

Manuel d'Utilisation
Fascicule U7.0- : Echanges de données
Document : U7.03.01

Macro-commande MACR_ADAP_MAIL

1 But

Adapter un maillage avec le logiciel HOMARD.

Cette opération se place après un premier calcul sur un maillage formé de segments, mailles-points, triangles, quadrangles, tétraèdres, et éventuellement d'hexaèdres. Un indicateur de l'erreur aura été calculé. En fonction de sa valeur maille par maille, le logiciel HOMARD modifiera le maillage. Il est également possible d'interpoler des champs aux nœuds ou constants par éléments de l'ancien maillage vers le nouveau.

On peut enchaîner calcul et adaptation au fur et à mesure d'un processus d'amélioration du calcul. Toutefois, ce processus ne peut pas être interrompu puis repris par une "POURSUITE". Tout doit avoir lieu en une passe.

Le logiciel HOMARD est présenté sur le site :

<http://www.code-aster.org/outils/homard>

On y trouve une description de la technique utilisée pour modifier les maillages ainsi que des exemples.

Pour en savoir plus sur HOMARD, on peut se référer aux documents cités en bibliographie.

2 Syntaxe

```
MACR_ADAP_MAIL (
#  choix du type d'adaptation
♦  ADAPTATION =
    / 'RAFF_DERA'
    / 'RAFFINEMENT'
    / 'DERAFFINEMENT'
    / 'RAFFINEMENT_ZONE'
    / 'RAFFINEMENT_UNIFORME'
    / 'DERAFFINEMENT_UNIFORME'
    / 'RIEN'

#  le maillage à modifier
♦  MAILLAGE_N = man [maillage]

#  le nouveau maillage
♦  MAILLAGE_NP1 = co (manp1) [K8]

#  un maillage annexe
◊  MAILLAGE_NP1_ANNEXE = co (manplann) [K8]

#  Si l'adaptation est libre, (RAFFINEMENT, DERAFFINEMENT ou RAFF_DERA),
choix de la structure contenant l'indicateur :
♦  / RESULTAT_N = resun [resultat]
♦  INDICATEUR = indic [K16]
    / CHAM_GD = cham_gd_i [cham_gd]
♦  NOM_CMP_INDICA = cmp [K8]
◊  Sélection d'un champ dérivé
    SENSIBILITE =
        / theta [theta_geom]
        / para [para_sensi]
◊  Sélection du paramètre temporel
    / NUME_ORDRE = ordre [I]
    / INST = instant [R]
        ◊  | PRECISION = / prec [R]
                / 1.0E-3 [DEFAULT]
                | CRITERE = / 'RELATIF' [DEFAULT]
                / 'ABSOLU'
◊  TYPE_VALEUR_INDICA =
        / V_ABSOLUE [DEFAULT]
        / V_RELATIVE

#  Finsi

#  Si l'adaptation est selon des zones géométriques, (RAFFINEMENT_ZONE),
définition de ces zones :
◊  ZONE = _F (
#  si la zone est une boîte rectangulaire ou parallélépipédique ; on
donne les coordonnées extrêmes de la boîte :
♦  X_MINI = x_mini [R]
♦  X_MAXI = x_maxi [R]
♦  Y_MINI = y_mini [R]
♦  Y_MAXI = y_maxi [R]
♦  Z_MINI = z_mini [R]
♦  Z_MAXI = z_maxi [R]
#  ou si la zone est une boîte circulaire ou sphérique ; on
donne les coordonnées du centre et le rayon :
♦  X_CENTRE = x_centre [R]
♦  Y_CENTRE = y_centre [R]
♦  Z_CENTRE = z_centre [R]
♦  RAYON = rayon [R]
```

Titre : Macro-commande MACR_ADAP_MAIL
Auteur(s) : G. NICOLAS

Date : 23/01/07
Clé : U7.03.01-D Page : 3/18

```
# Finsi
# Finsi

# Si l'adaptation inclut le raffinement libre (RAFFINEMENT ou RAFF_DERA) :
  ♦ / CRIT_RAFF_PE = crp [R]
    / CRIT_RAFF_REL = crr [R]
    / CRIT_RAFF_ABS = cra [R]
# Finsi

# Si l'adaptation inclut le déraffinement libre (DERAFFINEMENT ou
RAFF_DERA) :
  ♦ / CRIT_DERA_PE = cdp [R]
    / CRIT_DERA_REL = cdr [R]
    / CRIT_DERA_ABS = cda [R]
# Finsi

# Si l'adaptation inclut du raffinement :
  ◊ NIVE_MAX = nivmax [I]
# Finsi

# Si l'adaptation inclut du déraffinement :
  ◊ NIVE_MIN = nivmin [I]
# Finsi

# Suivi d'une frontière
  ◊ MAILLAGE_FRONTIERE = maf [maillage]
  ◊ GROUP_MA = l_grma [l_gr_maille]

# Mise à jour de champs sur le nouveau maillage
◊ MAJ_CHAM = _F(
  # choix de la structure contenant le champ à mettre à jour
  ♦ / RESULTAT = resu [resultat]
    ♦ NOM_CHAM = nomsymb [K16]
    / CHAM_GD = cham_gd [cham_gd]
  ◊ Sélection d'un champ dérivé
    SENSIBILITE =
      / theta [theta_geom]
      / para [para_sensi]
  ◊ Sélection du paramètre temporel
    / NUME_ORDRE = ordre [I]
    / INST = instant [R]
    ◊ | PRECISION = / prec [R]
      / 1.0E-3 [DEFAULT]
      | CRITERE = / 'RELATIF' [DEFAULT]
      / 'ABSOLU'
  ♦ CHAM_MAJ = co (chpmaj) [K8]
  ♦ TYPE_CHAM = / 'NOEU_TEMP_R'
    / 'NOEU_DEPL_R'
    / etc ...
)

◊ NOMBRE = / 'OUI' [DEFAULT]
          / 'NON'
◊ QUALITE = / 'OUI' [DEFAULT]
            / 'NON'
◊ CONNEXITE = / 'OUI' [DEFAULT]
              / 'NON'
◊ TAILLE = / 'OUI' [DEFAULT]
           / 'NON'
◊ INTERPENETRATION = / 'OUI' [DEFAULT]
                     / 'NON'

◊ ELEMENTS_NON_HOMARD = / 'REFUSER' [DEFAULT]
```

