

Manuel d'Utilisation
Fascicule U4.4- : Modélisation
Document : U4.43.02

Macro-commande `INCLUDE_MATERIAU`

1 But

Récupérer les caractéristiques d'un matériau dans le Catalogue Matériaux *Aster*.

Cette macro-commande permet de définir un matériau via `DEFI_MATERIAU`, dont les caractéristiques physiques sont prises ou évaluées en fonction de la température dans une base de données.

Le nom du concept matériau produit et utilisable dans la suite du fichier de commandes est précisé par le mot clé `NOM_MATER`.

Pour les exécutions sur le serveur de calcul interne EDF, les catalogues matériaux sont situés dans le répertoire `/aster/v7/sta7/materiau`. Dans les sources publiés, seul un catalogue est donné à titre d'exemple : `A42_REF_A.NOMI`.

Dans `ASTK`, le chemin d'accès aux catalogues matériaux est paramétrable dans le menu Options/Arguments/rep_mat.

2 Syntaxe

```
INCLUDE_MATERIAU (

    ♦  NOM_AFNOR          =  nomafnor,                      [K8]

    ♦  TYPE_MODELE        =  / 'REF' ,
                           / 'PAR' ,

    ♦  VARIANTE            =  / 'A' ,
                           / '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' ,

    ♦  TYPE_VALE           =  / 'NOMI' ,
                           / 'MAXI' ,
                           / 'MINI' ,

    ♦  NOM_MATER           =  mater,                        [K8]

    ◇  EXTRACTION         =  ( _F (

        ♦  COMPOR          =  compor,                      [K16]
        ♦  TEMP_EVAL       =  temp,                        [R8]

                                ) )

    ◇  UNITE_LONGUEUR      =  / 'M' ,                      [DEFAULT]
                           / 'MM' ,

    ◇  INFO                =  / 1 ,                        [DEFAULT]
                           / 2 ,

                                )
```

3 Catalogue Matériaux Aster

Le `Code_Aster` dispose d'un Catalogue Matériaux dont les objectifs sont :

- de fournir aux utilisateurs, les données matériaux nécessaires à la réalisation d'études numériques,
- d'assurer la pérennité des informations,
- de garantir la fiabilité et la cohérence des données disponibles,
- et de faciliter et d'automatiser l'accès aux données.

Dans le `Code_Aster`, le matériau est défini par un ensemble de caractéristiques nécessaires à la mise en œuvre d'une loi de comportement, qui sont introduites par la commande générale `DEFI_MATERIAU`.

Dans le Catalogue Matériaux, le matériau est répertorié par sa désignation dans la norme AFNOR.

Le Catalogue Matériaux distingue deux types de matériaux suivant le type d'étude :

- le « **matériau de référence** » pour des études génériques. Il correspond à un ensemble de produits fabriqués selon une même spécification bien définie. Il est caractérisé par des valeurs médianes, minimales et maximales typiques de la population concernée. C'est ce matériau qu'il est conseillé d'utiliser si l'on ne dispose pas d'une parfaite description du matériau à modéliser,
- le « **matériau particulier** » pour des études spécifiques. Il correspond à un produit bien identifié ou à un concept de matériau donné. Ce matériau est caractérisé par des valeurs spécifiques de ses propriétés, assorties de valeurs extrémales liées à l'hétérogénéité du matériau et/ou à l'incertitude sur les valeurs. Ce matériau est finement documenté afin d'éviter son utilisation systématique sans précaution.

Par ailleurs, on peut répertorier différents matériaux (de référence ou particulier) correspondant à la même désignation AFNOR. Le RCC-M distingue, pour une même désignation AFNOR, les caractéristiques matériau suivant la spécification technique de référence, le type de produit (forgé, laminé, tube, tôle,...) et les dimensions du composant. Afin de tenir compte de cette dimension supplémentaire, dans le Catalogue Matériaux, on associe à chaque matériau une lettre de l'alphabet.

