

**Manuel d'Utilisation**  
**Fascicule U4.4- : Modélisation**  
**Document : U4.43.03**

## Opérateur *AFFE\_MATERIAU*

---

### 1 But

---

Affecter des matériaux à des zones géométriques d'un maillage.

Produit une structure de données de type `cham_mater`.

## 2 Syntaxe

```
chm [cham_mater] = AFPE_MATERIAU
```

```
(  ♦  MAILLAGE = ma ,                               /      [maillage]
                                     /      [squelette]
  ♦  MODELE   = mo ,                               /      [modele]

# affectation du nom du matériau et de la température de référence :
  ♦  AFPE = (_F(
                                     ♦  /  TOUT      =  'OUI' ,
                                     /  MAILLE   =  lma ,   [l_maille]
                                     /  GROUP_MA =  lgma ,  [l_gr_maille]

                                     ♦  MATER =    /  mat ,      [mater]
                                     /  l_mat ,    [l_mater]

                                     ♦  TEMP_REF =    /  0. ,      [DEFAULT]
                                     /  tref ,      [R]

                                     ♦  SECH_REF = sref ,      [R]
                                     ), ),

# affectation des variables de commandes :
  ♦  AFPE_VARC = (_F(
                                     ♦  /  TOUT      =  'OUI' ,  [DEFAULT]
                                     /  |  MAILLE   =  lma ,  [l_maille]
                                     /  |  GROUP_MA =  lgma ,  [l_gr_maille]

                                     ♦  NOM_VARC =    /  'IRRA' ,
                                     /  'CORR' ,
                                     /  'HYDR' ,
                                     /  'NEUT1' ,
                                     /  'NEUT2' ,

                                     /  CHAMP_GD   =  chvarc  [champ]
                                     /  EVOL       =  evovarc  [evol_sdaster]
                                     ♦  NOM_CHAM   =  nosymb ,  [TXM]

                                     ♦  VALE_REF   =  vref ,      [R]
                                     ), ),
)
```

### 3 Généralités

Cette commande sert à affecter les caractéristiques matérielles sur les éléments finis du modèle (même si ce sont les mailles du maillage qui sont réellement affectées). Ces caractéristiques matérielles sont définies par les matériaux que l'on affecte sur les mailles (mot clé *MATER*). Chaque matériau contient un certain nombre de paramètres (module d'Young, masse volumique, ...). Ces paramètres peuvent être des fonctions de certaines variables. Nous appellerons ces variables des "variables de commande".

Actuellement, les variables de commande utilisées (en mécanique) sont la température, l'hydratation, le séchage, les phases métallurgiques, l'irradiation, la corrosion, ... Mais les seules variables affectées via la commande *AFFE\_MATERIAU* sont pour l'instant l'irradiation (*IRRA*) et la corrosion (*CORR*).

## 4 Opérandes

### 4.1 MAILLAGE

♦ *MAILLAGE* = *ma*,

Nom du maillage (ou du squelette) que l'on veut affecter par des caractéristiques de matériau.

**Remarques :**

*L'opération d'affectation est la même pour les mailles d'un squelette que pour les mailles d'un maillage. Dans la suite du document, on dira toujours maillage pour simplifier.*

*Lorsque l'on affecte des matériaux sur les mailles d'un squelette, c'est que l'on veut calculer des contraintes (par exemple) sur les mailles de post-traitement (plus grossières).*

### 4.2 Lieu d'affectation

♦ *AFFE*

Mot clé facteur qui permet d'affecter différents matériaux sur des "morceaux" du maillage.

/   *TOUT* = 'OUI' ,

Ce mot clé permet d'affecter sur toutes les mailles du maillage.

/   *GROUP\_MA* = *lgma*,

Ce mot clé permet d'affecter sur une liste de groupes de mailles du maillage.

/   *MAILLE* = *lma*,

Ce mot clé permet d'affecter sur une liste de mailles du maillage.

A chaque groupe de mailles, (mot-clé *GROUP\_MA*) ou chaque liste de mailles (mot-clé *MAILLE*), ou encore à tout le maillage (mot-clé *TOUT*) est affecté un matériau *mat*, qui est un concept produit par l'un des opérateurs *DEFI\_MATERIAU* [U4.43.01] ou *DEFI\_COQU\_MULT* [U4.42.03].

Rappelons que la commande *DEFI\_MATERIAU* [U4.43.01] permet de définir les paramètres des relations de comportement à utiliser pour une analyse mécanique, thermique, acoustique. La commande *DEFI\_COQU\_MULT* [U4.42.03] permet de définir un matériau homogénéisé représentatif d'un matériau stratifié multicouches.

