

**Manuel d'Utilisation**  
**Fascicule U4.2- : Maillage**  
**Document : U4.23.01**

## Opérateur *DEFI\_MALLAGE*

---

### 1 But

---

Définir un maillage à l'aide de macro-éléments.

Cette commande permet de définir un nouveau maillage à partir de macro-éléments statiques ou dynamiques. Ce nouveau maillage (ne contenant que les supports géométriques des macro-éléments) peut ensuite être "assemblé" à un autre maillage (contenant par exemple des mailles "classiques" grâce à la commande *ASSE\_MALLAGE* [U4.23.03] et l'option propre à la sous-structuration.

Produit une structure de données de type *maillage*.

## 2 Syntaxe

```

ma (maillage) = DEFI_MALLAGE (
  ♦ DEFI_SUPER_MAILLE = (_F (
    ♦ MACR_ELEM =        l_se        ,                    [l_macr_elem_*]
    ◇ SUPER_MAILLE =        l_mail    ,                    [l_maille]
    ◇ |    ◇ TRAN        =    /    (tx, ty), ou (tx, ty, tz), [l_R]
                           /    (0.,0.) ou (0.,0.,0.), [DEFAULT]
                           |    ◇ ANGL_NAUT =    /    ( $\alpha$ ), ou ( $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$ ),        [l_R]
                                                   /    (0.), ou (0.,0.,0.),        [DEFAULT]
                           ◇ CENTRE        =    /    (px,py) ou (px,py,pz), [l_R]
                                                   /    (0.,0.), ou (0.,0.,0.), [DEFAULT]
                                                   ),),
    ◇ | RECO_GLOBAL = (_F (
      ♦ /    TOUT        =        'OUI' ,
      /    SUPER_MAILLE =    l_maille ,                    [l_maille]
      ◇ |    CRITERE    =        /    'ABSOLU' ,
                           /    'RELATIF' ,                    [DEFAULT]
                           |    PRECISION =    /    prec ,                    [R]
                                                   /    1.D-3 ,                    [DEFAULT]
                                                   ),),
      | RECO_SUPER_MAILLE = (_F (
        ♦ SUPER_MAILLE        =    l_mail ,                    [l_maille]
        ♦ GROUP_NO            =    l_gno ,                    [l_group_no]
        ◇ /    OPTION =    'GEOMETRIQUE' ,                    [DEFAULT]
                ◇ |    CRITERE    =        /    'ABSOLU' ,
                                  /    'RELATIF' ,                    [DEFAULT]
                                  |    PRECISION =    /    prec ,                    [R]
                                                          /    1.D-3 ,                    [DEFAULT]
                                  /    OPTION =    'NOEUD_A_NOEUD' ,
                                  /    OPTION =    'INVERSE' ,
                                                          ),),
        ),),
      ◇ DEFI_NOEUD = _F (
        /    ♦ TOUT        =        'OUI' ,
        /    ◇ PREFIXE =        pref ,                    [Kn]
        /    ♦ INDEX     =        (dm,fm,dn,fn),                    [l_I]
        /    ♦ NOEUD_FIN    =    no_fin ,                    [noeud]
        /    ♦ SUPER_MAILLE =    mail ,                    [maille]
        /    ♦ NOEUD_INIT    =    no_ini ,                    [noeud]
        /                        ),),
      ◇ DEFI_GROUP_NO = _F (
        /    ♦ /    TOUT        =        'OUI' ,
        /        /    SUPER_MAILLE =    mail ,                    [maille]
        /    ◇ PREFIXE    =        pref ,                    [Kn]
        /    ♦ INDEX     =        (dm,fm,dn,fn),                    [l_I]
        /    ♦ GROUP_NO_FIN =    gno_fin ,                    [group_no]
        /    ♦ SUPER_MAILLE =    mail ,                    [maille]
        /    ♦ GROUP_NO_INIT=    gno_ini ,                    [group_no]
        /                        ),),
      )
)

```

### 3 Généralités

Dans la documentation de cette commande, on parlera de :

- macro-élément : objet de type `macr_elem_stat` ou `macr_elem_dyna`,
- super-maille : entité géométrique supportant un macro-élément,
- maillage **initial** quand on désigne le maillage qui a servi à engendrer un macro-élément,
- maillage **final** pour désigner le maillage produit par cette commande.

