
Opérateur AFFE_MODELE

1 But

Définir le phénomène physique modélisé (mécanique, thermique ou acoustique) et le type d'éléments finis.

Cet opérateur permet d'affecter des modélisations sur tout ou partie du maillage, ce qui définit :

- les degrés de liberté sur les nœuds (et l'équation ou les équations de conservation associées),
- les types d'éléments finis sur les mailles,

Les possibilités des éléments finis pouvant être choisis sont décrits dans les fascicules [U3].

Les types de mailles sont décrites dans le document « Description du fichier de maillage de Code_Aster » [U3.01.00].

Cet opérateur permet également de définir une répartition des éléments finis en vue de paralléliser les calculs élémentaires et les assemblages.

Produit une structure de données de type `modele`.

2 Syntaxe

```

mo [modele] = AFFE_MODELE      (
    ♦ | MAILLAGE = ma,                / [maillage]
                                          / [squelette]
    | GRILLE = grile,                [grille]
    ♦ | AFFE = _F (
        ♦ / TOUT = 'OUI',
          / MAILLE = mail,            [l_maille]
          / NOEUD = noe,              [l_noeud ]
          / GROUP_MA = g_mail,        [l_gr_maille]
          / GROUP_NO = g_noeu,        [l_gr_noeud ]
        ♦ / ♦ PHENOMENE = 'MECANIQUE',
          ♦ MODELISATION = ... (voir [§3.2.1])
        / ♦ PHENOMENE = 'THERMIQUE'
          ♦ MODELISATION = ... (voir [§3.2.1])
        / ♦ PHENOMENE : 'ACOUSTIQUE',
          ♦ MODELISATION = ... (voir [§3.2.1])
    ),
    | AFFE_SOUS_STRUC = _F(
        ♦ / TOUT = 'OUI',
          / SUPER_MAILLE = l_mail,    [l_maille]
    )

    ♦ VERIF = | 'MAILLE'
              | 'NOEUD',
    ♦ VERI_JACOBIEN = / 'OUI'          [DEFAULT]
                    / 'NON'
    ♦ GRANDEUR_CARA = _F (
        ♦ LONGUEUR = lcar,            [R]
        ♦ PRESSION = pcar,            [R]
        ♦ TEMPERATURE = tcar,         [R]
    )

    ♦ PARTITION = _F (
        ♦ PARALLELISME =
          / 'GROUP_ELEM'              [DEFAULT]
          / 'MAIL_CONTIGU'
            ♦ CHARGE_PROC0_MA = / 100  [DEFAULT]
              / pct
          / 'MAIL_DISPERSER'
            ♦ CHARGE_PROC0_MA = / 100  [DEFAULT]
              / pct
          / 'SOUS_DOMAINE'
            ♦ PARTITION = part         [sd_feti]
            ♦ CHARGE_PROC0_SD = / 0    [DEFAULT]
              / nbsd
          / 'CENTRALISE'
    )

    ♦ INFO = / 1                      [DEFAULT]
            / 2,
    )

```

3 Opérandes

3.1 Opérande MAILLAGE

♦ MAILLAGE = ma

Nom du maillage associé sur lequel on affecte les éléments.

Remarque :

Pour les modélisations axisymétriques, l'axe de révolution est l'axe Y du maillage.
Toute la structure doit être maillée en $X \geq 0$.

3.2 Opérande GRILLE

GRILLE = grille

Nom de la grille associée sur laquelle on affecte les éléments. La grille doit être définie par l'opérateur DEFIL_GRILLE (voir U4.24.02).

3.3 Mot clé AFFE

♦ | AFFE

Définit les entités du maillage et les types d'éléments qui leur seront affectés. Pour chaque occurrence, on peut introduire une liste de modélisations. La règle de surcharge s'applique entre les différentes modélisations, de gauche à droite.

Par exemple :

```
AFFE=_F( TOUT='OUI', PHENOMENE='MECANIQUE',
        MODELISATION=('AXIS', 'AXIS_SI'), )
```

Les différentes modélisations se "surchargent" les unes les autres : AXIS_SI surcharge AXIS sur les mailles où AXIS_SI existe (maille QUAD4 et QUAD8).