Pour résumer, dans le Catalogue Matériaux les matériaux sont répertoriés par une chaîne de caractères qui se compose de la concaténation :

- de la désignation dans la norme AFNOR,
- du mot REF (si matériau de référence) ou PAR (si matériau particulier),
- d'une lettre de l'alphabet.

Par exemple : 18MND5_REF_A

Le Catalogue Matériaux se présente sous deux formes distinctes :

- une forme « fichiers » utilisables par le `Code_Aster` par la commande `INCLUDE MATERIAU`. C'est un ensemble de fichiers possédant pour nom la chaîne de caractères précédemment décrite (par exemple 18MND5_REF_A) et pour extension l'une des chaînes de caractères suivantes : `NOMI` (pour les valeurs médianes), `MINI` (pour les valeurs minimales) et `MAXI` (pour les valeurs maximales),
- une forme « fiches », où l'utilisateur peut consulter les caractéristiques matériaux sous forme de tableaux et obtenir l'origine des caractéristiques. Cette forme du catalogue est accessible sur le site du `Code_Aster` : www.code-aster.org sous l'onglet 'Utilisation'. Chaque fiche matériau fait l'objet d'une validation indépendante par le département MMC.

4 Opérandes `NOM_AFNOR` / `TYPE_MODELE` / `VARIANTE` / `TYPE_VALE`

Ces opérandes permettent de choisir le matériau à utiliser et donc de définir son nom suivant la règle présentée en [§3].

`NOM_AFNOR` = `nomafnor` [K8]

Permet de spécifier la désignation du matériau dans la norme AFNOR (par exemple : 18MND5).

◆ `TYPE_MODELE` = / 'REF',
/ 'PAR',

Permet de préciser si ce sont les caractéristiques du matériau de référence ou celles du matériau particulier que l'on désire utiliser.

◆ `VARIANTE` = / 'A',
.:
/ 'Z',

Permet de préciser la variante du matériau que l'on désire utiliser (les caractéristiques sont en général différentes suivant l'épaisseur ou le diamètre et ce pour une même désignation dans la norme AFNOR). Le paragraphe de description du matériau de la fiche matériau permet de connaître la variante intéressant l'utilisateur.

◆ `TYPE_VALE` = / 'NOMI',
/ 'MAXI',
/ 'MINI',

Permet de préciser si l'on veut utiliser les valeurs médianes, minimales ou maximales.

5 Opérande `NOM_MATER`

◆ `NOM_MATER` = `mater` [K8]

Permet à l'utilisateur de préciser le nom qui sera affecté au concept `mater` utilisé dans Aster. L'utilisateur peut ainsi effectuer plusieurs `INCLUDE_MATERIAU` dans un même calcul Aster, à condition de donner des noms de concept `mater` différents à chaque appel à `INCLUDE_MATERIAU`.

6 Mot clé **EXTRACTION**

Les valeurs de caractéristiques matériau contenues dans le Catalogue Matériaux sont généralement des tableaux de valeurs dépendant de la température. De ce fait, on n'a renseigné dans le Catalogue Matériaux que certains mots clés facteurs de la commande `DEFI_MATERIAU` : ceux pour lesquels les opérandes sont définis par des fonctions (par exemple : `ELAS_FO`, `THER_NL`,...). Par contre, les mots clés facteurs pour lesquels les opérandes sont définis par des réels (par exemple : `ELAS`,...) ne sont pas renseignés dans les divers fichiers composant la forme « fichiers » du Catalogue Matériaux. On peut cependant générer ces mots clés dans la commande `DEFI_MATERIAU` par le mot clé **EXTRACTION** en précisant le comportement que l'on désire générer et en précisant la valeur de la température à laquelle on désire extraire les valeurs de la fonction.

6.1 Opérande **COMPOR**

- ◆ `COMPOR` = `compor` [K16]

Comportement à créer dans la commande `DEFI_MATERIAU` (par exemple `ELAS` à partir de `ELAS_FO` pour une température donnée) (doit correspondre à un mot clé facteur de `DEFI_MATERIAU`).