Par extension ces adjectifs **initial/final** s'appliqueront aux entités attachées aux maillages : nœud, maille, groupe de nœuds.

Pratiquement, pour construire le maillage final :

- on définit des super-maillages en positionnant dans l'espace (2D ou 3D) des macro-éléments existants (un même macro-élément peut engendrer plusieurs super-maillages),
- on recolle les super-maillages entre elles,
- on renomme, si on le veut, certains nœuds,
- on crée, si on le veut, certains groupes de nœuds.

#### Remarques :

*On peut constater que le maillage créé par cette commande n'est formé que de super-maillages. On ne peut donc pas (par exemple), le dessiner avec les post-processeurs usuels. Des possibilités d'y remédier pourront exister avec la commande `DEFI_SQUELETTE` [U4.24.01].*

*Pour mélanger des éléments finis "classiques" et des sous-structures, il faut utiliser l'opérateur de "concaténation" de maillages [U4.23.03] : `mag = ASSE_MALLAGE ( MALLAGE= ( m1 , m2 ) )`*

Un maillage résultant de l'opérateur `DEFI_MALLAGE` contient :

- des super-maillages,
- des nœuds,
- des groupes de nœuds.

Les super-maillages sont définies par translation/rotation de macro-éléments.

Comme une maille "classique", une super-maille est entièrement définie par la liste de ses nœuds. Les coordonnées des nœuds des mailles sont celles des nœuds externes des macro-éléments transformées par la transformation géométrique : translation, rotation ...

Si on n'effectue pas de recollement (cf. `RECO_GLOBAL` / `RECO_SUPER_MAILLE`), le maillage a autant de nœuds que la somme des nœuds des super-maillages.

#### Convention C1 :

Lorsque l'on "recolle" les super-maillages, on élimine certains nœuds. Par convention, lors d'une élimination de nœuds coïncidants, on conserve le nœud (et donc ses coordonnées) qui provient de la première maille de la liste `l_mail` (cf. `RECO_GLOBAL` / `RECO_SUPER_MAILLE`).

Comme dans tout maillage *Aster*, les nœuds sont **nommés**. Par défaut, les noms des nœuds sont donnés par le programme sous la forme : `Nijk` où `ijk` est un numéro compris entre 1 et 999999.9.

Les mots clé `DEFI_NOEUD` et `DEFI_GROUP_NO` permettent à l'utilisateur de renommer certains nœuds et de définir des groupes de nœuds.

## 4 Opérandes

### 4.1 Mot clé **DEFI\_SUPER\_MAILLE**

- ◆ **DEFI\_SUPER\_MAILLE** =

Ce mot clé facteur permet de définir les super-maillages du maillage à l'aide des macro-éléments.

#### 4.1.1 Opérande **MACR\_ELEM**

- ◆ **MACR\_ELEM** = *l\_se*

*l\_se* est la liste des noms des macro-éléments qui vont engendrer les mailles.

#### 4.1.2 Opérande **SUPER\_MAILLE**

- ◇ **SUPER\_MAILLE** = *l\_mail*

*l\_mail* est la liste des noms que l'on veut donner aux mailles. Cet argument est facultatif. En son absence, on donnera aux mailles les noms des macro-éléments (ceci est évidemment impossible si on veut utiliser plusieurs fois le même macro-élément).

#### 4.1.3 Opérandes de transformations géométriques

- ◇ | ◇ **TRAN** =

Ce mot clé définit la translation à appliquer au macro-élément:

- si on est en **2D**, on attend 2 réels : (*tx*, *ty*),
- si on est en **3D**, on attend 3 réels : (*tx*, *ty*, *tz*).

- | ◇ **ANGL\_NAUT** =

- ◇ **CENTRE** =

Ces mots clé définissent la rotation à appliquer au macro-élément.

Si on est en **2D**, on attend 3 réels :

- $\alpha$  est l'angle (en degrés) de rotation dans le plan pour **ANGL\_NAUT**,
- *px* et *py* sont les coordonnées du centre de rotation pour **CENTRE**.

