

## 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 = / (a), ou (a, b, c), [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 :

- `a` 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 :

- `a`, `b`, `c` sont les angles nautiques  $(\alpha, \beta, \gamma)$  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 Opérandes 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' :

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

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 Opérands 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 Opérands 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,
```

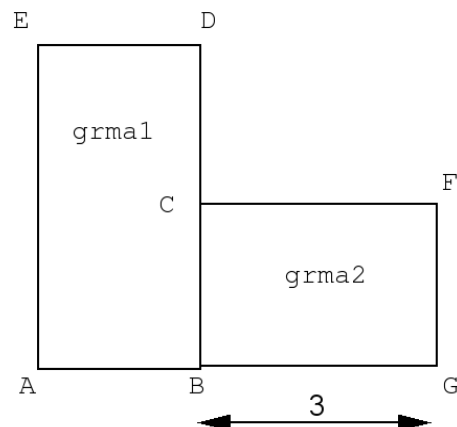
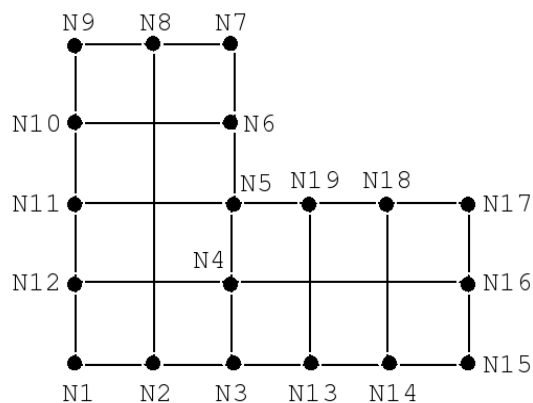
Ces mots clés permettent de créer des groupes de nœuds **un par un** :

- `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 :

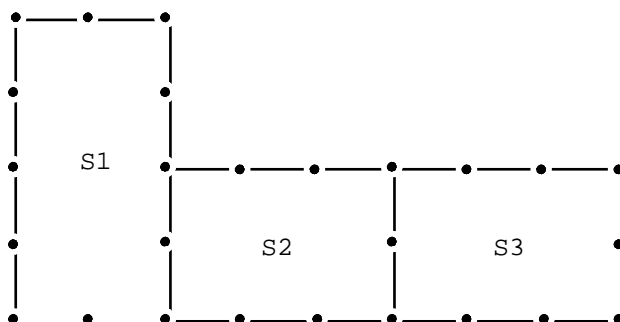
```
grma1
grma2
```

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))
                        ... )
```

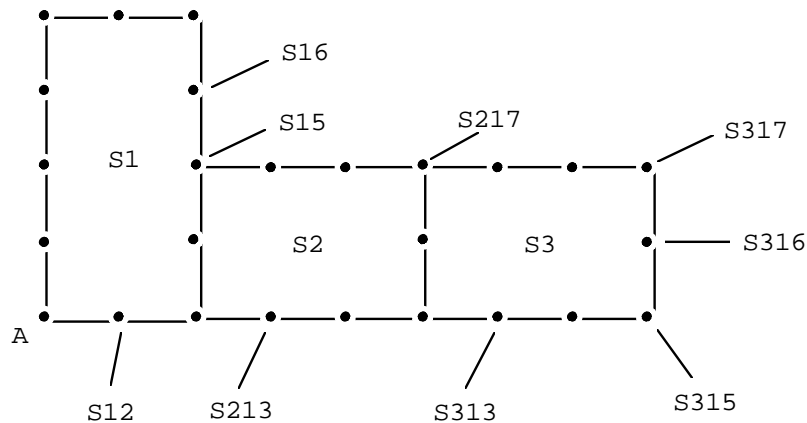
On peut alors définir le maillage  $m2$  :



```
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') .`