Opérateur INCLUDE_MATERIAU

1 But

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

Les fichiers du Catalogue Matériaux sont situés dans le sous-répertoire `share/aster/materiau` du répertoire d'installation.
Ces catalogues ne sont pas diffusés dans la version de code_aster open-source.

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

Table des matières

1 But....1
2 Syntaxe....3
3 Catalogue Matériaux Aster....4
4 Opérandes NOM_AFNOR / TYPE_MODELE / VARIANTE / TYPE_VALE ou FICHIER....6
5 Mot clé EXTRACTION....6
5.1 Opérande COMPOR....6
5.2 Opérande TEMP_EVAL....7
6 Opérande UNITE_LONGUEUR....7
7 Opérande COEF_MULT....7
8 Prolongement du domaine de définition....7
9 Opérande INFO....7
10 Exemple d'utilisation....9
11 Définir son propre matériau....9
11.1 Gestion de l'unité de longueur du maillage....9
11.2 Extraction et évaluation en fonction de la température....9
11.2.1 Syntaxe, mots réservés....10

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

2 Syntaxe

```
mat = INCLUDE_MATERIAU (

    ♦  /  ♦  NOM_AFNOR     =  nomafnor,                        [Kn]

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

          ♦  VARIANTE        =  /  'A' à 'Z',

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

       /  ♦  FICHIER         = 'filename',                     [Kn]


    ◊  EXTRACTION   =  _F (
             ♦  COMPOR       =  l_compor,                     [l_K16]
             ♦  TEMP_EVAL    =  temp,                         [R]
                    ),

    ◊  UNITE_LONGUEUR  =  /  'M',                              [DEFAUT]
                          /  'MM'   ,
    ◊  COEF_MULT       =  /  1,                               [DEFAUT]

    ◊  PROL_GAUCHE     =  /  'EXCLU',                         [DEFAUT]
                          /  'CONSTANT',
                          /  'LINEAIRE',

    ◊  PROL_DROITE     =  /  'EXCLU',                         [DEFAUT]
                          /  'CONSTANT',
                          /  'LINEAIRE',

    ◊  INFO            =  /  1,                               [DEFAUT]
                          /  2,

                       )
```

mat est de type [mater].

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

3 Catalogue Matériaux Aster

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 *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 *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 de *Code_Aster* : www.code-aster.org (uniquement en intranet EDF, dans la section Documentation M). Chaque fiche matériau fait l'objet d'une validation indépendante par le département MMC.

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

Enfin, la commande INCLUDE_MATERIAU permet d'utiliser des fichiers hors du Catalogue Matériaux et donc hors du domaine qualifié.

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

4 Opérandes NOM_AFNOR / TYPE_MODELE / VARIANTE / TYPE_VALE ou FICHIER

L'utilisation classique du Catalogue Matériaux consiste à utiliser les 4 premiers mots-clés.

Ces opérandes permettent de choisir le matériau à utiliser et donc de définir son nom suivant la règle présentée au paragraphe précédent.

♦ NOM_AFNOR = nomafnor, [Kn]

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.

Le mot-clé FICHIER permet quant à lui d'inclure les valeurs de propriétés matériaux stockées dans un fichier quelconque hors du Catalogue Matériaux et donc hors du périmètre qualifié.
On fournit à ce mot-clé le nom complet du fichier (en absolu ou en relatif) à inclure.

5 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 clé 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 ou les comportements que l'on désire générer et en précisant la valeur de la température à laquelle on désire extraire les valeurs de la fonction.

5.1 Opérande COMPOR

♦ COMPOR = l_compor [l_K16]

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

Désigne le nom des mots-clés facteurs de DEFI_MATERIAU qui seront extraits. Par exemple, 'ELAS' ou 'THER'.

5.2 Opérande TEMP_EVAL

♦ TEMP_EVAL = temp [R]

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 interpolant la valeur à T_0 de l'opérande E = E(T) définie dans le catalogue. Le type d'interpolation est déterminé par la fonction correspondante du catalogue. En général, l'interpolation est linéaire, les extrapolations ne sont pas recommandées (voire interdites).

6 Opérande UNITE_LONGUEUR

◊ UNITE_LONGUEUR = / 'M' , [DEFAUT]
/ '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.

7 Opérande COEF_MULT

◊ COEF_MULT = / 1, [DEFAUT]

Permet d'enrichir le contexte d'évaluation du fichier matériau avec un objet coef_mult. Par défaut il vaut 1 et il n'est pas utilisé dans le catalogue matériau.

Cet argument est caché et sert principalement pour le développement d'outils-métier type CALC_MAC3COEUR.

