ RAYON_OBST = r_o, [R]
        ◇ LARGEUR_OBST = l_o, [R]
        ◇ ANGL_INCLI = angl, [R]

    / ◇ CONTACT = 'TUBE_3_ENCO', [Kn]
        ◇ RAYON_MOBILE = r_t, [R]
        ◇ RAYON_OBST = r_o, [R]
        ◇ LARGEUR_OBST = l_o, [R]
        ◇ ANGL_ISTHME = angli, [R]
        ◇ ANGL_INCLI = angl, [R]

    / ◇ CONTACT = 'TUBE_4_ENCO', [Kn]
        ◇ RAYON_MOBILE = r_t, [R]
        ◇ RAYON_OBST = r_o, [R]
        ◇ LARGEUR_OBST = l_o, [R]
        ◇ ANGL_ISTHME = angli, [R]
        ◇ ANGL_INCLI = angl, [R]

    / ◇ CONTACT = 'TUBE_TUBE', [Kn]
        ◇ RAYON_MOBILE = r_t, [R]
        ◇ ANGL_INCLI = angl, [R]

# chargement d'un tube neuf
    / ◇ TUBE_NEUF = 'OUI' [DEFAULT]

)
```

3 Opérandes

Nous attirons ici l'attention sur quelques points délicats de l'utilisation de POST_USURE.

- 1) Le résultat de POST_USURE ne dépend pas de l'état mécanique final du calcul mais de tout l'historique des chocs. Il est donc très important de prendre en compte **tous** les instants de calculs, c'est à dire de ne pas demander d'archivage sélectif dans DYNA_TRAN_MODAL.
- 2) Le résultat de POST_USURE est très sensible aux paramètres de calculs, en particulier à la richesse de la base modale, et au pas de temps. Il est donc fortement conseillé de tester différentes bases modales (de plus en plus riches) et différents pas de temps (de plus en plus petits). Par exemple, pour le pas de temps, on pourra tester différentes valeurs espacées d'un facteur 10, puis 2, afin de déterminer une plage de pas de temps sur laquelle le résultat est stable.
- 3) Dans le cas d'un calcul vibratoire, on peut avoir un résultat qui n'est pas représentatif de l'usure réelle si l'expérience n'est pas assez longue. De même, dans le cas d'excitations générées aléatoirement, il est conseillé d'effectuer plusieurs tirages avant de tirer des conclusions de dimensionnement.

3.1 Nœud d'impact et puissance d'usure

3.1.1 Opérande PUIS_USURE

♦ PUIS_USURE = pu

La puissance d'usure est :

- issue du résultat d'un calcul transitoire par recombinaison modale, produit par l'opérateur DYNA_TRAN_MODAL [U4.53.21] (opérandes suivants),
- ou donnée par l'utilisateur qui utilise alors l'opérande PUIS_USURE.

3.1.2 Opérande RESU_GENE

♦ RESU_GENE = tg

Résultat d'un calcul transitoire par recombinaison modale, produit par l'opérateur DYNA_TRAN_MODAL [U4.53.21].

3.1.3 Opérande NOEUD

♦ NOEUD = noeu

Définition du nœud de choc à post-traiter.

3.1.4 Opérande INST_INIT

◇ INST_INIT = t0

Instant de début du moyennage des signaux (cf. [§4]).
($t_0 = 0$. valeur par défaut).

3.1.5 Opérande INST_FIN

◇ INST_FIN = t1

Instant de fin du moyennage des signaux.

3.1.6 Opérande NB_BLOC

◇ NB_BLOC = nb

Nombre de blocs temporels de découpage de l'intervalle $[t_0, t_1]$ pour le moyennage des signaux (1 par défaut).

3.2 Loi d'usure 'ARCHARD' [bib5]

3.2.1 Opérande LOI_USURE

♦ LOI_USURE = 'ARCHARD'

Définit la loi d'usure afin de calculer le volume usé.

Le coefficient d'usure de la loi d'Archard [bib5] est fourni par l'utilisateur ou est pris dans une base de données.

