

Manuel d'Utilisation
Fascicule U4.2- : Maillage
Document : U4.23.02

Opérateur CREA_MALLAGE

1 But

Modifier la topologie d'une structure de données de type `maillage`. Le nouveau maillage contient toutes les informations de l'ancien maillage (si elles existent encore) : les nœuds, les mailles, les groupes de nœuds et les groupes de mailles. Le nouveau maillage est créé à partir d'un maillage existant en dupliquant, en détruisant, en transformant ou en éclatant, ..., des mailles.

Produit une structure de données `maillage`.

2 Syntaxe

```

ma_2 (maillage) = CREA_MAILLAGE (

    ♦ MAILLAGE = ma_1, [maillage]

    ♦ / | CREA_GROUP_MA = _F(
        ♦ NOM= noma, [K8]
        ♦ | MAILLE = lmail, [l_maille]
          | GROUP_MA = lgma, [l_group_ma]
          | TOUT = 'OUI',
        ♦ PREF_MAILLE = pre_ma, [Kn]
        ◇ PREF_NUME = ind, [I]
          ),

    | CREA_MAILLE = _F(
        ♦ | MAILLE = lmail, [l_maille]
          | GROUP_MA = lgma, [l_group_ma]
          | TOUT = 'OUI',
        ♦ PREF_MAILLE = pre_ma, [Kn]
        ◇ PREF_NUME = ind, [I]
          ),

    | DETR_GROUP_MA = _F(
        ♦ GROUP_MA = lgma, [l_group_ma]
        ◇ NB_MAILLE = / 0, [DEFAULT]
          / nbmail, [I]
          ),

    | MODI_MAILLE = _F(
        ♦ | TOUT = 'OUI',
          | GROUP_MA = lgma, [l_group_ma]
          | MAILLE = lmail, [l_maille]
        ♦ / OPTION = / 'TRIA6_7',
          / 'QUAD8_9',
          / 'SEG3_4',
          / 'QUAD_TRIA3',
          ◇ PREF_NOEUD = / 'NS', [DEFAULT]
          / pre_nd, [Kn]
          ◇ PREF_NUME = / ind, [I]
          / 1, [DEFAULT]
          / OPTION = 'QUAD_TRIA3',
          ◇ PREF_MAILLE = / 'MS', [DEFAULT]
          / pre_ma, [Kn]
          ◇ PREF_NUME = / ind, [I]
          / 1, [DEFAULT]
          ),

    | REPERE = _F(
        ♦ TABLE = tab, [tabl_cara_geom]
        ◇ NOM_ORIG = / 'CDG', [DEFAULT]
          / 'TORSION',
        ◇ NOM_ROTA = / 'INERTIE', [DEFAULT]
        ◇ GROUP_MA = gma, [group_ma]
          ),

```

Titre : Opérateur CREA_MALLAGE
Auteur(s) : M. COURTOIS, L. VIVAN

Date : 17/06/04
Clé : U4.23.02-E2 Page : 3/12

```

| CREA_POI1 = _F(
|   ♦ | TOUT      = 'OUI',
|     | GROUP_MA  = lgma,      [l_group_ma]
|     | MAILLE    = lmail,     [l_maille]
|     | GROUP_NO  = lno,       [l_group_no]
|     | NOEUD     = lnoeud,    [l_noeud]
|     | NOM_GROUP_MA = nom_ma , [group_ma]
|     ),
/
LINE_QUAD = _F(
|   ♦ | TOUT      = 'OUI',
|     | GROUP_MA  = lgma,      [l_group_ma]
|     | MAILLE    = lmail,     [l_maille]
|     ◇ PREF_NOEUD = / 'NS',   [DEFAULT]
|                       / pre_nd , [Kn]
|     ◇ PREF_NUME  = / ind ,   [I]
|                       / 1,      [DEFAULT]
|     ),
/
COQU_VOLU = _F(
|   ♦ NOM= noma,      [TXM]
|   ♦ GROUP_MA = gma, [group_ma]
|   ♦ EPAIS = ep,     [R8]
|   ◇ PREF_MAILLE = / 'MS',   [DEFAULT]
|                       / pre_ma , [Kn]
|   ◇ PREF_NOEUD  = / 'NS',   [DEFAULT]
|                       / pre_nd , [Kn]
|   ◇ PREF_NUME   = / ind ,   [I]
|                       / 1,      [DEFAULT]
|   ♦ / PLAN      = / 'SUP',   [TXM]
|                       / 'INF',
|
|   / PLAN      = 'MOY',
|   ♦ TRANSLATION = / 'SUP',   [TXM]
|                       / 'INF', [DEFAULT]
|   ),
/
ECLA_PG = _F(
|   ♦ MODELE = mo,     [modele]
|   ♦ | MAILLE    = lmail,   [l_maille]
|     | GROUP_MA  = lgma,    [l_group_ma]
|     | TOUT      = 'OUI',
|   ◇ SHRINK = / sh,
|               / 0.9,       [DEFAULT]
|   ◇ TAILLE_MIN = / tm,
|               / 0.,        [DEFAULT]
|   ),
◇ INFO = / 1,
|        / 2,
[DEFAULT]
◇ TITRE = tit,
[TXM]
)