Si on est en **3D**, on attend 6 réels :

- $\alpha$ ,  $\beta$  et  $\gamma$  sont les angles nautiques de la rotation (en degrés). (Cf. l'opérateur **AFFE\_CARA\_ELEM** [U4.42.01]) pour **ANGL\_NAUT**,
- *px*, *py* et *pz* sont les coordonnées du centre de rotation pour **CENTRE**.

#### Remarque importante :

*On sait que l'ordre des mots clés n'est pas significatif pour Aster. L'opération de translation/rotation est **conventionnellement** faite dans l'ordre rotation **puis** translation. Ces deux opérations ne commutent pas en général.*

## 4.2 Mot clé RECO\_GLOBAL

```
◇ | RECO_GLOBAL =  
  ♦ / TOUT = 'OUI' ,  
    / SUPER_MAILLE = l_maille,  
◇ | CRITERE = / 'ABSOLU' ,  
              / 'RELATIF' , [DEFAULT]  
    | PRECISION = / prec,  
                  / 1.D-3, [DEFAULT]
```

Ce mot clé permet de recoller **automatiquement** un ensemble de super-maillages (désignées par le mot clé `SUPER_MAILLE` ou le mot clé `TOUT`) avec un critère de proximité géométrique : 2 nœuds de 2 super-maillages différentes `m1` et `m2` seront confondus si la distance qui les sépare est :

```
< prec (CRITERE = 'ABSOLU'),  
< prec*min(d(m1),d(m2)) (CRITERE = 'RELATIF').
```

où  $d(m_i)$  note la plus petite distance entre 2 nœuds de la super-maille  $m_i$ .

### Remarques :

*Deux nœuds d'une même maille ne seront jamais recollés.*

*Si une maille ne contient qu'un seul nœud, il faut utiliser le `CRITERE = 'ABSOLU'`.*

## 4.3 Mot clé RECO\_SUPER\_MAILLE

```
◇ RECO_SUPER_MAILLE =
```

Ce mot clé facteur permet de recoller “à la main” certaines super-maillages désignées par l'utilisateur. Les super-maillages que l'on peut recoller sont celles qui ont été définies par le mot clé `DEFI_SUPER_MAILLE`. On recolle alors les super-maillages via des groupes de nœuds. Pour dire ce que l'on veut recoller il faut donc donner des couples (maille, groupe de nœuds (du maillage initial)).

### Remarques :

*Lorsqu'on donne un couple (maille, groupe de nœuds), on désigne la liste des nœuds du groupe de nœuds qui sont externes pour le macro-élément qui définit la super-maille. C'est en fait l'intersection du groupe de nœuds et du bord de la sous-structure. Cette liste est ordonnée comme le groupe de nœuds initial.*

*En principe, lorsqu'on recolle 2 mailles via 2 groupes de nœuds, l'ensemble des nœuds désignés doit se recoller (cf. la convention choisie par le mot clé `OPTION`). Un message d'alarme sera émis si ce n'est pas le cas.*

### 4.3.1 Opérands SUPER\_MAILLE / GROUP\_NO

```
◇ SUPER_MAILLE =
```

On donne ici la liste des mailles à recoller. En général, on recolle les mailles 2 par 2.

Pour les "coins", il peut être agréable de recoller toutes les mailles concourantes en une seule fois (par exemple les 4 super-cubes qui se partagent la même arête).

```
◇ GROUP_NO =
```

On donne ici la liste des groupes de nœuds à recoller. Cette liste est de même longueur que la liste des mailles.

### 4.3.2 Opérande OPTION

◇    OPTION =

Ce mot permet de choisir la convention de recollement des listes de nœuds définis par les groupes de nœuds.