Titre : Macro-commande MACR_ADAP_MAIL

Date : 23/01/07

Auteur(s) : G. NICOLAS

Clé : U7.03.01-D Page : 4/18

```
                                /  'IGNORER'

◇  LANGUE                      =  /  'FRANCAIS'                [DEFAULT]
                                /  'FRENCH'
                                /  'ANGLAIS'
                                /  'ENGLISH'

◇  VERSION_HOMARD              =  /  'V8_5'                    [DEFAULT]
                                /  'V8_N'
                                /  'V8_N_PERSO'

◇  INFO      =  /  1                                           [DEFAULT]
                /  2
                ) ;
```

3 Description d'une adaptation de maillage

3.1 Schéma général d'une adaptation

Le principe d'un calcul avec adaptation de maillage est le suivant :

- Phase 1 : Lecture du maillage initial, m0
Définition des matériaux
- Phase 2 :
- définition du modèle, des chargements sur ce maillage m0
 - calcul produisant un résultat resu0
 - calcul d'un indicateur d'erreur, ERR0

Cette phase initiale est la phase standard de tout calcul

- Phase 3 : Adaptation. On récupère un nouveau maillage, m1
- Phase 4 :
- définition du modèle, des chargements sur le maillage m1,
 - calcul produisant un résultat resu1,
 - calcul d'un indicateur d'erreur, ERR1.

La phase 4 est la copie de la phase 2. La seule chose qui a changé est le maillage. De ce fait, tous les concepts en dépendant doivent être repris. Aujourd'hui, il n'y a pas de possibilité ni de réutiliser les anciens concepts, ni de les détruire automatiquement.

Ensuite, on peut poursuivre, autant de fois que l'on veut, le tandem phase 3/phase 4. Cela se fait soit en dupliquant les instructions, soit en écrivant une boucle python.

Voir la référence [bib1] pour une présentation générale de l'adaptation de maillage et de HOMARD, accompagnée d'exemples.

Attention :

Cet enchaînement de calculs et d'adaptations ne doit pas être interrompu puis repris par une "POURSUITE".

3.2 Fonctionnement de la macro-commande

La phase 3 réalise l'adaptation du maillage. Elle est activée par la macro-commande `MACR_ADAP_MAIL`, décrite dans ce document. Elle a pour argument essentiel le nom du concept du maillage courant et le nom que l'on donnera au concept du futur maillage. L'autre donnée obligatoire est le type d'adaptation que l'on souhaite : du raffinement ou du déraffinement libre, c'est-à-dire en fonction des valeurs que prend un indicateur d'erreur sur les éléments du maillage ou d'une zone géométrique, ou du raffinement ou du déraffinement uniforme, c'est-à-dire que tous les éléments sont traités de la même manière.

Les autres données dépendent ensuite des options retenues.

En complément à l'adaptation, HOMARD peut fournir sur demande des bilans sur la qualité des éléments du maillage, la connexité du domaine de calcul, les tailles caractéristiques ou un contrôle de la non-interpénétration des éléments. Ces renseignements s'obtiennent par l'activation des mots-clés associés.

De manière générale, les impressions essentielles fournies par HOMARD sont insérées dans le fichier "mess" à l'exécution. En cas d'erreur ou en mode d'information 2, des impressions plus détaillées ont lieu.

4 Opérandes

4.1 Opérande ADAPTATION

♦ ADAPTATION = / 'RAFF_DERA'
/ 'RAFFINEMENT'
/ 'DERAFFINEMENT'
/ 'RAFFINEMENT_ZONE'
/ 'RAFFINEMENT_UNIFORME '
/ 'DERAFFINEMENT_UNIFORME '
/ 'RIEN'

Cet opérande permet de définir le type d'adaptation souhaité.

En premier lieu, on trouve les modes d'adaptations qui sont pilotées par un indicateur d'erreur. En d'autres termes, la décision de (dé) raffiner une maille se prend en fonction de la valeur d'un indicateur d'erreur calculé auparavant sur cette maille. Le choix peut se faire entre trois variantes :

- 'RAFF_DERA' : le maillage est raffiné et déraffiné en fonction de l'indicateur d'erreur,
- 'RAFFINEMENT' : seule la fonction de raffinement est activée. Les éléments à faible niveau d'erreur ne sont pas déraffinés,
- 'DERAFFINEMENT' : c'est l'inverse ; seule la fonction de déraffinement est activée. Les éléments à haut niveau d'erreur ne sont pas raffinés.

Pour une tel mode d'adaptation, le maillage ne doit comporter que des mailles des types suivants : segments, mailles-points, triangles, quadrangles ou tétraèdres, en degré 1 ou 2.

En second lieu, on peut décider de raffiner le maillage dans des zones géométriques définies par des boîtes. Toutes les mailles dont un des nœuds est présent dans l'une de ces boîtes seront raffinées. Cela permet de faire des raffinements *a priori*, sans avoir fait de calcul.

- 'RAFFINEMENT_ZONE' : les éléments de chacune des boîtes définies sont raffinés.