Remarque :

Le code s'arrête en erreur <F> si les modélisations de la liste ne sont pas toutes de même « dimension » (par exemple MODELISATION=('3D', 'D_PLAN')). De plus, pour une occurrence de AFFE, les mailles spécifiées dont la dimension est celle de la dimension de la modélisation doivent être toutes affectées. Sinon le code émet une <A>alarme. Cette alarme protège l'utilisateur qui utilise des modélisations « à trous ». Si par exemple, il utilise seulement la modélisation AXIS_SI sur un maillage ne contenant que des TRIA6.

Les entités du maillage sont précisées par les opérandes :

Opérandes	Contenu / signification
TOUT	Affectation à la totalité des mailles (mais pas les nœuds !)
GROUP MA	Affectation à une liste de groupes de mailles
GROUP NO	Affectation à une liste de groupes de nœuds (voir remarque)
MAILLE	Affectation à une liste de mailles
NOEUD	Affectation à une liste de nœuds (voir remarque)

Remarque :

L'utilisation d'éléments s'appuyant seulement sur des nœuds ne permet pas d'affecter des matériaux via AFFE_MATERIAU. De ce fait, ces éléments ne sont utilisables ni dans STAT_NON_LINE [U4.51.03] ni dans DYNA_NON_LINE [U4.53.01]. Dans ce cas, il faut créer au préalable des mailles. POI1 à l'aide du mot-clé CREA_POI1 de CREA_MAILLAGE [U4.23.02].

L'utilisation de tels éléments est donc réservée aux calculs linéaires, sur des éléments discrets, dont toutes les caractéristiques sont affectées par AFPE_CARA_ELEM.

Le type d'élément est précisé par les opérandes :

Opérandes	Contenu / signification
PHENOMENE	Phénomène physique modélisé (équation de conservation associée)
MODELISATION	Type d'interpolation ou de discrétisation

3.3.1 Opérandes PHENOMENE et MODELISATION

- ◆ PHENOMENE
- ◆ MODELISATION

Sont obligatoires pour chaque occurrence du mot clé facteur AFPE. Ce couple de mots clés définit de façon bijective le type d'élément affecté à un type de maille. Les modélisations possibles sont indiquées ci-dessous en les listant par "paquets":

ACOUSTIQUE

ACOUSTIQUE 2D milieux continus
 PLAN U3.33.01

ACOUSTIQUE 3D milieux continus
 3D U3.33.01

THERMIQUE

THERMIQUE 2D coque
 COQUE_AXIS U3.22.01
 COQUE_PLAN U3.22.01

THERMIQUE 2D milieux continus
 AXIS_DIAG U3.23.01
 AXIS_FOURIER U3.23.02
 AXIS U3.23.01
 PLAN_DIAG U3.23.01
 PLAN U3.23.01

THERMIQUE 3D coque
 COQUE U3.22.01

THERMIQUE 3D milieux continus
 3D_DIAG U3.24.01
 3D U3.24.01

MECANIQUE 2D

MECANIQUE 2D éléments discrets
 2D_DIS_TR
 2D_DIS_T

MECANIQUE 2D fluide-structure
 2D_FLUIDE U3.13.03
 2D_FLUI_ABSO U3.13.13
 2D_FLUI_PESA U3.14.02
 2D_FLUI_STRU U3.13.03
 AXIS_FLUIDE U3.13.03

		U3.13.03
		U3.13.12
MECANIQUE 2D milieux continus		
		U3.13.01
		U3.13.02
		U3.13.05
		U3.13.05
		U3.13.01
		U3.13.05
		U3.13.01
MECANIQUE 2D quasi incompressible		
		U3.13.07
		U3.13.07
		R3.06.08
MECANIQUE 2D non local		
		U3.13.06
		U3.13.06
		R5.04.04
		R5.04.04
		R5.03.24
MECANIQUE 2D plaques et coques		
		U3.12.02
		U3.12.02
		U3.12.02
Mécanique 2D éléments joints pour la propagation de fissure		
		U3.13.14
		U3.13.14
		R3.06.09
		R3.06.13
Mécanique 2D éléments à discontinuités internes pour l'amorçage et la propagation de fissure		
		U3.13.14
		U3.13.14
MECANIQUE 2D thermo-hydro-mécanique		
		U3.13.08
		U3.13.08