8 Prolongement du domaine de définition

Les propriétés matériaux sont définies en l'absence du mot-clé EXTRACTION par des fonctions de la température dont le domaine de définition est strict (équivalent à un prolongement EXCLU).
Il arrive parfois qu'au cours des itérations de la résolution du problème (dans le cas de choc thermique par exemple), les propriétés soient évaluées hors de ce domaine. Cela conduit à l'arrêt du calcul.
L'utilisateur peut alors choisir d'autoriser le prolongement, constant ou linéaire, des fonctions à gauche et/ou à droite du domaine de définition. Il doit alors s'assurer que les résultats sont valides et notamment que les valeurs de la température à convergence sont bien dans les bornes initiales.

PROL_GAUCHE (resp. PROL_DROITE) permet de définir le type de prolongement à gauche (resp. à droite), c'est à dire pour les valeurs inférieures (resp. supérieures) au domaine de définition.
Dans ce cas, toutes les fonctions sont prolongées de la même manière.
Il est possible que certains matériaux ne permettent pas le prolongement.

9 Opérande INFO

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

◊ INFO = / 1, [DEFAUT]
/ 2,

1 pas d'impression du contenu du fichier inclus,
2 impression du contenu du fichier inclus, dans le fichier 'MESSAGE'.

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

10 Exemple d'utilisation

```
DEBUT()

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

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

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

FIN()
```

11 Définir son propre matériau

> *Ce paragraphe est à mi-chemin entre l'utilisation et le développement. On utilise une surcharge non qualifiée qui est de la responsabilité de l'utilisateur/développeur.*

On aborde ici la définition d'un catalogue pour un matériau donné par un utilisateur.
Le catalogue ainsi développé pourra intégrer le catalogue géré en configuration après la qualification requise, mais en attendant, il peut être utilisé en surcharge.
Pour cela, il suffit de définir un répertoire particulier où sera stocké le nouveau catalogue, et utiliser l'argument `-rep_mat [nom du répertoire]` dans le lancement de l'étude (*cf.* [u1.04.00]).

11.1 Gestion de l'unité de longueur du maillage

Pour gérer le changement d'unité, on dispose de la fonction `coef_unit`.
`coef_unit(n)` vaut 1. si `UNITE_LONGUEUR` vaut `'M'`, et vaut 10^n si `UNITE_LONGUEUR` vaut `'MM'`.
Par exemple, pour une grandeur en MPa, on écrira :

```
E = 2.1e11 * coef_unit(-6)
```

11.2 Extraction et évaluation en fonction de la température

Dans l'écriture du catalogue, il faut déterminer quels sont les mots-clés retournés en présence d'`EXTRACTION` et ceux qui ne le sont pas.

Exemple : Si on ne demande pas l'extraction à une température donnée, on souhaite obtenir les propriétés élastiques dépendant de la température, mot-clé `ELAS_FO`. Alors que si on demande ces propriétés à 20°C, on souhaite obtenir le mot-clé facteur `ELAS`.

On écrira `extraction=True` (dans le catalogue) pour indiquer que le mot-clé facteur doit être conservé si `EXTRACTION` est présent (dans le jeu de commandes), `extraction=False` pour indiquer qu'il faut le conserver si `EXTRACTION` est absent. Si `extraction` n'est pas renseigné, le mot-clé est conservé dans les deux cas.

On indique quelle fonction doit être évaluée en fonction de la température (seule variable de commande actuellement supportée) en utilisant la fonction `temp_eval` :
`E = temp_eval(_A2)` où `_A2` est une fonction définie auparavant.

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

11.2.1 Syntaxe, mots réservés

Le catalogue n'appelle pas DEFI_MATERIAU lui-même, il définit uniquement la liste des mots-clés.
Pour cela, il faut utiliser la fonction defi_motscles et nommer motscles le résultat de cette fonction :

```
motscles = defi_motscles( ... )
```

Un catalogue matériau n'est pas une macro-commande. Cependant, il obéit aux mêmes règles concernant le nommage des concepts intermédiaires (fonctions des propriétés dépendant de la température en particulier). Afin de ne pas provoquer de conflits avec les concepts du jeu de commandes de l'utilisateur, il faut prendre soin de préfixer les concepts intermédiaires du catalogue avec un '_' (*cf.* [d5.01.02]) et de détruire les concepts qui peuvent l'être.

Enfin, un nombre limité de commandes sont utilisables dans un catalogue : ceux qui manipulent les fonctions essentiellement (consulter le fichier bibpyt/Macro/include_materiau_ops.py pour avoir la liste exhaustive).

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