Pour une tel mode d'adaptation, le maillage ne doit comporter que des mailles des types suivants : segments, mailles-points, triangles, quadrangles ou tétraèdres, en degré 1 ou 2.

Enfin, on peut activer une adaptation uniforme d'un maillage. En d'autres termes, tous les éléments du maillage sont traités de la même manière, sans tenir compte d'un indicateur d'erreur. Le choix peut se faire entre trois variantes :

- 'RAFFINEMENT' : tous les éléments sont raffinés,
- 'DERAFFINEMENT' : tous les éléments sont déraffinés,
- 'RIEN' : tous les éléments sont conservés ; le maillage est le même à la sortie qu'à l'entrée.

Pour une tel mode d'adaptation, le maillage ne doit comporter que des mailles des types suivants : segments, mailles-points, triangles, quadrangles, tétraèdres ou hexaèdres, en degré 1 ou 2.

Remarque :

Quand on applique une option de déraffinement, on ne fait que revenir en arrière sur des raffinements antérieurs. Il faut comprendre cette option comme du dé-raffinement. En particulier, on ne pourra jamais obtenir un maillage plus grossier que le maillage initial.

4.2 Opérande MAILLAGE_N

♦ MAILLAGE_N = man

Maillage de type [maillage] à adapter. Attention, l'adaptation ne peut porter que sur les mailles suivantes : segments, mailles-points, triangles, quadrangles ou tétraèdres, en degré 1 ou 2. Les hexaèdres sont permis pour un raffinement uniforme. Si on fournit un maillage comportant d'autres éléments, deux cas de figure sont possibles : soit un arrêt en erreur, soit une adaptation sur la zone autorisée et une restitution à l'identique du reste du maillage. Le choix entre ces deux modes de fonctionnement est fait par le mot-clé ELEMENTS_NON_HOMARD.

4.3 Opérande MAILLAGE_NP1

◇ MAILLAGE_NP1 = co (manpl)

Le nom du concept de type [maillage] qui contiendra le maillage issu de l'adaptation. Ce nom doit respecter les contraintes habituelles des noms de concept (8 caractères au maximum) et ne jamais avoir été utilisé.

4.4 Opérande MAILLAGE_NP1_ANNEXE

◆ MAILLAGE_NP1_ANNEXE = co (manplann)

Cette opérande permet de produire un maillage analogue au maillage obtenu par l'opérande MAILLAGE_NP1, mais de degré différent. C'est utile en thermo-mécanique où le calcul thermique a lieu sur le maillage en degré 1 et la mécanique sur le même maillage mais en degré 2. Ce nom doit respecter les contraintes habituelles des noms de concept (8 caractères au maximum) et ne jamais avoir été utilisé.

4.5 Choix de l'indicateur d'erreur

Dans le cas d'une adaptation libre, le pilotage des mailles à raffiner ou déraffiner se fait avec un indicateur d'erreur, exprimé maille par maille ou nœud par nœud. Cet indicateur d'erreur est contenu soit dans une structure de résultat, soit dans un champ de grandeurs.

4.5.1 Opérande RESULTAT_N

/ ◇ RESULTAT_N = resun

Cet opérande permet de désigner le concept de type [resultat] qui contient l'indicateur d'erreur à utiliser pour de l'adaptation libre.

4.5.1.1 Opérande INDICATEUR

◇ INDICATEUR = indic

On précise ici quel est l'indicateur d'erreur qui est utilisé pour l'adaptation.

Attention :

Le champ doit être présent dans le résultat ; s'il est absent, il n'est pas calculé d'office. L'utilisateur a le choix de l'indicateur : soit des champs déjà définis en standard dans Code_Aster (cf. [U4.81.02] et [U4.81.03], soit un champ personnalisé. A lui de choisir ce qui est pertinent pour son calcul.

4.5.2 Opérande CHAM_GD

/ ◇ CHAM_GD = cham_gd_i

Cet opérande permet de désigner le concept de type [cham_gd] qui contient l'indicateur d'erreur à utiliser pour de l'adaptation libre.

4.5.3 Opérande NOM_CMP_INDICA

◆ NOM_CMP_INDICA = cmp

Nom de la composante du champ indicateur qui doit être utilisée pour piloter l'adaptation de maillage.

4.5.4 Opérande SENSIBILITE

/ ◇ SENSIBILITE =
 / para [para_sensi]
 / theta [theta_geom]

Cet opérateur permet de fournir comme indicateur d'erreur la dérivée du champ désigné par les opérandes `[RESULTAT_N/CHAM_GD/NOM_CMP_INDICA]` par rapport à un paramètre. Voir `[U4.50.02]` pour les détails associés à ce paramètre.

4.5.5 Sélection du paramètre temporel de l'indicateur d'erreur

Si la structure de résultat ne contient le champ d'indicateur d'erreur que pour un seul numéro d'ordre, rien n'est à préciser. Ce sont les valeurs du champ à ce numéro d'ordre qui seront utilisées. Sinon, il faut préciser de quel numéro il s'agit. Cela se fait par la désignation d'un numéro d'ordre ou d'une valeur d'instant. Se référer au document `[U4.71.00]` pour les détails sur ces mots-clés.

4.5.6 Opérateur `TYPE_VALEUR_INDICA`

```
/ ◇ TYPE_VALEUR_INDICA = / 'V_ABSOLUE' [DEFAULT]  
                        / 'V_RELATIVE'
```

On précise ici comment traiter les valeurs de l'indicateur d'erreur. Par défaut, on filtrera le raffinement et le déraffinement en examinant les valeurs absolues du champ sur les différents mailles ou nœuds. On peut choisir l'alternative qui consiste à s'intéresser aux valeurs relatives du champ.