AXIS_HM	
AXIS_THH2D	
AXIS_THH2S	
AXIS_THH2MD	
AXIS_THH2MS	
AXIS_THHD	
AXIS_THHS	
AXIS_THHMD	
AXIS_THHMS	
AXIS_THMD	
AXIS_THMS	
AXIS_THM	U3.13.08
AXIS_HHD	R5.04.03
AXIS_HHS	R5.04.03
AXIS_HH2D	R5.04.03
AXIS_HH2S	R5.04.03

D_PLAN_HH2MD	
D_PLAN_HH2MS	
D_PLAN_HHMD	
D_PLAN_HHMS	
D_PLAN_HHM	U3.13.08
D_PLAN_HMD	
D_PLAN_HMS	
D_PLAN_HM	U3.13.08
D_PLAN_HM_P	U3.13.08
D_PLAN_THH2D	
D_PLAN_THH2S	
D_PLAN_THH2MD	
D_PLAN_THH2MS	
D_PLAN_THHD	
D_PLAN_THHS	
D_PLAN_THHMD	
D_PLAN_THHMS	
D_PLAN_THMD	
D_PLAN_THMS	
D_PLAN_THM	U3.13.08
D_PLAN_HHD	R5.04.03
D_PLAN_HHS	5.04.03
D_PLAN_HS	R5.04.03
D_PLAN_HH2D	R5.04.03
D_PLAN_HH2S	R5.04.03
D_PLAN_2DG	R5.04.03
D_PLAN_DIL	R5.04.03

MECANIQUE 2D hydraulique non saturé en volumes finis

D_PLAN_HH2SUC	
D_PLAN_HH2SUDA	
D_PLAN_HH2SUDM	

MECANIQUE 2D éléments joints avec couplage hydromécanique

AXIS_JHMS	
PLAN_JHMS	

Pour les maillages 2D, permet de renseigner les groupes de mailles ou les mailles susceptibles d'être coupées par la fissure lorsque le contact est défini sur les lèvres de la fissure. Sont permis les types de mailles suivants : les QUAD8 et TRIA6 et les mailles de bord de ces éléments, soient les SEG3. Si les mailles sont linéaires, il faut au préalable les transformer en mailles quadratiques (avec LINE_QUAD de l'opérateur CREA_MAILLAGE).

MECANIQUE 3DMECANIQUE 3D **barres et câbles**

2D_BARRE	
BARRE	U3.11.01
CABLE_POULIE	U3.11.03
CABLE	U3.11.03

MECANIQUE 3D **éléments discrets**

DIS_TR	U3.11.02
DIS_T	U3.11.02

MECANIQUE 3D **fluide-structure**

3D_FAISCEAU	
3D_FLUIDE	U3.14.02

MECANIQUE 3D **frontière absorbante**

3D_ABSO	U3.14.09
3D_FLUI_ABSO	U3.14.10

MECANIQUE 3D **grilles d'armatures de béton**

GRILLE_MEMBRANE	
GRILLE_EXCENTRE	U3.12.04

MECANIQUE 3D **milieux continus**

3D_SI	U3.14.01
3D	U3.14.01

MECANIQUE 3D **non local**

3D_GRAD_EPSI	U3.14.11
3D_GRAD_VARI	
3D_GVNO	R5.04.04

MECANIQUE 3D **plaques, coques et membranes**

COQUE_3D	U3.12.03
DKT	U3.12.01
DST	U3.12.01
Q4G	U3.12.01
DKTG	U3.12.01
Q4GG	U3.12.01
MEMBRANE	U3.12.04

MECANIQUE 3D **poutres**

FLUI_STRU	U3.14.02
POU_C_T	U3.11.01
POU_D_EM	U3.11.07
POU_D_E	U3.11.01
POU_D_TGM	U3.11.04
POU_D_TG	U3.11.04
POU_D_T_GD	U3.11.05
POU_D_T	U3.11.01