3.2.2 Mot clé MOBILE

♦ MOBILE

Définition du coefficient d'usure du mobile.

3.2.2.1 Opérande COEF_USURE

♦ COEF_USURE = k_t

Valeur du coefficient d'usure du mobile.

3.2.3 Mot clé OBSTACLE

♦ OBSTACLE

Définition du coefficient d'usure de l'obstacle.

3.2.3.1 Opérande COEF_USURE

♦ COEF_USURE = k_o

Valeur du coefficient d'usure de l'obstacle.

3.2.4 Opérande MATER_USURE

♦ MATER_USURE = 'mat1_mat2'

Récupération des coefficients dans une banque de données :

mat1 : étant le matériau de la grappe ou du tube (le mobile),

mat2 : étant le matériau de l'obstacle.

3.2.5 Opérande USURE_OBST

♦ USURE_OBST = / 'OUI'
 / 'NON' [DEFAULT]

Indique si l'on veut prendre en compte l'usure de l'obstacle.

3.3 Loi d'usure 'KWU_EPRI' [bib5]

3.3.1 Opérande LOI_USURE

♦ LOI_USURE = 'KWU_EPRI'

Définit la loi d'usure afin de calculer le volume usé.

3.3.2 Mot clé MOBILE

♦ MOBILE

Définition du coefficient d'usure du mobile (fourni par l'utilisateur ou pris dans la base de données).

3.3.2.1 Opérandes COEF_*

◆ COEF_FNOR = k1_t

Définition du coefficient de correction dimensionnel dans le cas des impacts purs.

◆ COEF_VTAN = k2_t

Définition du coefficient de correction dimensionnel dans le cas des glissements.

◆ COEF_USURE= k3_t

Définition du coefficient d'usure de référence.

◇ COEF_K = / k_t
/ 5. [DEFAULT]

Définition de la constante.

◇ COEF_C = / c_t
/ 10. [DEFAULT]

Définition de la constante.

3.3.3 Mot clé OBSTACLE

◇ OBSTACLE

Définition du coefficient d'usure de l'obstacle (fourni par l'utilisateur ou pris dans la base de données).

3.3.3.1 Opérandes COEF_*

◆ COEF_FNOR = k1_o

Définition du coefficient de correction dimensionnel dans le cas des impacts purs.

◆ COEF_VTAN = k2_o

Définition du coefficient de correction dimensionnel dans le cas des glissements.

◆ COEF_USURE= k3_o

Définition du coefficient d'usure de référence.

◇ COEF_K = / k_o
/ 5. [DEFAULT]

Définition de la constante.

◇ COEF_C = / c_o
/ 10. [DEFAULT]

Définition de la constante.

3.3.4 Opérande MATER_USURE

◆ MATER_USURE = 'mat1_mat2'

Récupération des coefficients dans une banque de données =

mat1 = étant le matériau de la grappe ou du tube (le mobile),
mat2 = étant le matériau de l'obstacle.

3.3.5 Opérande USURE_OBST

◇ USURE_OBST = / 'OUI'
/ 'NON' [DEFAULT]

Indique si l'on veut prendre en compte l'usure de l'obstacle.

3.3.6 Opérandes FNOR_MAXI / VTAN_MAXI

◇ FNOR_MAXI = fn

Définition de la force normale maximum à prendre en compte pour la répartition des 5 classes pour la loi d'usure KWU_EPRI.

◇ VTAN_MAXI = vg

Définition de la vitesse de glissement maximum à prendre en compte pour la répartition des 5 classes pour la loi d'usure KWU_EPRI.

3.4 Loi d'usure 'EDF_MZ' [bib5]

3.4.1 Opérande LOI_USURE

◆ LOI_USURE = 'EDF_MZ'

Définit la loi d'usure afin de calculer le volume usé.