4.6 Opérateur `CRIT_RAFF_XXXX`

Dans le cas d'adaptation libre impliquant du raffinement de maillage, il faut définir un critère haut de l'erreur. Tous les éléments pour lesquels l'indicateur d'erreur est supérieur à ce critère seront raffinés. Il est important de regarder a posteriori l'allure de la répartition de l'erreur. Cela est possible grâce aux impressions réalisées par HOMARD dans le fichier `mess`. On y trouvera en particulier un tableau présentant cette répartition sous forme d'histogramme ; voir le chapitre 5 pour un exemple commenté.

Pour le choix du critère, trois variantes sont possibles :

4.6.1 Opérateur `CRIT_RAFF_PE`

```
◇ / CRIT_RAFF_PE = crp
```

Le critère est défini par une proportion d'éléments à raffiner. C'est un nombre réel compris entre 0 et 1. Le processus est le suivant :

- calcul du nombre d'éléments n correspondant à la proportion définie par `crp` soit $n = \text{crp} \times \text{nombre total d'éléments}$
- raffinement des n éléments avec la plus forte erreur.

4.6.2 Opérateur `CRIT_RAFF_ABS`

```
/ CRIT_RAFF_ABS = cra
```

Le critère est défini par une valeur absolue de l'erreur. Tous les éléments avec une erreur supérieure à cette valeur seront raffinés.

4.6.3 Opérateur `CRIT_RAFF_REL`

```
/ CRIT_RAFF_REL = crr
```

Le critère est défini par une valeur relative de l'erreur. C'est un nombre compris entre 0 et 1. Le processus est le suivant :

- calcul des valeurs minimales et maximales de l'indicateur d'erreur,
- calcul de la valeur correspondant à la proportion d'erreur : $v = v_{\min} + \text{crr} (v_{\max} - v_{\min})$,
- raffinement de tous les éléments dont l'erreur est supérieure à cette valeur.

4.7 Opérande CRIT_DERA_xxxx

Dans le cas d'adaptation libre impliquant du déraffinement, il faut définir un critère bas d'erreur. Tous les éléments dont l'erreur est inférieure à ce critère seront déraffinés. Trois variantes sont possibles.

4.7.1 Opérande CRIT_DERA_PE

◇ / CRIT_DERA_PE = cdp

Le critère est défini par une proportion d'éléments à raffiner. C'est un nombre compris entre 0 et 1. Le processus est le suivant :

- calcul du nombre d'éléments n correspondant à la proportion définie par cdp soit $n = cdp \times \text{nombre total d'éléments}$
- déraffinement des n éléments avec la plus faible erreur.

4.7.2 Opérande CRIT_DERA_ABS

◇ / CRIT_DERA_ABS = cda

Le critère est défini par une valeur absolue de l'erreur. Tous les éléments avec une erreur inférieure à cette valeur seront déraffinés.

4.7.3 Opérande CRIT_DERA_REL

◇ / CRIT_DERA_REL = cdr

Le critère est défini par une valeur relative de l'erreur. C'est un nombre compris entre 0 et 1. Le processus est le suivant :

- calcul des valeurs minimales et maximales de l'indicateur d'erreur,
- calcul de la valeur d'erreur V correspondant à la proportion d'erreur cdr telle que : $v = v_{min} + cdr (v_{max} - v_{min})$,
- déraffinement de tous les éléments dont l'erreur est inférieure à cette valeur.

4.8 Mot clé ZONE

◇ ZONE = _F (

Ce mot-clé est à employer autant de fois que l'on veut définir de zones de raffinement. Le principe est le suivant : on définit une zone par des coordonnées et toutes les mailles dont au moins un des nœuds se trouve dans cette zone seront raffiniées.

On a le choix entre deux types de zones : un parallélépipède ou une sphère.

Attention :

Pour un calcul qui serait 2D, les types de zone sont de fait des rectangles ou des cercles. Mais comme la notion de maillage 2D est inconnu au moment de la création des commandes, l'utilisateur donnera toujours la 3^{ème} coordonnée, en lui donnant dans ce cas une valeur nulle.

4.8.1 Cas d'une boîte parallélépipédique

4.8.1.1 Opérandes X_MINI, X_MAXI, Y_MINI, Y_MAXI, Z_MINI, Z_MAXI

- ♦ X_MINI = x_mini
- ♦ X_MAXI = x_maxi
- ♦ Y_MINI = y_mini
- ♦ Y_MAXI = y_maxi
- ♦ Z_MINI = z_mini
- ♦ Z_MAXI = z_maxi

Ce sont les valeurs des coordonnées extrêmes de la boîte englobant les mailles à raffiner.

4.8.2 Cas d'une boîte sphérique

4.8.2.1 Opérandes X_CENTRE, Y_CENTRE, Z_CENTRE

- ♦ X_CENTRE = x_centre
- ♦ Y_CENTRE = y_centre
- ♦ Z_CENTRE = z_centre

Ce sont les valeurs des coordonnées du centre de la boîte englobant les mailles à raffiner.

4.8.2.2 Opérandes RAYON

- ♦ RAYON = rayon

C'est le rayon de la boîte englobant les mailles à raffiner.

4.9 Opérande NIVE_MAX

- ♦ NIVE_MAX = nivmax

C'est le niveau maximal de raffinement du maillage. Autrement dit une maille du maillage initial ne pourra pas être divisée plus de nivmax fois dans l'ensemble du processus.

4.10 Opérande NIVE_MIN

- ♦ NIVE_MIN = nivmin

C'est le niveau minimal de déraffinement du maillage. C'est-à-dire que seules les mailles issues d'au moins nivmin découpages de maillage peuvent être déraffinées.