- 'GEOMETRIQUE' :

Le programme va confondre les nœuds par des considérations de proximité géométrique.  
(Cf. mot clé : RECO\_GLOBAL)

- 'NOEUD\_A\_NOEUD' / 'INVERSE' :

$$\begin{aligned}\text{Soit : } G1 &= \{A1, B1, C1\} \\ G2 &= \{A2, B2, C2\} \\ G3 &= \{A3, B3, C3\}\end{aligned}$$

Si OPTION = 'NOEUD\_A\_NOEUD' ,    GROUP\_NO = (G1, G2, G3)

on va recoller :    A1   avec   A2   avec   A3  
                          B1   avec   B2   avec   B3  
                          C1   avec   C2   avec   C3

Si OPTION = 'INVERSE'                    ,                    GROUP\_NO = (G1, G2, G3)

on va recoller :    C1   avec   A2   avec   A3  
                          B1   avec   B2   avec   B3  
                          A1   avec   C2   avec   C3

**Attention :**

    | Pour option 'INVERSE', seul le premier groupe de nœuds de la liste des GROUP\_NO est  
    | "retourné".

## 4.4 Mot clé DEFI\_NOEUD

◇    DEFI\_NOEUD =

Ce mot clé facteur permet de renommer tout ou partie des nœuds du maillage.

### 4.4.1 Opérandes TOUT / PREFIXE / INDEX

- ◆    TOUT = 'OUI' ,
- ◇    PREFIXE = pref,
- ◆    INDEX = (dm, fm, dn, fn),

Ces mots clé permettent de renommer tous les nœuds du maillage. La convention de renommage est la suivante (en pseudo FORTRAN) :

no\_fin (K8) = pref//no\_mail(dm:fm)//no\_ini(dn:fn)

Ce qui veut dire que le nom d'un nœud sera formé en concaténant :

- le préfixe éventuellement donné par l'utilisateur,
- une sous-chaine de caractères extraite du nom de la maille qui porte ce nœud (cf. la convention C1 d'élimination des nœuds énoncée ci-dessus [§ 3]). On prend les caractères de rang compris entre  $dm$  et  $fm$ . Si  $dm > fm$ , cette sous-chaine est vide,
- une sous-chaine de caractères extraite du nom du nœud (dans son maillage initial). On prend les caractères de rang compris entre  $dn$  et  $fn$ . Si  $dn > fn$ , cette sous-chaine est vide.

Il faut donc que :  $ltot = \text{longueur}(\text{préfixe}) + (fm - dm + 1) + (fn - dn + 1) \leq 8$

On rappelle que 2 nœuds ne peuvent avoir le même nom dans un même maillage. Le but du "jeu" pour l'utilisateur est d'arriver à renommer certains nœuds (sans trop d'efforts de sa part) de manière conventionnelle sans que cette convention conduise à des noms identiques.

Un cas fréquent est le suivant :

si les maillages qui ont donné naissance aux macro-éléments proviennent d'un pré-processeur qui engendre des noms de nœuds de la forme NOijklmn et si l'utilisateur donne à ses super-maillages des noms à 2 caractères : SA, SB,... la séquence :

```
DEFI_NOEUD = _F ( TOUT= 'OUI' , INDEX=(1, 2, 3, 8, ))
```

engendrera des nœuds de noms : SA000001, SA000002,... , SB000001,

#### 4.4.2 Opérandes NOEUD\_FIN / SUPER\_MAILLE / NOEUD\_INIT

◆	NOEUD_FIN	=	no_fin,
◆	SUPER_MAILLE	=	mail,
◆	NOEUD_INIT	=	no_ini,

Ces mots clés permettent de renommer des nœuds **un par un** :

- `no_fin` est le nom que l'on veut donner au nœud du maillage que l'on crée (final).
- `mail` et `no_ini` identifient le nœud à renommer : `mail` est le nom de la super-maille qui porte le nœud, `no_ini` est le nom du nœud dans le maillage qui a servi à créer le macro-élément qui a défini la super-maille `mail`.

#### 4.5 Mot clé DEFI\_GROUP\_NO

◇ DEFI\_GROUP\_NO =

Ce paragraphe est presque identique au précédent (DEFI\_NOEUD) en remplaçant le mot NOEUD\_ par le mot GROUP\_NO.

Ce mot clé facteur permet de définir des groupes de nœuds à partir de groupes existant dans les maillages initiaux des macro-éléments.