3.4.2 Mot clé MOBILE

◆ MOBILE

Définition du coefficient d'usure du mobile (fourni par l'utilisateur ou pris dans la base de données).

3.4.2.1 Opérandes COEF_*

◆ COEF_USURE = / a_t
/ 1.E-13 [DEFAULT]

Définition du coefficient d'usure A.

◇ COEF_B = / b_t
/ 1.2 [DEFAULT]

Définition de l'exposant de la puissance d'usure b.

◇ COEF_N = / n_t
/ 2.44E-08 [DEFAULT]

Définition du taux de ralentissement n.

◇ COEF_S = / S_t
/ 1.14E-16 [DEFAULT]

Définition du seuil S.

3.4.3 Mot clé OBSTACLE

◇ OBSTACLE

Définition du coefficient d'usure de l'obstacle (fourni par l'utilisateur ou pris dans la base de données).

3.4.3.1 Opérandes COEF_*

◆ COEF_USURE = / a_o
 / 1.E-13 [DEFAULT]

Définition du coefficient d'usure A.

◇ COEF_B = / b_o
 / 1.2 [DEFAULT]

Définition de l'exposant de la puissance d'usure b.

◇ COEF_N = / n_o
 / 2.44E-08 [DEFAULT]

Définition du taux de ralentissement n.

◇ COEF_S = / s_o
 / 1.14E-16 [DEFAULT]

Définition du seuil S.

3.4.4 Opérande MATER_USURE

◆ MATER_USURE = 'mat1_mat2'

Récupération des coefficients dans une banque de données =

mat1 = étant le matériau de la grappe ou du tube (le mobile),

mat2 = étant le matériau de l'obstacle.

3.4.5 Opérande USURE_OBST

◇ USURE_OBST = / 'OUI'
 / 'NON' [DEFAULT]

Indique si l'on veut prendre en compte l'usure de l'obstacle.

3.5 Opérande CONTACT

♦ CONTACT = géom

Définition de la géométrie de contact.

Suivant le type de contact, différentes relations géométriques entre les volumes usés et les profondeurs usées.

3.5.1 Opérande CONTACT = 'GRAPPE_ALESAGE'

La grappe est centrée dans un alésage. La trace d'usure a une section en forme de lunule. Le volume usé est ramené à une aire usée dans une section.

3.5.2 Opérande CONTACT = 'GRAPPE_1_ENCO'

La grappe est centrée par rapport à l'obstacle.

La carte de guidage est formée d'une encoche. Le volume usé est ramené à une aire usée dans une section.

Les coefficients sont fondés à la fois sur les résultats expérimentaux et sur ceux du retour d'expérience. Ils s'appliquent uniquement aux grappes de commande.

3.5.3 Opérande CONTACT = 'GRAPPE_2_ENCO'

La grappe est centrée par rapport à l'obstacle.

La carte de guidage est formée de deux encoches diamétralement opposées. Le volume usé est ramené à une aire usée dans une section.

Les coefficients sont fondés à la fois sur les résultats expérimentaux et sur ceux du retour d'expérience. Ils s'appliquent uniquement aux grappes de commande.

3.5.4 Opérande CONTACT = 'TUBE_BAV'

Cas 1 :

Le tube se présente verticalement, la barre impacte perpendiculairement au tube, on suppose que la barre ne s'use pas (USURE_OBST = 'NON').

Cas 2 :

La barre se présente inclinée (opérande ANGL_INCLI) par rapport au tube, la barre impacte perpendiculairement au tube, on suppose que la barre ne s'use pas.

Cas 3 :

Le tube se présente verticalement, la barre impacte perpendiculairement au tube, on prend en compte l'usure de la barre (USURE_OBST = 'OUI').

Cas 4 :

La barre se présente inclinée (opérande ANGL_INCLI) par rapport au tube, la barre impacte perpendiculairement au tube, on prend en compte l'usure de la barre.