```

3 Opérandes

3.1 Opérande MAILLAGE

- ♦ MAILLAGE = ma_1

ma_1 est le nom du maillage initial que l'on veut reproduire avant de "l'enrichir" par de nouvelles mailles ou nœuds, ou de "l'appauvrir".

3.2 Mot clé CREA_GROUP_MA

- | CREA_GROUP_MA

Une occurrence de ce mot clé facteur permet de définir un nouveau groupe de mailles constitué de nouvelles mailles, s'appuyant elles-mêmes sur des nœuds existants.

Pour dupliquer plusieurs groupes de mailles, on répétera le mot clé facteur CREA_GROUP_MA.

Contrairement à la commande DEFI_GROUP [U4.22.01] pour laquelle le concept maillage conserve toujours le même nombre de mailles et de nœuds, ici le nombre de mailles du nouveau maillage est augmenté (le nombre de nœuds reste identique car les nouvelles mailles s'appuient sur des nœuds déjà existants).

Ceci peut faciliter la création de nouveaux lieux géométriques pour pouvoir appliquer des modélisations différentes sur le même groupe de mailles (par exemple on a besoin de cette fonctionnalité pour modéliser une coque qui s'appuie sur un "matelas élastique" : modélisation APPUI_REP).

3.2.1 Opérande NOM

- ♦ NOM = noma

On donne ici le nom (sans "quotes") du nouveau groupe de mailles qui sera créé.

3.2.2 Opérandes MAILLE / GROUP_MA / TOUT

- | MAILLE = lmail,
- | GROUP_MA = lgma,
- | TOUT = 'OUI',

L'ensemble des mailles stipulé par l'utilisateur avec ces trois mots clés sera dupliqué et les nouvelles mailles seront rassemblées dans un groupe de mailles portant le nom stipulé par le mot clé NOM. Si l'ensemble des mailles à dupliquer contient des mailles en double, elles sont éliminées.

3.2.3 Opérandes PREF_MAILLE / PREF_NUME

- ♦ PREF_MAILLE = pre_ma

Cette variable texte permet de définir le nom des nouvelles mailles. On obtient le nom de la nouvelle maille en rajoutant devant son ancien nom, le texte spécifié sous le mot clé PREF_MAILLE. Dans le cas où ce nouveau nom a une longueur supérieure à huit caractères, on s'arrête en erreur fatale avec un message d'erreur.

◇ PREF_NUME = / ind

Si un entier ind est donné sous le mot clé PREF_NUME, le numéro des nouvelles mailles est construit en concaténant le texte majuscule donné sous le mot clé PREF_MAILLE et un entier obtenu en incrémentant ind de 1 à chaque création de nouvelles mailles.

Remarque :

L'utilisateur doit être prudent dans le choix de son préfixe pour éviter que les mailles nouvelles aient le même nom que des mailles anciennes. Cette collision de noms est détectée par la commande et conduit à un arrêt du programme.