4.11 Mot clé MAILLAGE_FRONTIERE

- ♦ MAILLAGE_FRONTIERE = maf

En dimension 2, le choix de cette option permet au processus d'adaptation de suivre la courbure des bords du maillage. On fournit ici un concept *Code_Aster* de type `maillage` qui contient un maillage fin des bords de la géométrie. Ce maillage n'est donc formé *a priori* que de segments. Leurs longueurs sont très inférieures à celles des segments de bord du maillage à adapter. Si le processus d'adaptation est amené à couper un segment de bord, le nouveau nœud sera placé sur le maillage de la frontière. Ainsi les angles seront adoucis au fur et à mesure des adaptations.

Le repérage des différents bords se fait par les groupes selon la règle suivante : les segments qui forment un bord sont rassemblés dans un groupe qui porte le même nom dans le maillage de calcul et dans le maillage de la frontière.

On regardera les cas-tests ZZZZ121d et ZZZZ175a pour des exemples de pilotage du suivi de frontière et le site WEB de HOMARD pour une illustration graphique du résultat obtenu.

4.11.1 Opérande `GROUP_MA`

◇ `GROUP_MA = l_grma`

Si cette option est absente, le suivi de la frontière se fait pour tous les groupes définis dans le maillage de la frontière. Si on souhaite restreindre ce suivi à une partie de la frontière, on donne ici la liste des groupes de segments qui définissent cette partie de frontière.

4.12 Mot clé `MAJ_CHAM`

◇ `MAJ_CHAM = _F (`

Ce mot-clé est à employer autant de fois que l'on a de champs à mettre à jour de l'ancien maillage vers le maillage adapté. Ce champ est contenu soit dans une structure de résultat soit dans un champ de grandeurs.

4.12.1 Opérande `RESULTAT`

/ ◇ `RESULTAT = resu`

Nom du concept [`resultat`] contenant le champ à mettre à jour.

4.12.1.1 Opérande `NOM_CHAMP`

◇ `NOM_CHAMP = nomsymb` [K16]

Nom symbolique du champ que l'on souhaite exprimer sur le nouveau maillage.

4.12.2 Opérande `CHAM_GD`

/ ◇ `CHAM_GD = cham_gd`

Nom du concept [`cham_gd`] contenant le champ à mettre à jour.

4.12.3 Opérande `SENSIBILITE`

/ ◇ `SENSIBILITE =`
 / `para` [para_sensi]
 / `theta` [theta_geom]

Cet opérande permet de choisir comme champ à mettre à jour la dérivée du champ désigné par les opérandes [`RESULTAT/CHAM_GD`] par rapport à un paramètre. Voir [U4.50.02] pour les détails associés à ce paramètre.

4.12.4 Sélection du paramètre temporel du champ à mettre à jour

La sélection du numéro d'ordre associé au champ à interpoler se fait par la désignation d'un numéro d'ordre ou d'une valeur d'instant. Se référer au document [U4.71.00] pour les détails sur ces mots-clés.

4.12.5 Opérande `CHAM_MAJ`

◆ `CHAM_MAJ = co (chpmaj)` [K8]

Nom du concept qui contiendra le champ exprimé sur le nouveau maillage. Ce concept ne doit pas exister. Il sera automatiquement créé.

4.12.6 Opérande `TYPE_CHAM`

◆ `TYPE_CHAM =` / `'NOEU_DEPL_R'`
 / `'NOEU_TEMP_R'`
 / `etc ...`

On désigne ici le type du concept à mettre à jour sur le nouveau maillage. Le nom de ce type est construit avec la logique habituelle de *Code_Aster*. Les 4 premiers caractères sont `'NOEU'`, `'ELEM'`, `'ELNO'` ou `'ELGA'`. On trouve ensuite `'_'`. La séquence suivante définit le type de champ : `'TEMP'`, `'DEPL'`, etc. Le nom se termine par `'_R'` pour un champ réel.

Titre : Macro-commande MACR_ADAP_MAIL
Auteur(s) : G. NICOLAS

Date : 23/01/07
Clé : U7.03.01-D Page : 12/18

Exemple : 'NOEU_TEMP_R', 'NOEU_DEPL_R', etc.

Attention :

Il n'y a pas de contrôle de cohérence entre le type demandé et le type véritable du champ à interpoler.

4.13 Opérande NOMBRE

Remarque :

On consultera le document [U7.03.02] décrivant la commande MACR_INFO_MAIL pour des commentaires sur les restitutions des opérandes QUALITE, INTERPENETRATION, NOMBRE, CONNEXITE et TAILLE.

◇ NOMBRE = / 'OUI' [DEFAULT]
/ 'NON'

Si le choix est 'NON', rien ne se passe.

Si le choix est 'OUI', un bilan des nombres de nœuds et d'éléments est imprimé sur le fichier de messages.

4.14 Opérande QUALITE

◇ QUALITE = / 'OUI' [DEFAULT]
/ 'NON'

Si le choix est 'NON', rien ne se passe.

Si le choix est 'OUI', un bilan de la qualité des éléments est imprimé sur le fichier de message.

La qualité d'un triangle est définie comme étant le rapport entre la longueur du plus grand côté et le rayon du cercle inscrit. La qualité d'un quadrangle est définie comme le quotient du produit de la plus grande longueur et des moyennes sur les côtés et les diagonales par la plus petite des surfaces des triangles internes aux quadrangles. De même, la qualité d'un tétraèdre est définie comme étant le rapport entre la longueur du plus grand côté et le rayon de la sphère inscrite. Ces rapports sont normalisés pour valoir 1 dans le cas d'un triangle équilatéral, d'un carré, ou d'un tétraèdre équilatéral. Pour tout élément non équilatéral, la qualité est supérieure à 1. Voir la référence [bib1] pour des explications détaillées.

