

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, tétraèdres. 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 de température ou de déplacement aux nœuds 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.

2 Syntaxe

```
MACR_ADAP_MAIL (
% caractéristiques de l'adaptation

♦ ADAPTATION = _F (
% choix du type d'adaptation
♦ / LIBRE = / 'RAFF_DERA'
/ 'RAFFINEMENT'
/ 'DERAFFINEMENT'
/ UNIFORME = / 'RAFFINEMENT'
/ 'DERAFFINEMENT'
/ 'RIEN'

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

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

% Si l'adaptation est libre
♦ RESULTAT_N = resun [evol_elas]
[evol_thme]
[evol_noli]
[evol_ther]

♦ INDICATEUR = indic [K16]
♦ NOM_CMP_INDICA = cmp [K8]
◊ NUME_ORDRE = ordre [I]

% Si raffinement
/ ◊ CRIT_RAFF_PE = crp [R]
/ ◊ CRIT_RAFF_REL = crr [R]
/ ◊ CRIT_RAFF_ABS = cra [R]
% Finsi
% Si déraffinement
/ ◊ CRIT_DERA_PE = cdp [R]
/ ◊ CRIT_DERA_REL = cdr [R]
/ ◊ CRIT_DERA_ABS = cda [R]
% Finsi

% Finsi

% Si raffinement, libre ou uniforme
◊ NIVE_MAX = nivmax [I]
% Finsi
% Si déraffinement, libre ou uniforme
◊ NIVE_MIN = nivmin [I]
% Finsi
)

% Mise à jour de champs sur le nouveau maillage
◊ MAJ_CHAM = _F (
♦ RESULTAT = resu [evol_elas]
[evol_noli]
[evol_ther]
[evol_thme]
```