**Remarque :**

*Un groupe de nœuds initial peut contenir des nœuds qui n'appartiennent pas aux bords des macro-éléments. Ces nœuds internes n'existent donc pas dans le maillage final. Par commodité, on prend la convention de créer quand même le groupe réduit à son intersection avec le bord du macro-élément.*

## 4.5.1 Opérandes TOUT / SUPER\_MAILLE / PREFIXE / INDEX

```
| ♦ / TOUT = 'OUI' ,  
  / SUPER_MAILLE = mail,  
♦ PREFIXE = pref,  
♦ INDEX = (dm, fm, dn, fn),
```

Ces mots clés permettent de créer tous les groupes de nœuds correspondants aux groupes du maillage initial associé à la maille `mail` ou à toutes les mailles si :

`TOUT= 'OUI'.`

La convention de renommage est la suivante (en pseudo FORTRAN) :

`gno_fin(k8) = pref//no_mail(dm:fm)//gno_ini(dn:fn)`

Ce qui veut dire que le nom d'un groupe de nœuds sera formé en concaténant :

- le préfixe éventuellement donné par l'utilisateur,
- une sous-chaine de caractères extraite du nom de la maille,
- une sous-chaine de caractères extraite du nom du `group_no` du maillage initial.

Il faut donc que :

`ltot= longueur(préfixe) + (fm-dm+1) + (fn-dn+1) ≤ 8`

Un cas fréquent est le suivant: les maillages qui ont donné naissance aux macro-éléments proviennent d'un pré-processeur qui engendre des noms de la forme `GRNOijkl`. Si l'utilisateur donne à ses super-maillages des noms à 2 caractères : `SA`, `SB`, ..., la séquence :

`DEFI_GROUP_NO=_F(TOUT= 'OUI' , PREFIXE='GN' , INDEX=(1,2,5,8))`

Engendrera des groupes de nœuds de noms :

`GNSA0001, GNSA0002,... , GNSB0001.`

## 4.5.2 Opérandes GROUP\_NO\_FIN / SUPER\_MAILLE / GROUP\_NO\_INIT

```
| ♦ GROUP_NO_FIN = gno_fin,  
♦ SUPER_MAILLE = mail,  
♦ GROUP_NO_INIT = gno_ini,
```

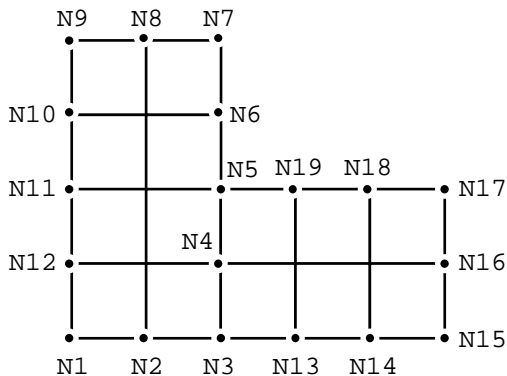
Ces mots clés permettent de créer des groupes de nœuds **un par un** :

- `gno_fin` est le nom que l'on veut donner au `GROUP_NO`,
- `mail` et `gno_ini` identifient le `GROUP_NO` initial :
  - `mail` est le nom de la super-maille qui porte le `GROUP_NO`,
  - `gno_ini` est le nom du `GROUP_NO` du maillage initial.



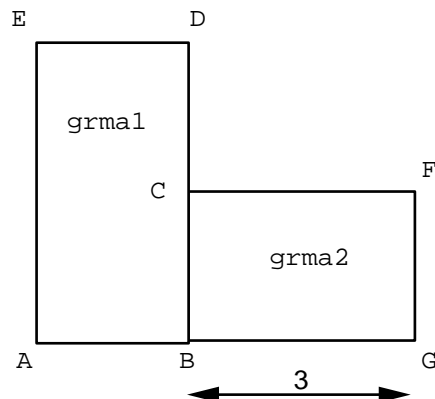
## 5 Exemple

Soit le maillage *m1* :



GROUP\_NO :

```
AB = (N1 N2 N3)
BC = (N3 N4 N5)
CD = .....
.....
```



GROUP\_MA :