3.5.5 Opérande CONTACT = 'TUBE_ALESAGE'

Cas 1 :

Le tube est parfaitement centré dans un alésage animé d'un mouvement orbital pur et s'use de manière uniforme sur toute la périphérie en contact avec l'obstacle.

Cas 2 :

Le tube est centré dans un alésage animé d'un mouvement d'impacts-glissements de type elliptique qui conduit à la formation de traces d'usure de type cylindrique diamétralement opposées sur le tube et ayant une section en forme de lunule.

Cas 3 :

Le tube, animé d'un mouvement d'impacts-glissements, présente cette fois une inclinaison par rapport au support (opérande ANGL_INCLI). On obtient deux traces d'usure symétriques en forme de V sur le tube.

3.5.6 Opérande CONTACT = 'TUBE_3_ENCO'

Cas 1 :

Le contact initial s'effectue contre une arête d'un des isthmes d'un alésage trifolié. On suppose le tube parfaitement centré par rapport à son obstacle. La trace d'usure ne s'étend pas à l'isthme tout entier. On ne prend pas en compte l'usure de l'obstacle.

Cas 2 :

Mêmes hypothèses que pour le cas 1 excepté la position du tube par rapport à l'obstacle. On suppose cette fois que le tube présente un angle d'inclinaison (opérande ANGL_INCLI).

3.5.7 Opérande CONTACT = 'TUBE_4_ENCO'

Cas 1 :

Le contact initial s'effectue contre une arête d'un des isthmes de l'alésage quadrifolié. On suppose le tube parfaitement centré par rapport à son obstacle. La trace d'usure ne s'étend pas à l'isthme tout entier. On ne prend pas en compte l'usure de l'obstacle.

Cas 2 :

Mêmes hypothèses que pour le cas 1 excepté la position du tube par rapport à l'obstacle. On suppose cette fois que le tube présente un angle d'inclinaison (opérande ANGL_INCLI).

3.5.8 Opérande CONTACT = 'TUBE_TUBE'

Suite à la rupture d'un tube bouché, il peut y avoir contact entre ce tube et l'un de ses voisins. L'usure des deux tubes par accommodation des surfaces en contact conduit à la création de deux surfaces planes.

3.6 Opérande RAYON_MOBILE

♦ `RAYON_MOBILE = r_t`

Définition du rayon du mobile (paramètre obligatoire).

3.7 Opérande RAYON_OBST

♦ `RAYON_OBST = r_o`

Définition du rayon de l'obstacle (paramètre obligatoire si l'usure de l'obstacle est prise en compte).

3.8 Opérande LARGEUR_OBST

♦ `LARGEUR_OBST = l_o`

Définition de la largeur de l'obstacle (paramètre obligatoire pour les opérands `TUBE_*`).

3.9 Opérande ANGL_INCLI

♦ `ANGL_INCLI = angl`

Définition de l'angle de l'inclinaison mobile/obstacle (paramètre facultatif = la valeur 0. est prise par défaut).

3.10 Opérande ANGL_ISTME

♦ `ANGL_ISTHME = angli`

Définition de l'angle de l'isthme de la géométrie de contact (paramètre obligatoire pour les opérands `TUBE_3_ENCO` et `TUBE_4_ENCO`).

3.11 Opérands INST / LIST_INST / COEF_INST

♦ `INST = l_inst`

Définition des instants de calcul sous la forme d'une liste de valeurs.

♦ `LIST_INST = linst`

Définition des instants de calcul sous la forme d'un concept de type `listr8`.

♦ `COEF_INST = coef`

Les instants donnés sont à multiplier par un coefficient `coef` donné, ce qui permet de passer aisément des unités SI aux unités naturelles pour un calcul d'usure (le mois de l'année).

3.12 Opérande ETAT_INIT

3.12.1 Mot clé TABL_USURE

♦ `TABL_USURE = tresu`

[`table_sdaster`]

Définition de la table que l'on désire réactualiser.