3.3 Mot clé CREA_MAILLE

| CREA_MAILLE

Une occurrence de ce mot clé facteur permet de définir de nouvelles mailles en dupliquant des mailles déjà existantes. Pour l'utilisation des mots-clé, on renvoie au paragraphe [§3.2]. Seule différence, les mailles créées ne sont pas regroupées dans un groupe de mailles nommé.

3.4 Mot clé CREA_POI1

| CREA_POI1

Une occurrence de ce mot clé facteur permet de définir des mailles de type 'POI1' (maille à un seul nœud) à partir de nœuds ou groupes de nœuds, ou de nœuds de mailles ou de groupe de mailles.

3.4.1 Opérandes TOUT / GROUP_MA / MAILLE / GROUP_NO / NOEUD

| TOUT = 'OUI',
| GROUP_MA = lgma,
| MAILLE = lmail,
| GROUP_NO = lno,
| NOEUD = lnoeud,

Tous les nœuds qui appartiennent à des entités stipulées par l'utilisateur avec ces 5 mots clés, génèrent une maille de type POI1. La maille créée aura le même nom que le nœud qui la supporte.

3.4.2 Opérande NOM_GROUP_MA

◆ NOM_GROUP_MA = nom_ma

Toutes les mailles POI1 ainsi créées peuvent être regroupées dans un même groupe de mailles nommé nom_ma.

3.5 Mot clé DETR_GROUP_MA

| DETR_GROUP_MA

Une occurrence de ce mot clé facteur permet de détruire des groupes de mailles, les mailles contenues dans ces groupes ne sont elles pas détruites.

3.5.1 Opérande GROUP_MA

/ GROUP_MA = lgma

Les groupes de mailles stipulés dans la liste lgma sont détruits.

3.5.2 Opérande NB_MAILLE

◇ NB_MAILLE = / nb_mail,
 / 0,

Tous les groupes de mailles ayant un nombre de mailles inférieur ou égal à nb_mail sont détruits.

3.6 Mot clé MODI_MAILLE

| MODI_MAILLE

Une occurrence de ce mot clé facteur permet de transformer :

- respectivement les mailles segment à 3 nœuds, triangle à 6 nœuds et quadrangle à 8 nœuds en segment à 4 nœuds, triangle à 7 nœuds et quadrangle à 9 nœuds. Des nœuds supplémentaires sont par conséquent rajoutés dans le maillage. Pour les triangles et les quadrangles, chaque nœud supplémentaire est obtenu comme le barycentre géométrique des nœuds sommets de la maille considérée.
Pour les segments, les nœuds milieux sont placés au tiers et au deux-tiers du segment, la courbure de l'élément étant respectée.
- les mailles quadrangles en mailles triangles à 3 nœuds.

3.6.1 Opérande TOUT

| TOUT = 'OUI'

On applique la transformation à toutes les mailles du maillage.

3.6.2 Opérande MAILLE

| MAILLE = lmail

Ce mot clé permet de définir une liste de mailles constituant le groupe de mailles qui seront transformées.

3.6.3 Opérande GROUP_MA

| GROUP_MA = lgma

Les mailles des groupes de mailles donnés dans la liste lgma sont transformées.

3.6.4 Opérande OPTION

◆ OPTION = / 'SEG3_4'
 'TRIA6_7'
 'QUAD8_9'
 'QUAD_TRIA3'

Ce mot-clé indique la transformation à effectuer :

- transformation des segments à 3 nœuds en segments à 4 nœuds (utilisable par exemple pour la modélisation 'TUYAU' de AFPE_MODELE [U4.41.01],
- transformation des triangles à 6 nœuds en triangles à 7 nœuds,
- transformation des quadrangles à 8 nœuds en quadrangles à 9 nœuds,
- transformation des quadrangles en triangles à 3 nœuds :
 - transformation de mailles de type QUAD4 en 2 mailles de type TRIA3
 - transformation de mailles de type QUAD8 en 6 mailles de type TRIA3
 - transformation de mailles de type QUAD9 en 6 mailles de type TRIA3

3.6.5 Opérandes PREF_NOEUD / PREF_MAILLE / PREF_NUME

```
◇   PREF_NOEUD = /   pre_nd,
                        'NS',
```

Cette variable texte permet de définir le nom des nouveaux nœuds. On obtient le nom du nouveau nœud en rajoutant devant son ancien nom, le texte spécifié sous le mot clé `PREF_NOEUD`. Dans le cas où ce nouveau nom a une longueur supérieure à huit caractères, on s'arrête en erreur fatale avec un message d'erreur.