Le résultat est présenté sous forme de tableaux, avec les valeurs extrêmes.

4.15 Opérande INTERPENETRATION

◇ INTERPENETRATION = / 'OUI' [DEFAULT]
/ 'NON'

Si le choix est 'NON', rien ne se passe.

Si le choix est 'OUI', on vérifie que le maillage est correct du point de vue du recouvrement : aucun triangle n'est à cheval sur un autre triangle, aucun quadrangle n'est à cheval sur un autre quadrangle, aucun tétraèdre n'entre dans un autre tétraèdre.

4.16 Opérande TAILLE

◇ TAILLE = / 'OUI' [DEFAULT]
/ 'NON'

Si le choix est 'NON', rien ne se passe.

Si le choix est 'OUI', un bilan des tailles des sous-domaines est imprimé sur le fichier de messages. Un sous-domaine est défini comme un ensemble de mailles de même dimension et appartenant aux mêmes groupes.

4.17 Opérande CONNEXITE

◇ CONNEXITE = / 'OUI' [DEFAULT]
/ 'NON'

Si le choix est 'NON', rien ne se passe.

Si le choix est 'OUI', un bilan des connexités est imprimé sur le fichier de messages. On précise alors si les segments, les éléments 2D (triangles et quadrangles réunis) ou les tétraèdres sont d'un seul tenant ou répartis en plusieurs blocs.

4.18 Opérande LANGUE

◇ LANGUE = / 'FRANCAIS' [DEFAULT]
/ 'FRENCH'
/ 'ANGLAIS'
/ 'ENGLISH'

Cet opérande précise la langue dans laquelle sont imprimés les messages issus de HOMARD.

4.19 Opérande VERSION_HOMARD

◇ VERSION_HOMARD = 'V8_5' [DEFAULT]
'V8_N'
'V8_N_PERSO'

Cet opérande permet de sélectionner la version de HOMARD qui est utilisée pour l'adaptation. Par défaut, HOMARD 8.5 est lancé. C'est la version de référence. Le choix 'V8_N' active la version 8.n de HOMARD qui est la version de développement. Le choix 'V8_N_PERSO' active une version de développement propre à l'utilisateur. Cette option est de fait réservée à l'équipe de développement de HOMARD pour mettre au point de nouvelles fonctionnalités.

4.20 Opérande INFO

◇ INFO = / 1
/ 2

Si INFO vaut 2, l'intégralité de la sortie de HOMARD est incluse dans le fichier de message. Sinon, rien de particulier n'a lieu.

4.21 Opérande ELEMENTS_NON_HOMARD

◇ ELEMENTS_NON_HOMARD = / 'REFUSER' [DEFAULT]
/ 'IGNORER'

Dans sa version actuelle, HOMARD sait lire tous les types de mailles mais ne fait porter l'adaptation que sur certaines : mailles-points, segments, triangles, quadrangles et tétraèdres en degré 1 ou 2. Les hexaèdres en degré 1 sont acceptés dans le cas du raffinement uniforme. En retenant l'option 'REFUSER', la transmission d'un maillage contenant autre chose que des ces types de mailles entraînera un arrêt en erreur. C'est l'option par défaut.

En choisissant l'option 'IGNORER', on pourra transmettre un maillage comportant n'importe quel type de maille. L'adaptation ne portera que sur les zones autorisées par HOMARD. Si par suite de propagation du raffinement, une zone interdite vient à être touchée, il y a un arrêt en erreur. Sinon, quand le raffinement se limite à la zone autorisée, les autres mailles sont restituées sans changement.

5 Exemple

On regardera avec profit les fichiers de commandes associés aux cas-tests ZZZZ121a, b, c, d. Ils expriment les processus d'adaptation de maillage sous la forme d'une boucle en langage Python.

Voici un exemple de paramétrage de la macro-commande.

```
MACR_ADAP_MAIL (
    ADAPTATION      'RAFF_DERA' ,
    MAILLAGE_N = mun,
    MAILLAGE_NP1 = CO ("mdeux") ,
    RESULTAT_N = remeun,
    INDICATEUR = 'ERRE_ELEM_SIGM' ,
    NOM_CMP_INDICA = 'ERREST'
    NUME_ORDRE = 3 ,
    CRIT_RAFF_PE = 0.01 ,
    CRIT_DERA_PE = 0.25 ,
    NIVE_MAX = 5
    MAJ_CHAM      = _F (
        RESULTAT = rethun,
        NOM_CHAM = 'TEMP' ,
        TYPE_CHAM = 'NOEU_TEMP_R' ,
        INST = 12.5 ,
        CHAM_MAJ = CO ("tempdeux")
    ) ,
    QUALITE = 'OUI' ,
    INTERPENETRATION = 'NON'
)
```

Cette séquence va adapter le maillage contenu dans le concept `mun` et restituer un concept maillage de nom `mdeux`. L'adaptation se fait par raffinement et déraffinement libre, selon l'indicateur d'erreur contenu dans le champ `ERRE_ELEM_SIGM` du résultat `remeun`, au 3^{ème} instant ; la composante utilisée est `ERREST`. Les éléments seront classés en fonction de leur niveau d'erreur décroissant. Le premier % sera raffiné ; les 25% derniers seront candidats au déraffinement. Aucun élément du maillage final ne devra être issu de plus de 5 raffinements.

Le champ `TEMP` du résultat `rethun` à l'instant 12,5 est exprimé sur le maillage `mun`. Il sera exprimé sur le maillage `mdeux` sous la forme du champ de température aux nœuds `tempdeux`.

Un récapitulatif de la qualité des éléments du nouveau maillage est produit. On ne contrôle pas l'interpénétration des éléments.