3.12.2 Mot clé INST_INIT

◇ INST_INIT = tt [R]

Définition de l'instant à partir duquel on désire réactualiser la table.

3.13 Opérande SECTEUR

◇ SECTEUR =

Définition des diverses quantités nécessaires pour découper la figure de jeu en secteurs angulaires.

3.13.1 Mot clé COEF_USURE_MOBILE

◆ COEF_USURE_MOBILE = K_t [R]

Définition du coefficient d'usure du mobile au sens de la loi d'Archard pour le secteur.

3.13.2 Mot clé COEF_USURE_OBST

◆ COEF_USURE_OBST = K_o [R]

Définition du coefficient d'usure de l'obstacle au sens de la loi d'Archard pour le secteur.

3.13.3 Mot clé CONTACT

◆ CONTACT = 'type' [Kn]

Définition de la géométrie du contact pour le secteur considéré.

3.13.4 Mot clé ANGL_INIT

◇ ANGL_INIT = ang_i [R]

Définition de la valeur angulaire initiale du secteur.

3.13.5 Mot clé ANGL_FIN

◆ ANGL_FIN = ang_f [R]

Définition de la valeur angulaire finale du secteur.

3.14 Opérands TITRE / INFO

◇ TITRE = 'montitre'

Titre que l'on veut donner au résultat [U4.03.01].

◇ INFO = / 1
 / 2

Niveau d'impression

- 1 pas d'impression.
- 2 impression des volumes et profondeurs d'usure aux instants spécifiés

3.15 Table produite

La commande `POST_USURE` génère un concept de type table, dont le contenu est :

`INST` : instants auxquels l'utilisateur désire connaître le volume et la profondeur d'usure,
`V_usur_tube` : volume usé au niveau du tube (pour chaque instant spécifié par l'utilisateur),
`V_usur_obst` : volume usé au niveau de l'obstacle (pour chaque instant spécifié par l'utilisateur),
`P_usur_tube` : profondeur d'usure au niveau du tube (pour chaque instant spécifié par l'utilisateur).

La commande `IMPR_TABLE` [U4.91.03] permet d'imprimer les résultats.

L'opérateur `MODI_OBSTACLE` [U4.44.22] utilise une structure de données de type `obstacle_sdaster` pour prendre en compte l'évolution des formes des pièces en contact à cause de l'usure.

3.16 Chargement d'un tube neuf

Pour le traitement de l'usure des grappes de commande, l'utilisateur a la possibilité de prendre en compte le changement d'un tube par un tube neuf en renseignant le mot clé `TUBE_NEUF = 'OUI'`

Si l'utilisateur renseigne ce mot clé, l'opérateur modifie les valeurs d'usure du tube (`V_USUR_TUBE`, `P_USUR_TUBE`, `V_USUR_TUBE_SECT`, `P_USUR_TUBE_SECT`, `V_USUR_TUBE_CUMU = 0`) dans la table issue de `POST_USURE`.

Après remise à zéro de certaines valeurs, l'utilisateur doit faire appel à `MODI_OBSTACLE` [U4.44.22] pour recalculer les nouvelles figures de jeu.

4 Vérification - Exécution

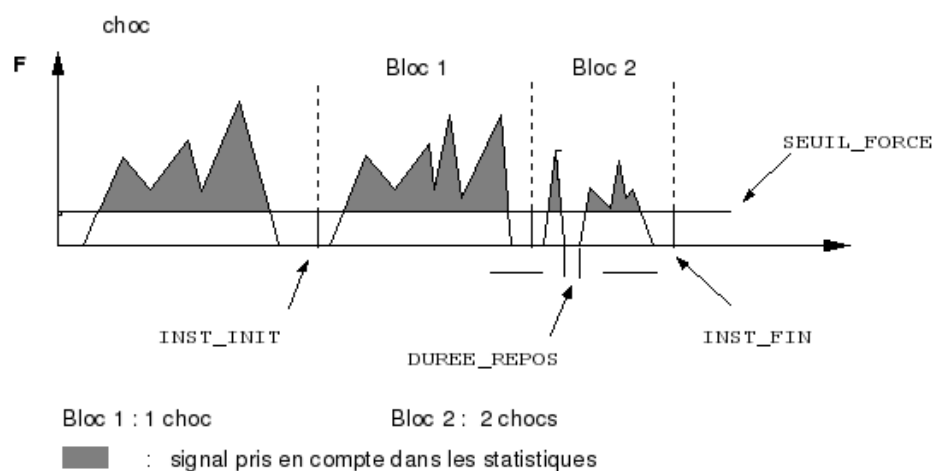
4.1 Opérande MATER_USURE

On vérifie que le couple de matériaux fourni par l'utilisateur se trouve dans la base de données.