◇ PREF MAILLE = pre ma

Cette variable texte permet de définir le nom des nouvelles mailles. On obtient le nom de la nouvelle maille en rajoutant devant son ancien nom, le texte spécifié sous le mot clé `PREF_MAILLE`. Dans le cas où ce nouveau nom a une longueur supérieure à huit caractères, on s'arrête en erreur fatale avec un message d'erreur.

$$\diamond \quad \text{PREF_NUME} = \begin{array}{cc} / & \text{ind}, \\ & / 1, \end{array}$$

Si un entier `ind` est donné sous le mot clé `PREF_NUME`, le numéro des nouveaux nœuds (nouvelles mailles) est construit en concaténant le texte majuscule donné sous le mot clé `PREF_NOEUD` (`PREF_MAILLE`) et un entier obtenu en incrémentant `ind` de 1 à chaque création de nouveaux nœuds (nouvelles mailles).

Remarque :

L'utilisateur doit être prudent dans le choix de son préfixe pour éviter que les nouveaux nœuds (nouvelles mailles) aient le même nom que des anciens nœuds (nouvelles mailles). Cette collision de noms est détectée par la commande et conduit à un arrêt du programme.

Une procédure automatique de découpage des mailles quadrangles en triangles peut générer une sorte de "polarisation" du maillage : à partir d'un maillage QUAD donné, toutes les diagonales se retrouvent orientées dans la même direction.

3.6.6 Vérification

Les mailles modifiées par la transformation doivent être du même type que celui stipulé sous le mot clé **OPTION**.

3.7 Mot clé REPERE

| REPERE

Une occurrence de ce mot clé facteur permet de définir un nouveau maillage à partir de l'ancien maillage en effectuant un changement de repère.

Cette fonctionnalité est utilisée en particulier dans la macro-commande `MACR_CARA_POUTRE [U4.42.02]` pour le calcul de la constante de gauchissement.

3.7.1 Opérandes TABLE / NOM ORIG / NOM ROTA / GROUP MA

◆ TABLE = tab

On donne ici le nom de la table de concept « caractéristiques géométriques » qui contient en particulier, les coordonnées du centre d'inertie et du centre de torsion, les angles nautiques définissant le repère principal d'inertie,... Cette table peut être obtenue par la commande `POST ELEM` avec les mots clés `facteurs CARA GEOM` ou `CARA POUTRE` [U4.81.22].

```

◇  NOM_ORIG = / 'CDG',
               'TORSION',

```

On indique le centre du nouveau repère : le centre de gravité ou le centre de torsion.

◇ `NOM_ROTA = / 'INERTIE',`

On indique la direction du nouveau repère. Une seule solution est possible : les directions sont celles du repère principal d'inertie.

◇ `GROUP_MA = gma`

Si `NOM_ORIG = 'CDG'`, on peut indiquer le nom du groupe de mailles dont le centre de gravité sera l'origine du nouveau repère. Si on n'utilise pas `GROUP_MA`, le centre de gravité de l'ensemble du `MODELE` sera l'origine du nouveau repère.

Si `NOM_ORIG = 'TORSION'`, le mot clé `GROUP_MA` est inopérant.

3.8 Mot-clé `LINE_QUAD`

/ `LINE_QUAD`

Ce fonctionnalité permet de créer un maillage quadratique à partir d'un maillage linéaire, on peut ne l'appliquer qu'à une partie du maillage (attention dans ce cas au raccord des zones linéaires et quadratiques).

Les groupes de mailles sont conservés, les groupes de nœuds aussi, comme lors du raffinement de maillage les nœuds créés ne sont pas introduits dans les groupes de nœuds.