6.2 Opérande **TEMP_EVAL**

- ◆ `TEMP_EVAL` = `temp` [R8]

Température à laquelle, on désire extraire les valeurs des caractéristiques matériaux. Par exemple, on crée dans la commande `DEFI_MATERIAU` l'opérande $E = E_0$ sous le mot clé facteur `ELAS` en extrayant la valeur à T_0 de l'opérande $E = E(T)$ définie sous le mot clé facteur `ELAS_FO`. Pour pouvoir effectuer une telle opération, il faut bien entendu, que le mot clé `ELAS_FO` soit défini dans le fichier associé au matériau sélectionné. L'interpolation, si besoin est, est linéaire, sauf si elle n'est pas autorisée.

7 Opérande **UNITE_LONGUEUR**

- ◇ `UNITE_LONGUEUR` = `/ 'M' ,` [DEFAULT]
`/ 'MM' ,`

Permet d'utiliser les données du catalogue matériau avec le millimètre comme unité de longueur.

Les valeurs indiquées dans le catalogue matériau sont et restent en mètres. Si l'utilisateur spécifie `UNITE_LONGUEUR = 'MM'` dans la commande `INCLUDE_MATERIAU`, cela signifie que l'utilisateur souhaite manipuler des unités de longueur en millimètres, et la commande `INCLUDE_MATERIAU` effectue la transformation des unités.

8 Opérande **INFO**

- ◇ `INFO` = `/ 1 ,` [DEFAULT]
`/ 2 ,`
 - 1 pas d'impression du contenu du fichier inclus,
 - 2 impression du contenu du fichier inclus, dans le fichier 'MESSAGE'.

9 Exemple d'utilisation

- Fichier de commandes

```

DEBUT ( )

      ....      ....      .....      ....

INCLUDE_MATERIAU (  NOM_AFNOR = '18MND5' , TYPE_MODELE = 'REF' ,
                    VARIANTE = 'A'      , TYPE_VALE = 'NOMI' ,
                    NOM_MATER = 'MAT3'   , INFO      = 2      )

chmat3 = AFFE_MATERIAU (MAILLAGE = ma,
                        AFPE=_F( GROUP_MA= ( 'STRIA1',..., 'SQUA' ), MATER=MAT3, TEMP_REF =20.))

      ....      ....      .....      ....

FIN ( )

```

- Fichier matériau associé au /aster/v7/STA7/materiau/18MND5_REF_A.NOMI

```

#
# LAMBDA en fonction de la température
#
A0 = DEFI_FONCTION (
    NOM_PARA      = 'TEMP' ,
    PROL_DROITE    = 'EXCLU' ,
    PROL_GAUCHE    = 'EXCLU' ,
    VALE           = ( 20., 37.7 , 50., 38.6,
                      600., 33.0 , 650., 31.8
                      ) )

      ....      ....      .....      ....

#
# ALPHA en fonction de la température
#
A4 = DEFI_FONCTION (
    NOM_PARA      = 'TEMP' ,
    PROL_DROITE    = 'EXCLU' ,
    PROL_GAUCHE    = 'EXCLU' ,
    VALE           = ( 20., 11.22E-6 , 50., 11.45E-6,
                      400., 13.72E-6 , 450., 14.02E-6,
                      ) )

      ....      ....      .....      ....

mat = DEFI_MATERIAU (
    THER_NL        =_F(                                     # SUBST THER
        RHO_CP      = A1 ,                                   # EVAL Z1
        LAMBDA      = A0 ,                                   # EVAL Z0
    )

    ELAS_FO        =_F(                                     # SUBST ELAS
        E            = A2 ,                                   # EVAL Z2
        NU           = A3 ,                                   # EVAL Z3
        ALPHA        = A4 ,                                   # EVAL Z4
        TEMP_DEF_ALPHA = 20. ,                               # SUPPR
    )

    RETOUR ( )

```