MECANIQUE 3D **quasi incompressible**

3D_INCO	U3.14.06
3D_INCO_UP	R3.06.08
3D_INCO_OSGS	R3.06.08
3D_INCO_GD	R3.06.08
3D_INCO_LOG	R3.06.08
3D_INCO_LUP	R3.06.08

MECANIQUE 3D thermo-hydro-mécanique

3D_HHMD	
3D_HHM	U3.14.07
3D_HMD	
3D_HM	U3.14.07
3D_THHD	
3D_THHMD	
3D_THHM	U3.14.07
3D_THMD	
3D_THM	U3.14.07
3D_THVD	
3D_THH2MD	
3D_THH2M	
3D_HH2MD	
3D_HH2MS	
3D_THH2S	
3D_THH2D	
3D_HHD	R5.04.03
3D_HHS	R5.04.03
3D_HS	R5.04.03
3D_HH2D	R5.04.03
3D_HH2S	R5.04.03

MECANIQUE 3D hydraulique non saturé en volumes finis

3D_HH2SUC	
3D_HH2SUDA	
3D_HH2SUDM	

MECANIQUE 3D tuyaux

TUYAU_3M	U3.11.06
TUYAU_6M	U3.11.06

MECANIQUE 3D élément de coque massif

SHB	U3.12.05
-----	----------

Pour les maillages 3D, permet de renseigner les groupes de mailles ou les mailles susceptibles d'être coupées par la fissure lorsque le contact est défini sur les lèvres de la fissure. Sont permis les types de mailles suivants : HEXA20, PENTA15, TETRA10, et les mailles de bords de ces éléments, soient les QUAD8 et TRIA6. Si les mailles sont linéaires, il faut au préalable les transformer en mailles quadratiques (avec LINE_QUAD de l'opérateur CREA_MAIILLAGE).

Mécanique 3D éléments joints pour la propagation de fissure

3D_JOINT	U3.13.14
3D_JOINT_HYME	R3.06.09
3D_INTERFACE	R3.06.13
3D_INTERFACE_S	R3.06.13

3.4 Mot clé **AFFE_SOUS_STRUC**

◆ | **AFFE_SOUS_STRUC**

N'est utilisable que pour un modèle utilisant des sous-structures statiques [U1.01.04].

◆ / **SUPER_MAILLE = l_mail**

l_mail est la liste des super-maillles que l'on veut affecter dans le modèle. Comme pour les éléments finis, il n'est pas obligatoire d'affecter toutes les mailles du maillage. C'est **AFFE_MODELE** qui confirme quelles sont les sous-structures qui seront utilisées dans le modèle. La différence avec les éléments finis classiques est que sur les super-maillles, on ne choisit ni la **MODELISATION** ni le **PHENOMENE** car le macro-élément (construit par l'opérateur **MACR_ELEM_STAT** [U4.62.01]) qui sera affecté sur la super-maille possède sa propre modélisation et son propre phénomène (ceux qui ont servi à le calculer).

/ **TOUT = 'OUI'**

Toutes les (super) mailles sont affectées.

3.5 Opérande **VERIF**

◇ **VERIF**

Valeur	Contenu / signification
'MAILLE'	vérifie l'affectation à toutes les mailles demandées sinon erreur
'NOEUD'	vérifie l'affectation à tous les nœuds demandés sinon erreur

Par défaut : aucune vérification n'est effectuée.

3.6 Opérande **VERI_JACOBIEN**

◇ **VERI_JACOBIEN = 'OUI' / 'NON'**

Ce mot clé sert à vérifier que les mailles du modèle ne sont pas trop distordues. On calcule le jacobien de la transformation géométrique qui transforme l'élément de référence en chaque maille réelle du modèle. Si sur les différents points d'intégration d'une maille, le jacobien change de signe, c'est que cette maille est très « mal fichue ».

Une alarme (**CALCULEL_7**) est alors émise.

3.7 Opérande **GRANDEUR_CARA**

◇ **GRANDEUR_CARA = _F(LONGUEUR = lcara, ...)**

Ce mot clé sert à définir quelques grandeurs physiques caractéristiques du problème traité. Ces grandeurs sont utilisées actuellement pour « a-dimensionner » certains termes des estimateurs d'erreur en « HM ». Voir [R4.10.05].