3.8.1 Opérandes `MAILLE / GROUP_MA / TOUT`

| `MAILLE = lmail,`
| `GROUP_MA = lgma,`
| `TOUT = 'OUI',`

L'ensemble des mailles stipulé par l'utilisateur avec ces trois mots clés seront transformées en mailles quadratiques.

3.8.2 Opérandes `PRE_NOEUD / PREF_NUME`

Comme pour `MODI_MAILLE`.

3.9 Mot-clé `COQU_VOLU`

/ `COQU_VOLU`

A partir de la donnée d'un groupe de mailles surfaciques (`QUAD`, `TRIA3`), on construit le maillage volumique (`HEXA8`, `PENTA6`) par extrusion selon la normale des éléments (en un nœud, on prend la moyenne des normales des éléments concourants). Une seule couche d'éléments est créée.

L'opération ne s'applique qu'à des maillages linéaires ; si l'on souhaite créer un maillage quadratique, il suffit d'utiliser ensuite `CREA_MAILLAGE/LINE_QUAD`.

3.9.1 Opérandes `NOM`

◆ `NOM = noma,`

Nom du groupe de mailles constitué des mailles volumiques créées lors de cette opération.

3.9.2 Opérandes `GROUP_MA`

◆ `GROUP_MA = lgma,`

Groupes de mailles constituant le maillage surfacique à extruder.

3.9.3 Opérandes `EPAIS`

◆ `EPAIS = ep,`

Épaisseur de la couche d'éléments créée (épaisseur de la coque).

3.9.4 Opérandes PLAN

♦ PLAN = / 'SUP',
/ 'INF',
/ 'MOY',

On précise ici que la surface constituée de `lgma` sera le plan SUPérieur, INFérieur ou MOYen de la coque.

3.9.5 Opérandes TRANSLATION

♦ TRANSLATION = / 'SUP',
/ 'INF',

Dans le cas où `PLAN='MOY'`, on précise si la surface initiale constituée de `lgma` est tradlatée en peau SUPérieure ou INFérieure.

3.9.6 Opérandes PRE_MAILLE / PRE_NOEUD / PREF_NUME

Comme pour `MODI_MAILLE`.

3.10 Mot clé ECLA_PG

/ ECLA_PG

Ce mot clé facteur, valide pour les éléments isoparamétriques 2D et 3D, sauf `PYRAM13`, permet de construire un nouveau maillage en éclatant chaque maille de l'ancien maillage en `n` plus petites mailles. Chaque petite maille contient un des `n` points de Gauss de la maille initiale. Les petites mailles sont disjointes mutuellement. Cette fonctionnalité permet de construire un nouveau maillage sur lequel l'utilisateur pourra visualiser les valeurs de ces résultats aux points de Gauss (cf. [§4.3]).

3.10.1 Opérande MODELE

♦ MODELE = `mo`

Nom du modèle associé au maillage à éclater.

3.10.2 Opérandes MAILLE / GROUP_MA / TOUT

| MAILLE = `lmail`,
| GROUP_MA = `lgma`,
| TOUT = 'OUI',

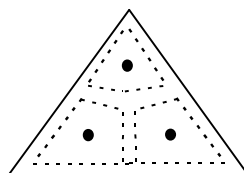
L'éclatement des mailles peut ainsi être restreint à une partie du maillage.

Attention : si on utilise ensuite `CREA_RESU`, il faut fournir à `CREA_RESU` la même liste de mailles ou de groupes de mailles que dans `CREA_MALLAGE`.

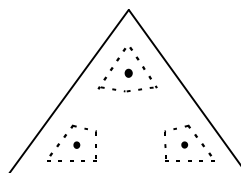
3.10.3 Opérande SHRINK

◇ SHRINK = sh

Facteur de réduction homothétique permettant d'assurer la non interpénétration des petites mailles.



SHRINK : 0,9



SHRINK : 0,5

- Point de Gauss

3.10.4 Opérande TAILLE_MIN

◇ TAILLE_MIN = tm

Ceci permet de fixer la taille minimale d'un côté d'un élément. Si cette taille n'est pas atteinte, on procède à une transformation géométrique (affinité le long du côté trop petit). L'intérêt est de pouvoir visualiser des résultats sur des éléments très étirés (comme les éléments de joint). Par défaut, t_m vaut 0. : on ne modifie pas la géométrie des éléments.