4.2 Opérandes RESU_GENE / INST_INIT / INST_FIN / NB_BLOC

La valeur de `INST_FIN` est comparée à l'instant final t_f du résultat `tran_gene`. La valeur de `INST_FIN` retenue est $\min(t_f, t_1)$.

Si la valeur de `INST_INIT` t_0 est supérieure à la valeur de `INST_FIN`, on s'arrête en erreur.



5 Exemple

```
dateu = DEFI_LIST_REEL(DEBUT = 0.25,
                        INTERVALLE = _F(JUSQU_A = 1., NOMBRE = 20 ),
                                      _F(JUSQU_A = 5., NOMBRE = 10 ),
                                      _F(JUSQU_A = 10., NOMBRE = 5 )
                        )

#
us1 = POST_USURE (
    PUIS_USURE = 0.312,
    LOI_USURE = 'ARCHARD',
    NB_BLOC = 4,
    MOBILE = _F(COEF_USURE = 30.e-15 ),
    OBSTACLE = _F(COEF_USURE = 20.e-15),
    CONTACT = 'GRAPPE_1_ENCO',
    RAYON_MOBILE = 0.00485,
    RAYON_OBST = 0.00545,
    LIST_INST = dateu,
    COEF_INST = 31557600.,
    TITRE = 'NO1 = Usure par années',
    INFO = 2
)

#
us2 = POST_USURE (
    RESU_GENE = dynamoda,
    NOEUD = 'NO1',
    LOI_USURE = 'EDF_MZ',
    MOBILE = _F(
        COEF_USURE = 1.e-13,
        COEF_B = 1.2,
        COEF_N = 2.44e-08,
        COEF_S = 1.14e-16,
    ),
    OBSTACLE = _F(
        COEF_USURE = 1.e-13,
        COEF_B = 1.2,
        COEF_N = 2.44e-08,
        COEF_S = 1.14e-16
    ),
    USURE_OBST = 'OUI',
    CONTACT = 'GRAPPE_1_ENCO',
    RAYON_MOBILE = 0.00485,
    RAYON_OBST = 0.00545,
    LIST_INST = dateu,
    COEF_INST = 31557600.,
    TITRE = 'NO1 = Usure par année',
    INFO = 2
)
```

6 Bibliographie

- 1) ARCHARD J.F. : "Contact and Rubbing of flat surfaces" - Journal of Applied Physics, vol.24, p. 24, 1953
- 2) P.J. HOFMANN, D.A. STEININGER, T. SCHETTLER : "PWR Steam Generator Tube Fretting and Fatigue Wear Phenomena and correlations". HTD - Vol. 230/NE - vol. 9, Symposium on Flow-Induced Vibration and Noise, volume 1, ASME, 1992
- 3) F. GUEROUT : "Usure des tubes de Générateurs de Vapeur : "Relations géométriques entre volumes et profondeurs usés" - HT.22/93-21A. EDF-DER. Juillet 1993
- 4) F. GUEROUT, M. ZBINDEN : "Etude bibliographique des modèles d'usure. Revue des coefficients d'usure disponibles pour l'étude de l'endommagement des tubes de Générateurs de Vapeurs" - HT.22/93-56A. EDF-DER. Novembre 1993
- 5) D. HERSANT : "Opérateurs de calculs de l'usure" [R7.04.10]