3.8 Mot clé **PARTITION**

◇ **PARTITION**

Ce mot-clé permet de répartir les éléments finis du modèle pour le parallélisme des calculs élémentaires, des assemblages et de certains solveurs linéaires. Cf. [U2.08.06] « Notice d'utilisation du parallélisme ».

Il définit comment seront distribués (ou non) les mailles/éléments pour les phases parallélisées de Code_Aster. L'utilisateur a donc la possibilité de piloter cette distribution entre les processeurs.

Le parallélisme opère :

- sur les calculs élémentaires et sur les assemblages de matrices et vecteurs (c'est ce que le mot-clé facteur PARTITION permet de contrôler),
- à la résolution du système linéaire si le solveur est parallélisé (cf. [U4.50.01]).

Remarque :

Il est possible de modifier le mode de distribution au cours de son étude. Il suffit d'utiliser la commande MODI_MODELE [U4.41.02].

3.8.1 Opérande PARALLELISME

3.8.1.1 PARALLELISME = / 'CENTRALISE'

Le parallélisme ne commence qu'au niveau du solveur linéaire. Chaque processeur construit et fournit au solveur l'intégralité du système à résoudre. Les calculs élémentaires ne sont pas parallélisés.

3.8.1.2 PARALLELISME = / 'GROUP_ELEM' [DEFAULT]

C'est le mode de distribution choisi par défaut. Il permet un équilibrage de charge parfait *a priori*, c'est-à-dire que chaque processeur effectuera, pour un type d'élément donné, le même nombre de calculs élémentaires (à un près). Bien évidemment cela ne préjuge en rien de l'équilibrage de charge final en particulier dans les calculs non-linéaires où le coût d'un calcul élémentaire dépend d'autres paramètres que le type d'élément.

Dans ce mode, les éléments du modèle sont regroupés par « groupe » afin de mutualiser certains calculs ce qui permet de gagner en efficacité. Le nombre d'éléments par groupe peut être choisi dans la commande DEBUT [U4.11.01].

Par ailleurs, il s'agit du seul mode en mesure de répartir les calculs élémentaires induits par les éléments tardifs, c'est-à-dire par les chargements tels que les conditions aux limites dualisées ou le contact continu.

3.8.1.3 PARALLELISME = / 'MAIL_DISPERSÉ'

La distribution s'opère sur les mailles. Elles sont réparties équitablement sur les différents processeurs disponibles. Les mailles sont réparties sur les différents processeurs comme on le fait quand on distribue des cartes à plusieurs joueurs. On parle aussi de distribution « cyclique ».

Par exemple, avec un modèle comportant 8 mailles, effectué sur 4 processeurs, on obtient la répartition suivante :

Mode de distribution	Maille 1	Maille 2	Maille 3	Maille 4	Maille 5	Maille 6	Maille 7	Maille 8
MAIL_DISPERSÉ	Proc. 0	Proc. 1	Proc. 2	Proc. 3	Proc. 0	Proc. 1	Proc. 2	Proc. 3

On voit qu'avec ce mode de distribution, un processeur traitera des mailles régulièrement espacées dans l'ordre des mailles du maillage. L'avantage de cette répartition est que « statistiquement », chaque processeur traitera autant d'hexaèdres, de pentaèdres, ..., et de triangles.

La charge de travail pour les calculs élémentaires sera en général bien répartie. En revanche, la matrice assemblée sur un processeur sera très « dispersée », à l'inverse de ce qui se passe pour le mode 'MAIL_CONTIGU'.

3.8.1.4 PARALLELISME = / 'MAIL_CONTIGU'

La distribution s'opère sur les mailles. Elles sont réparties en paquets de mailles contiguës sur les différents processeurs disponibles.

Par exemple, avec un modèle comportant 8 mailles, une machine de 4 processeurs disponibles, on obtient la répartition suivante :

Mode de distribution	de	Maille 1	Maille 2	Maille 3	Maille 4	Maille 5	Maille 6	Maille 7	Maille 8
MAIL_CONTIGU		Proc. 0	Proc. 0	Proc. 1	Proc. 1	Proc. 2	Proc. 2	Proc. 3	Proc. 3

Pour ce mode de distribution, la charge de travail pour les calculs élémentaires peut être moins équilibrée. Par exemple, un processeur peut n'avoir à traiter que des mailles « faciles » de bord. En revanche, la matrice assemblée sur un processeur est en général plus compacte.