Si une maille apparaît explicitement (ou implicitement) dans plusieurs occurrences du mot-clé facteur *AFFE*, la règle de surcharge est appliquée : c'est la dernière affectation qui prime [U2.01.08].

## 4.3 Quantités à affecter

### 4.3.1 Remarque concernant les calculs de mécanique de la rupture

En règle générale, les caractéristiques matérielles doivent être connues des éléments finis modélisant la "matière" : les éléments "volumiques" (ou de structure). Les éléments finis de "peau" sont là pour appliquer des conditions aux limites et n'ont pas à connaître les propriétés matérielles de la matière sous-jacente. Une exception existe pour le calcul de l'option `CALC_K_G` des opérateurs `CALC_G_XXXX`. Pour ces calculs, les éléments finis modélisant les lèvres de la fissure doivent être affectés par le même matériau que les éléments "volumiques" sous-jacents.

### 4.3.2 Opérande `MATER`

♦ `MATER = mat ,`

Nom du matériau que l'on veut affecter.

Dans le cas général, chaque maille n'est affectée que par un seul matériau. Parfois, il faut indiquer une liste de matériaux quand le comportement mécanique non linéaire est obtenu par la commande `DEFI_COMPOR` [U4.43.06].

### 4.3.3 Opérande `TEMP_REF`

◇ `TEMP_REF = Tref ,`

La température de référence  $T_{ref}$  introduite derrière le mot clé `TEMP_REF` est la température pour laquelle il n'y a pas de déformation thermique (cf. [R4.08.01]).

Si le coefficient de dilatation thermique  $\alpha$  (dont la valeur est introduite dans la commande `DEFI_MATERIAU` [U4.43.01]) ne dépend pas de la température :  $\varepsilon^{th}(T) = \alpha(T - T_{ref})$ .

Si le coefficient de dilatation thermique dépend de la température l'expression mathématique permettant le calcul de la déformation thermique diffère en fonction de la spécification du coefficient de dilatation thermique dans la commande `DEFI_MATERIAU` :

- les valeurs du coefficient de dilatation thermique (introduites dans `DEFI_MATERIAU`) ont été déterminées par des essais de dilatométrie effectués à la température  $T_{ref}$ .

Dans ce cas, le mot clé `TEMP_DEF_ALPHA` ne doit pas être spécifié dans la commande `DEFI_MATERIAU` et la déformation thermique est calculée par l'expression :

$$\varepsilon^{th}(T) = \alpha(T) (T - T_{ref}) \quad \text{et} \quad \varepsilon^{th}(T_{ref}) = 0$$

où  $\alpha(T)$  est renseigné sous le mot clé `ALPHA` (ou `ALPHA_*`) dans `DEFI_MATERIAU`.

- les valeurs du coefficient de dilatation thermique sont déterminées par des essais de dilatométrie qui ont eu lieu à une température  $T_{def}$  différente de la température de référence  $T_{ref}$ .  
Il faut alors effectuer un changement de repère dans le calcul de la déformation thermique [R4.08.01].

$$\varepsilon^{th}(T) = \varepsilon_m^{th}(T) - \varepsilon_m^{th}(T_{ref})$$

où  $\varepsilon_m^{th}$  est la déformation thermique mesurée (définie par rapport à la température  $T_{def}$ ),

$\varepsilon^{th}$  est la déformation thermique calculée (définie par rapport à la température  $T_{ref}$ ).

La température  $T_{def}$  est renseignée sous le mot clé `TEMP_DEF_ALPHA` dans `DEFI_MATERIAU`, et les valeurs du coefficient de dilatation (définies par rapport à la température  $T_{def}$ ) sont renseignées sous le mot clé `ALPHA` ou (`ALPHA_*`) dans `DEFI_MATERIAU`.

#### 4.3.4 Opérande SECH\_REF

◇ SECH\_REF : c0 [R]

c0 représente la teneur en eau initiale du béton. L'utilisateur doit fournir ce nombre lorsqu'il fait un calcul mécanique (MECA\_STATIQUE ou STAT\_NON\_LINE) avec un chargement de type SECH\_CALCULEE.

c0 doit être donné dans les mêmes unités que le "séchage" de SECH\_CALCULEE (par exemple en L/m<sup>3</sup>). Cette unité doit être cohérente avec le paramètre DEFI\_MATERIAU/ELAS\_FO/K\_DESSIC.

A cette teneur en eau initiale, le retrait de dessiccation est nul puisque :

$EPS_{rd} = K_{DESSIC} (C0 - C)$ .