Titre : Macro-commande MACR_ADAP_MAIL
Auteur(s) : G. NICOLAS

Date : 23/01/07
Clé : U7.03.01-D Page : 15/18

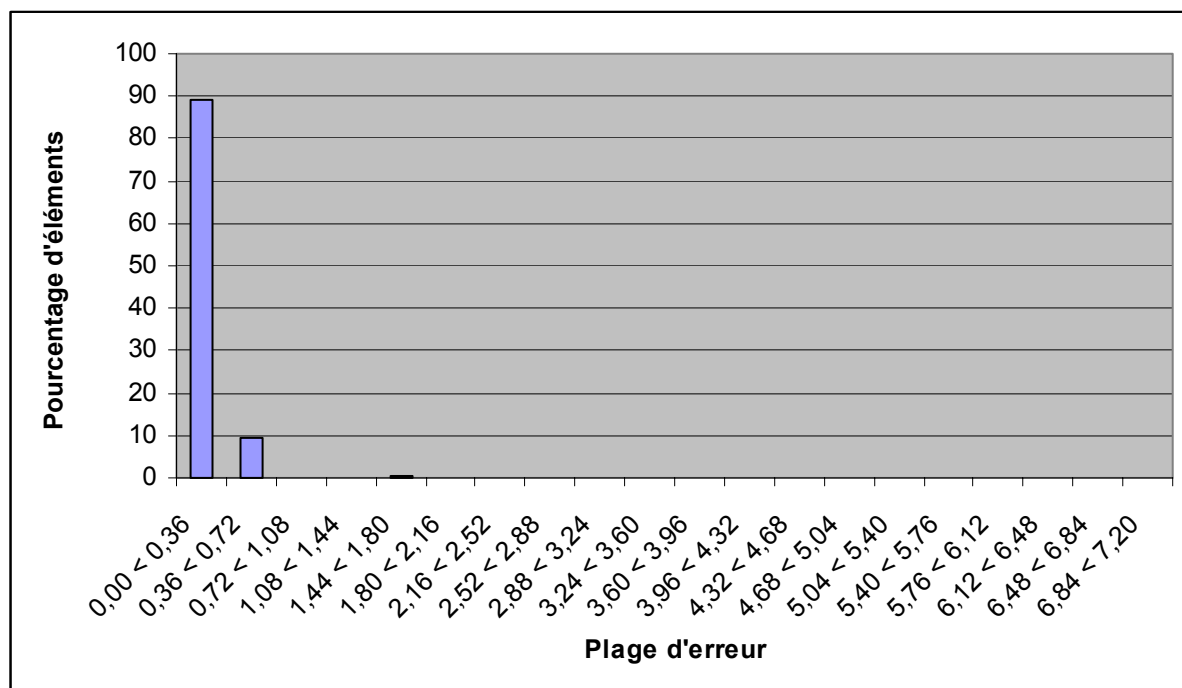
Voici un exemple du tableau présentant la répartition de l'indicateur d'erreur sur le maillage.

```

*****
*      Indicateurs d'erreur sur le maillage de calcul      *
*      Erreur sur les          956 triangles              *
*****
*      Minimum :    40.577          Maximum :    71888.    *
*****

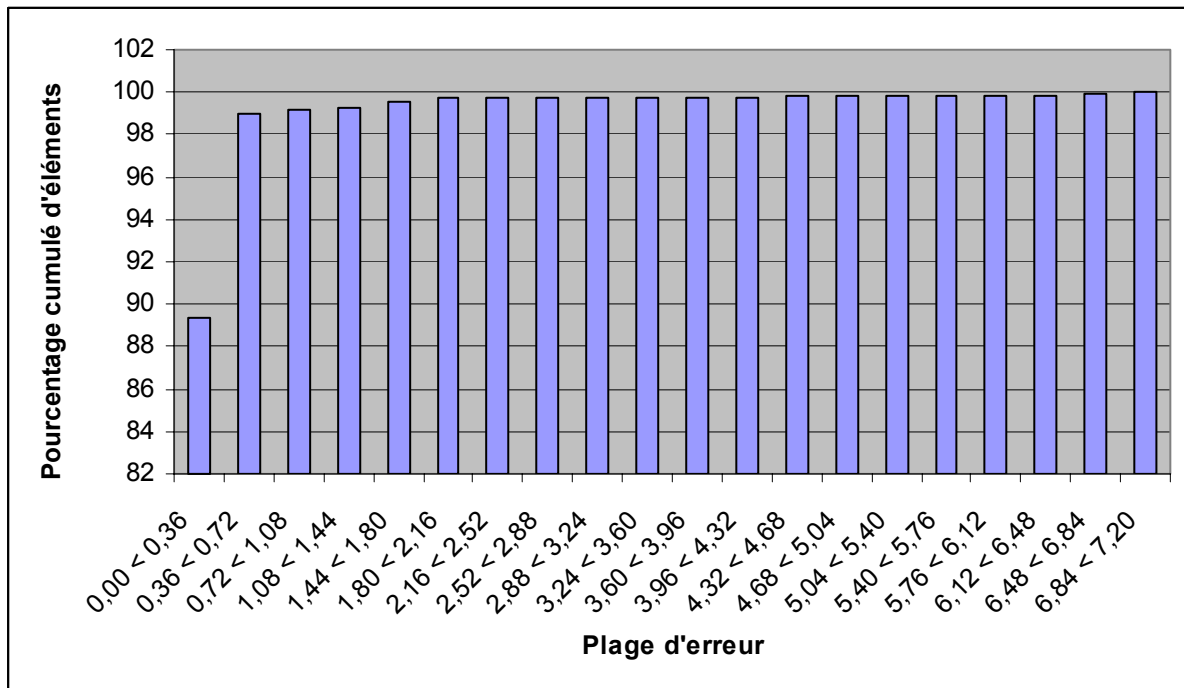
*****
*      Fonction de repartition                             *
*
*      Valeurs      *      Nombre d'elements              *
*      Mini < < Maxi *      par classe *      cumul        *
*      * 10**4      *      en % . nombre *      en % . nombre *
*****
*      0.00 <    0.36 *      89.33 .      854 *      89.33 .      854 *
*      0.36 <    0.72 *      9.62 .      92 *      98.95 .      946 *
*      0.72 <    1.08 *      0.21 .      2 *      99.16 .      948 *
*      1.08 <    1.44 *      0.10 .      1 *      99.27 .      949 *
*      1.44 <    1.80 *      0.31 .      3 *      99.58 .      952 *
*      1.80 <    2.16 *      0.10 .      1 *      99.69 .      953 *
*      2.16 <    2.52 *      0.00 .      0 *      99.69 .      953 *
*      2.52 <    2.88 *      0.00 .      0 *      99.69 .      953 *
*      2.88 <    3.24 *      0.00 .      0 *      99.69 .      953 *
*      3.24 <    3.60 *      0.00 .      0 *      99.69 .      953 *
*      3.60 <    3.96 *      0.00 .      0 *      99.69 .      953 *
*      3.96 <    4.32 *      0.00 .      0 *      99.69 .      953 *
*      4.32 <    4.68 *      0.10 .      1 *      99.79 .      954 *
*      4.68 <    5.04 *      0.00 .      0 *      99.79 .      954 *
*      5.04 <    5.40 *      0.00 .      0 *      99.79 .      954 *
*      5.40 <    5.76 *      0.00 .      0 *      99.79 .      954 *
*      5.76 <    6.12 *      0.00 .      0 *      99.79 .      954 *
*      6.12 <    6.48 *      0.00 .      0 *      99.79 .      954 *
*      6.48 <    6.84 *      0.10 .      1 *      99.90 .      955 *
*      6.84 <    7.20 *      0.10 .      1 *      100.00 .      956 *
*      7.20 <    inf. *      0.00 .      0 *      100.00 .      956 *
*****