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

Date : 14/01/03
Clé : U7.03.01-B Page : 3/12

```

    ♦ NOM_CHAM      =  nomsymb                      [K16]
    ◇ NUME_ORDRE    =  nordre                      [I]
    ♦ CHAM_MAJ      =  co (chpmaj)                  [K8]
    ♦ TYPE_CHAM     =  /  'CHAM_NO_TEMP_R'
                      /  'CHAM_NO_DEPL_R'
                      )
    ◇ QUALITE       =  /  'OUI'
                      /  'NON'                      [DEFAULT]
    ◇ INTERPENETRATION = /  'OUI'
                      /  'NON'                      [DEFAULT]
    ◇ CONNEXITE     =  /  'OUI'
                      /  'NON'                      [DEFAULT]
    ◇ TAILLE        =  /  'OUI'
                      /  'NON'                      [DEFAULT]
    ◇ NOMBRE        =  /  'OUI'
                      /  'NON'                      [DEFAULT]
    ◇ LANGUE        =  /  'FRANCAIS'
                      /  'FRENCH'
                      /  'ANGLAIS'
                      /  'ENGLISH'                  [DEFAULT]
    ◇ VERSION_HOMARD = /  'V5_5'
                      /  'V5_N'                      [DEFAULT]
                      /  'V5_N_PERSO'
    ◇ INFO          =  /  1
                      /  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 mécanique 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 mécanique 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. En l'absence de structure de boucle dans le langage de commandes, l'utilisateur doit dupliquer lui-même les instructions.

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 : libre, c'est-à-dire en fonction des valeurs que prend un indicateur d'erreur sur les éléments du maillage, ou 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 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.

3.3 Complément

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.

4 Opérandes

4.1 Mot-clé ADAPTATION

♦ ADAPTATION = _F (

Cet opérande permet de définir le type d'adaptation souhaité. La sélection se fait d'abord parmi deux types : libre ou uniforme.

4.1.1 Opérande LIBRE

♦ / LIBRE = / 'RAFF_DERA'
/ 'RAFFINEMENT'
/ 'DERAFFINEMENT'

Cet opérande est employé pour faire de l'adaptation libre d'un maillage. En d'autres termes, la décision de (dé) raffiner un élément se prend en fonction de la valeur d'un indicateur d'erreur calculé auparavant.

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.

4.1.2 Opérande UNIFORME

/ UNIFORME = / 'RAFFINEMENT'
/ 'DERAFFINEMENT'
/ 'RIEN'

Cet opérande est employé pour faire 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.

4.1.3 Opérande MAILLAGE_N

♦ MAILLAGE_N = man

Maillage de type [maillage] à adapter. Attention, ce maillage ne doit être formé que de segments, de mailles-points, de triangles ou de tétraèdres, en degré 1 ou 2. La présence d'un élément d'un autre type provoquera un arrêt brutal.

4.1.4 Opérande MAILLAGE_NP1

♦ MAILLAGE_NP1 = co (manpl)

Le nom du concept de type [maillage] qui contiendra le maillage issu de l'adaptation.

4.1.5 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.

4.1.6 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 Aster (cf. [U4.81.02] et [U4.81.03], soit un champ personnalisé. A lui de choisir ce qui est pertinent pour son calcul.

4.1.7 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.

4.1.8 Opérande NUME_ORDRE

♦ NUME_ORDRE = ordre

Dans le cas d'un résultat comprenant plusieurs numéros d'ordre, cela permet de préciser celui auquel on souhaite utiliser l'indicateur.

4.1.9 Opérande CRIT_RAFF_xxxx

Dans le cas d'adaptation libre impliquant du raffinement de maillage, il faut définir un critère haut d'erreur. Tous les éléments dont l'erreur est supérieure à ce critère seront raffinés. Trois variantes sont possibles :

4.1.9.1 Opérande 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 $n = crp \times \text{nombre total d'éléments}$
- raffinement des n éléments avec la plus forte erreur.

4.1.9.2 Opérande 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.

4.1.9.3 Opérande 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 : $v = v_{min} + crr (v_{max} - v_{min})$,
- raffinement de tous les éléments dont l'erreur est supérieure à cette valeur.

4.1.10 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.

4.1.10.1 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.

4.1.10.2 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.

4.1.10.3 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.

4.1.11 Opérande NIVE_MAX

◇ NIVE_MAX = nivmax

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

4.1.12 Opérande NIVE_MIN

◇ NIVE_MIN = nivmin

C'est le niveau minimal de déraffinement du maillage. C'est-à-dire que seuls les éléments issus d'au moins nivmin découpages de maillage peuvent être déraffinés.

4.2 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.

4.2.1 Opérande RESULTAT

◆ RESULTAT = resu

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

4.2.2 Opérande NOM_CHAMP

◆ NOM_CHAMP = nomsymb [K16]

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

4.2.3 Opérande NUM_ORDRE

◇ NUM_ORDRE = nordre [I]

Numéro d'ordre correspondant au champ à mettre à jour.

4.2.4 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.

4.2.5 TYPE_CHAM

◆ TYPE_CHAM = / 'CHAM_NO_DEPL_R'
/ 'CHAM_NO_TEMP_R'

Type du champ à mettre à jour. On ne sait mettre à jour que les champs de température ou de déplacement aux noeuds.

4.3 Opérande NOMBRE

◇ NOMBRE = / 'OUI' [DEFAULT]
/ 'NON'

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

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

4.4 Opérande QUALITE

◇ QUALITE = / 'OUI'
/ 'NON' [DEFAULT]

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. 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, ou d'un tétraèdre équilatéral. Pour tout élément non équilatéral, la qualité est supérieure à 1. Le résultat est présenté sous forme de tableaux.

4.5 Opérande INTERPENETRATION

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

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 tétraèdre n'entre dans un autre tétraèdre.

4.6 Opérande TAILLE

◇ TAILLE = / 'OUI'
/ 'NON' [DEFAULT]

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.

4.7 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 triangles ou les tétraèdres sont d'un seul tenant ou répartis en plusieurs blocs.

4.8 Opérande LANGUE

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

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

4.9 Opérande VERSION_HOMARD

◇ VERSION_HOMARD = 'V5_5'
'V5_N'
'V5_N_PERSO'

Cet opérande permet de sélectionner la version de HOMARD qui est utilisée pour l'adaptation. Par défaut, HOMARD 5.5 est lancé. C'est la version de référence. Le choix 'V5_N' active la version 5.n de HOMARD qui est la version de développement. Le choix 'V5_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.

4.10 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.

5 Exemple

```
MACR_ADAP_MAIL (
    ADAPTATION      = _F (
        LIBRE = 'RAFF_DERA',
        MAILLAGE_N = mun,
        MAILLAGE_NP1 = CO ("mdeux"),
        RESULTAT_N = remeun,
        INDICATEUR = 'ERRE_ELGA_NORE',
        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 = 'CHAM_NO_TEMP_R',
        NUME_ORDRE = 2,
        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_ELGA_NORE` 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` au 2^{ème} instant est exprimé sur le maillage `mun`. Il sera exprimé sur le maillage `mdeux` sous la forme du champ de température aux noeuds `tempdeux`.

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

On regardera avec profit le fichier de commandes associé au cas-test `zzzz121a`. Il exprime le processus d'adaptation de maillage sous la forme d'une boucle en langage Python.

Page laissée intentionnellement blanche.