3.11 Opérande INFO

◇ INFO = inf

Précise les informations imprimées dans le fichier message (1 : pas d'impression, 2 : détails sur le nombre de mailles créées, modifiées...).

3.12 Opérande TITRE

◇ TITRE = tit

Permet de spécifier un titre.

4 Exemples

4.1 Duplication de mailles

Soit `ma_1` un maillage contenant déjà les mailles :

```
M1    M2    M3
```

et le groupe de mailles :

```
coque : M1    M2
```

Chaque maille s'appuie sur les nœuds suivants :

```
M1 : N1    N2    N3  
M2 : N3    N4    N5  
M3 : N4    N5    N6
```

```
ma_2 = CREA_MALLAGE (    MAILLAGE = ma_1,  
                      CREA_MAILLE = _F( MAILLE = 'M3',  
                                          PREF_MAILLE = 'NEW',    ),  
                      CREA_GROUP_MA = _F( NOM = sol,  
                                          GROUP_MA = 'coque',  
                                          PREF_MAILLE = 'A',  
                                          PREF_NUME = 100,        ),  
                      )
```

Après appel à la commande `CREA_MALLAGE`, le nouveau maillage contient alors :

- les groupes de mailles :
 - coque (initial)
 - sol = (mailles : A100 A101)
- et la maille :
 - NEWM3
- les mailles s'appuient sur les nœuds suivants :
 - M1 : N1 N2 N3
 - M2 : N3 N4 N5
 - M3 : N4 N5 N6
 - NEWM3 : N4 N5 N6
 - A100 : N1 N2 N3
 - A101 : N3 N4 N5

4.2 Transformation de triangles à 6 nœuds en triangles à 7 nœuds

```
ma_2 = CREA_MALLAGE (    MAILLAGE = ma_1,  
                      MODI_MAILLE = _F( GROUP_MA = 'triangle',  
                                          OPTION = 'TRIA6_7',  
                                          PREF_NOEUD = 'NMI',  
                                          PREF_NUME = 10,        ),  
                      )
```

Supposons que dans `ma_1` le `GROUP_MA` triangle soit composé de deux mailles `M1`, `M2` ayant les nœuds suivants :

```
M1 : N1 N2 N3 N4 N5 N6  
M2 : N1 N2 N7 N4 N8 N9
```

Dans le maillage `ma_2`, les deux mailles `M1`, `M2` auront les nœuds suivants :

```
M1 : N1 N2 N3 N4 N5 N6 NMI10  
M2 : N1 N2 N7 N4 N8 N9 NMI11
```

4.3 Transformation de quadrangles à 4 nœuds en triangles à 3 nœuds

Cet exemple est issu du test SSLV04E :

La géométrie représentant 1/4 d'un disque, est maillée en quadrangle, on souhaite que 1/8 du disque soit maillé en triangle.

```
ma = CREA_MAILLAGE (   MAILLAGE = m0,
                      MODI_MAILLE = _F( GROUP_MA   = 'S2',
                                         OPTION      = 'QUAD_TRIA3',
                                         PREF_MAILLE = 'MS',
                                         PREF_NUME   = 1,      ),
                      )
```

4.4 Eclatement du maillage initial pour visualiser un champ de résultat aux points de Gauss

```
ma2 = CREA_MAILLAGE (   MAILLAGE = m,
                      ECLA_PG= _F( MODELE= mo,
                                   SHRINK= 0.90,   ),
                      )
%
u2b= CREA_RESU (   TYPE_RESU= 'evol_noli',
                  ECLA_PG= _F( MODELE_INIT= mo,
                               RESU_INIT= u2,
                               MAILLAGE= ma2,
                               NOM_CHAM= ('sief_elga', 'vari_elga'),
                               ),
                  )

IMPR_RESU ( RESU = _F( MAILLAGE = ma2,
                      RESULTAT = u2b,   ), )
```