#### 4.4 Mot clé AFPE\_VARC

Ce mot clé facteur permet d'affecter des champs de variables de commande sur les mailles du maillage. Une occurrence du mot clé sert à affecter une variable de commande. Pour l'instant, les deux variables de commande utilisables dans cette commande (IRRA et CORR) n'ont chacune qu'une seule composante (IRRA et COOR) mais il est prévu par exemple qu'une déformation (6 composantes EPXX, EPYY, ...) puisse être une variable de commande.

##### 4.4.1 Opérande NOM\_VARC

◆ NOM\_VARC = nomvarc,

Nom de la variable de commande que l'on veut affecter (IRRA ou CORR).

##### 4.4.2 Opérandes TOUT='OUI', GROUP\_MA=l<sub>gma</sub>, MAILLE=l<sub>mail</sub>

Ces mots clés permettent de désigner la zone à affecter.

##### 4.4.3 Opérande CHAMP\_GD=chvarc

Ce mot clé permet d'associer à la variable de commande nomvarc le champ chvarc. Ce champ est un champ de réels (pas de fonctions). Il est donc indépendant du temps et sera utilisé tout au long des calculs transitoires.

Si les valeurs de la variable de commande sont dépendantes du temps, il faut utiliser le mot clé EVOL (voir ci-dessous).

Dans le champ chvarc, le programme va chercher une composante de même nom que nomvarc.

##### 4.4.4 Opérandes EVOL=evovarc et NOM\_CHAM=nomsym

Ces mots clés permettent d'associer à la variable de commande nomvarc le transitoire evovarc. Le mot clé NOM\_CHAM permet d'indiquer le nom symbolique des champs de la SD\_résultat à utiliser. Par défaut, le code choisit :

- NOM\_CHAM='IRRA' pour NOM\_VARC='IRRA'
- NOM\_CHAM='CORR' pour NOM\_VARC='CORR'.
- NOM\_CHAM='HYDR' pour NOM\_VARC='HYDR'.

Les champs sont des champs de réels (pas de fonctions). Dans ces champs, le programme va chercher une composante de même nom que nomvarc.

##### 4.4.5 Opérande VALE\_REF=vref

Ce mot clé permet de définir une valeur de "référence" pour la variable de commande nomvarc. Par exemple, quand le séchage sera traité comme une variable de commande dans le mot clé AFPE\_VARC, le mot clé VALE\_REF remplacera le mot clé actuel SECH\_REF. Les 2 variables actuelles (IRRA et CORR) n'ont pas de valeur de référence.

## 5 Exemples

### Exemple 1

```
chmat = AFPE_MATERIAU (    MAILLAGE = ma, AFPE = (
    _F(TOUT = 'OUI' ,    MATER = acier),
    _F(MAILLE=('ma1','ma2','ma3'),    MATER=alu, TEMP_REF=20.),),
)
```

Sur l'ensemble du maillage (sauf les mailles : ma1, ma2, ma3) est affecté le matériau de nom *acier* avec la température de référence par défaut : 0.

Sur les mailles *ma1*, *ma2*, *ma3* est affecté le matériau *alu* avec la température de référence 20.

### Exemple 2

Affectation sur tout le maillage du matériau *MAT* dont certains paramètres sont des fonctions de l'irradiation. L'évolution temporelle de l'irradiation est donnée via la SD résultat *EVOL = FLUENC*.

```
CHMAT = AFPE_MATERIAU (MAILLAGE = MA,
    AFPE = _F(TOUT='OUI', MATER = MAT, ),
    AFPE_VARC=_F(NOM_VARC='IRRA', EVOL =FLUENC, ),
)
```

### Exemple 3

Utilisation de la variable de commande '*NEUT1*' pour simuler une dépendance des coefficients matériels en fonction du module d'Young.

Dans cet exemple (issu du cas test *ssnv130c*), on veut illustrer la possibilité d'utiliser un champ de module d'Young que l'on suppose connu (*CHYOUNG*). Par exemple, ce champ est lu dans un fichier (*LIRE\_CHAMP*) ou bien il est le résultat d'un calcul. On va alors définir un matériau pour lequel le module d'Young (mot clé *E*) est la fonction "identité" de la variable '*NEUT1*' et on affecte le champ *CHYOUNG* comme variable de commande '*NEUT1*'.

```
CHYOUNG= ...
NU_F=DEFI_CONSTANTE(VALE=0.3 )
E_F = DEFI_FONCTION(NOM_PARA='NEUT1',VALE=(-1.E-9,-1.E-9, 1.E+9,1.E+9));
MA=DEFI_MATERIAU(ELAS_FO=_F(E=E_F, NU=NU_F),);

CM=AFPE_MATERIAU(    MAILLAGE=M,
    AFPE=_F(TOUT= 'OUI', MATER= MA),
    AFPE_VARC=_F(NOM_VARC='NEUT1', CHAMP_GD=CHYOUNG),
)
```