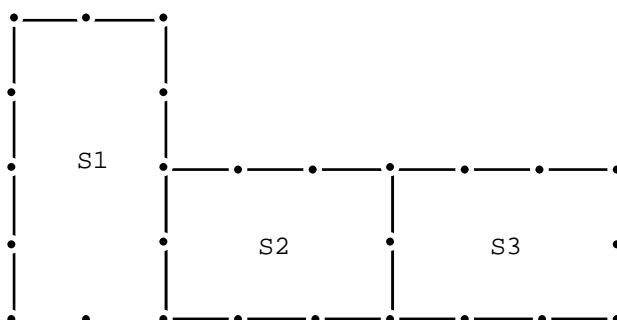
```
grma1
grma2
```

Sur ce maillage *m1* on définit 2 *macr\_elem\_stat*.

```
mo1 = AFFE_MODELE      ( AFFE = _F (GROUP_MA = grma1)... )
mo2 = AFFE_MODELE      ( AFFE = _F (GROUP_MA = grma2)... )

S1 = MACR_ELEM_STAT    ( DEFINITION = _F (MODELE = mo1...)
                        ( EXTERIEUR = _F (GROUP_NO = (AB,BC,CD,DE,EA))
                        ... )
S2 = MACR_ELEM_STAT    ( DEFINITION = _F (MODELE = mo2...)
                        ( EXTERIEUR = _F (GROUP_NO = (BC,BG,FG,CF))
                        ... )
```

On peut alors définir le maillage *m2* :



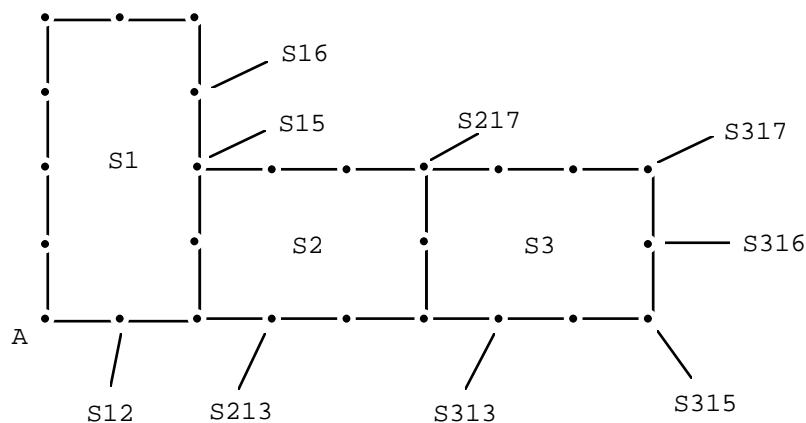
Titre :        *Opérateur DEFI\_MALLAGE*  
Auteur(s) :   **J. PELLET**

Date :        21/12/07  
Clé :    *U4.23.01-I1*    Page :    10/10

```
m2 = DEFI_MALLAGE (
  DEFI_SUPER_MAILLE = (
    _F(MACR_ELEM = S1) ,
    _F(MACR_ELEM = S2 , SUPER_MAILLE = S2, ) ,
    _F(MACR_ELEM = S2 , SUPER_MAILLE = S3, TRAN = 3.),),
  RECO_SUPER_MAILLE = (
    _F(SUPER_MAILLE = (S1,S2), GROUP_NO = (BC,BC), OPTION = 'NOEUD_A_NOEUD'),
    _F(SUPER_MAILLE = (S2,S3), GROUP_NO = (FG,BC), OPTION = 'INVERSE'),),
  DEFI_NOEUD = (
    _F(TOUT = 'OUI' , INDEX = (1, 2, 2, 3)),
    _F(NOEUD_FIN = A, SUPER_MAILLE = S1 , NOEUD_INIT = N1),),
  DEFI_GROUP_NO =
    _F(GROUP_NO_FIN = FG, SUPER_MAILLE = S3, GROUP_NO_INIT = FG), )
```

Le maillage obtenu contient :

- 3 super-maillages : S1, S2, S3
- 26 nœuds : A, S12, ..., S317
- 1 GROUP\_NO : FG = (S315, S316, S317)



## Remarque :

Le recollement des super-maillages aurait pu être fait plus simplement par :  
`RECO_GLOBAL = _F (TOUT = 'OUI').`