3.8.1.5 Mot clé CHARGE_PROC0_MA

```
◇ CHARGE_PROC0_MA = / 100 [DEFAULT]
                  / pct
```

Ce mot clé n'est accessible que pour les modes de parallélisme 'MAIL_DISPERSE' et 'MAIL_CONTIGU'. En effet ces modes de distribution ne répartissent en général pas équitablement la charge des calculs à cause des conditions aux limites dualisées dont les calculs élémentaires sont traités par le processeur 0.

Si l'on souhaite soulager le processeur 0 (ou au contraire le surcharger), on peut utiliser le mot clé CHARGE_PROC0_MA. Ce mot clé permet à l'utilisateur de choisir le pourcentage de charge que l'on souhaite affecter au processeur 0.

Par exemple, si l'utilisateur choisit CHARGE_PROC0_MA = 80, le processeur 0 traitera 20% d'éléments de moins que les autres processeurs, soit 80% de la charge qu'il devrait supporter si le partage était équitable entre les processeurs.

3.8.1.6 PARALLELISME = / 'SOUS_DOMAINE'

La distribution des mailles se base sur une décomposition en sous-domaines construite en amont via l'opérateur DEFI_PART_FETI.

```
◆ PARTITION      = part [feti]
◇ CHARGE_PROC0_SD = / 0 [DEFAULT]
                  / nbsd
```

Le mot-clé PARTITION reçoit le concept produit par DEFI_PART_FETI qui décrit le partitionnement en sous-domaines.

Le mot-clé CHARGE_PROC0_SD permet d'attribuer le nombre de sous-domaines pour le processeur 0 (processeur maître). Si CHARGE_PROC0_SD = 1, alors le processeur 0 ne prendra en charge qu'un seul sous-domaine.

Par exemple, avec une structure de données SD_FETI comportant 5 sous-domaines et une machine disposant de 2 processeurs, et CHARGE_PROC0_SD = 2, on obtient la répartition suivante :

Mode	de	Sous-dom. 1	Sous-dom. 2	Sous-dom. 3	Sous-dom. 4	Sous-dom. 5
------	----	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------

distribution					
SOUS_DOMAINE	Proc. 0	Proc. 0	Proc. 1	Proc. 1	Proc. 1

4 Phase d'exécution

À partir des mots clés PHENOMENE et MODELISATION, on crée une structure de données spécifiant le type d'élément attaché à chaque maille. Il y a éventuellement des créations de mailles supplémentaires de type POI1 lorsque des affectations sont faites sur des nœuds ou des groupes de nœuds. Ces mailles ne sont pas accessibles à l'utilisateur. C'est pourquoi il est fortement conseillé d'utiliser CREA_MALLAGE [U4.23.02] pour créer des mailles POI1 utilisables dans le fichier de commande (pour STAT_NON_LINE par exemple).

Un rappel succinct des affectations est imprimé systématiquement (INFO=1) dans le fichier message.

Par exemple :

```
SUR LES          612 MAILLES DU MAILLAGE MA
ON A DEMANDE L'AFFECTION DE          612
ON A PU EN AFFECTER                    612

MODELISATION    ELEMENT FINI          TYPE MAILLE          NOMBRE
3D              MECA_TETRA4           TETRA4                52
3D              MECA_PENTA6           PENTA6                16
...
3D              MECA_FACE3            TRIA3                 60
```

5 Exemple

```
mo = AFFE_MODELE ( MAILLAGE = ma,
                   VERIF = ( 'MAILLE', 'NOEUD' ),
                   AFFE = ( _F ( GROUP_MA = gma,
                                PHENOMENE = 'MECANIQUE',
                                MODELISATION = '3D' ),
                           _F ( GROUP_NO = gno,
                                PHENOMENE = 'MECANIQUE',
                                MODELISATION = 'DIS_T' ),
                           ) )
```

Pour une modélisation du phénomène 'MECANIQUE', on affecte :

- sur le groupe de mailles `gma` des éléments 3D isoparamétriques,
- sur le groupe de nœuds `gno` des éléments discrets à 3 degrés de liberté de translation.