```



Le diagnostic sur la répartition de l'indicateur d'erreur sur le maillage rappelle d'abord les valeurs extrêmes rencontrées dans le calcul en cours. Ici le minimum est de 40,577 et le maximum de 71888. Ensuite on présente la répartition par tranche équidistante à partir de la valeur optimum, 0. On voit que 854 triangles ont une erreur inférieure à $0,36 \times 10^4$, soit 89,33 % du nombre total de triangles. 92 triangles ont une erreur comprise entre $0,36 \times 10^4$ et $0,72 \times 10^4$, soit 9,62 % du nombre total de triangles. En cumulé, on constate donc que 946 (=854+92) triangles ont une erreur inférieure à $0,72 \times 10^4$, soit 98,95 % du total. Et ainsi de suite. Par exemple, 99,58 % des éléments ont une erreur inférieure à $1,80 \times 10^4$.

Sur la figure précédente, on peut voir la représentation sous forme d'histogramme des pourcentages d'éléments dans chacune des plages de d'erreur concernées. Comme on pouvait également le constater dans le tableau précédent, on constate que très peu d'éléments concentrent une forte erreur. En visualisant une représentation du pourcentage cumulé d'éléments dans une plage d'erreur donnée, on a la figure suivante.



De cette répartition de l'erreur, on peut déduire deux conséquences sur les stratégies de raffinement. Si on demande un raffinement sur un critère relatif de l'erreur, mot-clé CRIT_RAFF_REL, cela revient à sélectionner les éléments les éléments qui se trouvent à droite de la ligne verticale passant par ce critère. Par exemple si on demande CRIT_RAFF_REL = 0.85, on sélectionnera tous les éléments dont l'erreur est supérieure à $0,85 \times 71888$, soit 61105. On constate que cela correspond à très peu d'éléments : 2 seulement dépassent cette valeur, soit 0,2% du total. Si on demande un raffinement sur un pourcentage d'éléments, mot-clé CRIT_RAFF_PE, cela revient à sélectionner les éléments les éléments qui se trouvent au-dessus de la ligne horizontale passant par ce critère. Par exemple si on demande CRIT_RAFF_PE = 0.85, on sélectionnera les 15% d'éléments les pires, soit 143 éléments. Parmi ceux-là, les « moins pires » ont une erreur inférieure à 3600, soit 20 fois plus petite que le maximum. La conséquence de ces remarques est qu'il convient de faire une première analyse de la répartition de l'erreur avant de choisir le type et les valeurs des critères de raffinement. Il est en effet inutile, voire coûteux en terme d'augmentation de la taille de maillage, de raffiner dans des zones où l'erreur n'est pas très forte. L'adaptation sera d'autant plus performante que l'on aura su réduire les éléments à forte erreur jusqu'à obtenir un équilibre de la répartition de l'erreur dans le maillage.

6 Bibliographie

- [1] G. NICOLAS : "Logiciel HOMARD - Volume 1 - Présentation générale", rapport EDF HI-23/04/005, février 2005.
- [2] G. NICOLAS : "Logiciel HOMARD - Volume 2 – Algorithmes de raffinement et déraffinement de maillages", rapport EDF HI-23/04/006, février 2005.
- [3] G. NICOLAS : "Logiciel HOMARD - Volume 3 – Interfaces avec les codes de calcul", rapport EDF HI-23/04/007, février 2005.
- [4] G. NICOLAS : "Logiciel HOMARD - Volume 4 – Structures de données", rapport EDF HI-23/04/008, février 2005.

Page laissée intentionnellement blanche.