

Manuel d'Utilisation
Fascicule U4.5- :Méthodes de résolution
Document : U4.54.01

Opérateur THER_LINEAIRE

1 But

Résoudre un problème de thermique linéaire en régime stationnaire ou évolutif.

Le chargement thermique est défini par le mot clé `CHARGE`.

La discrétisation temporelle d'un calcul évolutif est fournie par la liste d'instants définie sous le mot clé `LIST_INST`. Ce calcul peut être initialisé, au premier instant, de trois manières différentes (mot clé `TEMP_INIT`) :

- par une température constante,
- par un champ de température, défini au préalable, ou extrait d'un calcul précédent,
- par un calcul stationnaire préalable.

Le concept produit par cet opérateur est de type `evol_ther`.

Quand un calcul de sensibilité du résultat par rapport à un paramètre est demandé, il y a production d'autant de structures de données de type `evol_ther` que de paramètres requis.

2 Syntaxe

```

temper [evol_ther] = THER_LINEAIRE
(
  ◇ reuse = temper,
  ◆ MODELE = mo, [modele]
  ◆ CHAM_MATER = chmat, [cham_mater]
  ◇ CARA_ELEM = carac, [cara_elem]
  ◆ EXCIT = _F(
    ◆ CHARGE = char, [charge]
    ◇ FONC_MULT = fonc, [fonction]
  ),
  ◇ TEMP_INIT = _F(
    ◇ / STATIONNAIRE = 'OUI', [DEFAULT]
    / VALE = tinit, [R]
    / CHAM_NO = tinit, [cham_no_TEMP_R]
    / ◆ EVOL_THER = temp, [evol_ther]
    ◆ NUME_INIT = nuinievol, [I]
  ),
  ◇ SENSIBILITE = _F(
    . . . voir [U4.50.02] . . .
  ),
  ◇ SENS_INIT = _F(
    ◇ / STATIONNAIRE = 'OUI', [DEFAULT]
    / ◆ EVOL_THER = temp, [evol_ther]
    ◆ NUME_INIT = nuini, [I]
  ),
  ◇ INCREMENT = _F(
    ◆ LIST_INST = litps, [listr8]
    ◇ NUME_INIT = / 0, [I]
    / nuini, [I]
    ◇ NUME_FIN = nufin, [I]
  ),
  ◇ PARM_THETA = / theta, [R]
    / 0.57, [DEFAULT]
  ◇ SOLVEUR = _F( . . . voir [U4.50.01] . . . ),
  ◇ ARCHIVAGE = _F(
    / ◇ LIST_ARCH = l_arch, [listis]
    / ◇ PAS_ARCH = ipas, [I]
    / ◇ LIST_INST = l_inst, [listr8]
    / ◇ INST = inst, [R]
    ◇ PRECISION = / 10.-3, [DEFAULT]
    / prec, [R]
    ◇ CRITERE = / 'RELATIF', [DEFAULT]
    / 'ABSOLU',
    ◇ CHAM_EXCLU = l_cham, [l_Kn]
  ),
  ◇ TITRE = titre, [l_Kn]
)

```

3 Opérandes

3.1 Opérande **MODELE**

- ◆ `MODELE = mo`

Nom du modèle dont les éléments font l'objet du calcul thermique.

3.2 Opérande **CHAM_MATER**

- ◆ `CHAM_MATER = chmat`

Nom du champ de matériau affecté sur le modèle.

3.3 Opérande **CARA_ELEM**

- ◇ `CARA_ELEM = carac`

Le concept `carac` contient les caractéristiques des éléments de coque thermique, s'ils existent dans le modèle.

3.4 Mot clé **EXCIT**

- ◆ `EXCIT =`

Opérande permettant de définir plusieurs chargements. Pour chaque occurrence du mot clé facteur, on définit une charge éventuellement multipliée par une fonction de temps.

3.4.1 Opérande **CHARGE**

- ◆ `CHARGE = char`

Concept de type `charge` produit par `AFFE_CHAR_THER` ou par `AFFE_CHAR_THER_F` [U4.44.02].

Remarque importante :

*Pour chaque occurrence du mot clé facteur **EXCIT** les différents concepts **char** utilisés doivent être construits sur le même modèle **mo**.*

3.4.2 Opérande **FONC_MULT**

- ◇ `FONC_MULT = fonc`

Coefficient multiplicatif fonction du temps (concept de type `fonction`) appliqué à la charge.

Remarque importante :

*L'utilisation concomitante de **FONC_MULT** avec une charge contenant des chargements thermiques dépendant de la température est interdite ; c'est-à-dire pour des chargements de type **ECHANGE_***.*

3.5 Mot clé **TEMP_INIT**

- ◇ `TEMP_INIT =`

Permet de définir le champ initial à partir duquel le calcul évolutif est effectué.

Remarques :

*Si le mot clé **TEMP_INIT** est absent, on effectue uniquement le calcul stationnaire à l'instant défini sous le mot clé **INCREMENT**.*

*Le champ initial est stocké dans la structure de données résultat **evol_ther** sous le numéro d'ordre 0.*

3.5.1 Opérande STATIONNAIRE

/ STATIONNAIRE = 'OUI'

La valeur initiale du champ de température est alors le résultat d'un calcul stationnaire préalable.

3.5.2 Opérande VALE

/ VALE = tinit

La valeur initiale de température est prise constante sur toute la structure.

3.5.3 Opérande CHAM_NO

/ CHAM_NO = tinit

La valeur initiale est définie par un `cham_no_TEMP_R` (résultat des opérateurs `AFFE_CHAM_NO` [U4.44.11] ou `RECU_CHAMP` [U4.71.01]).

3.5.4 Opérande EVOL_THER

/ ♦ EVOL_THER = temp

La valeur initiale est extraite d'une structure de données de type `evol_ther`.

3.5.5 Opérande NUME_INIT

♦ NUME_INIT = nuini_evol

Numéro d'ordre du champ à extraire de cette structure de donnée.

Remarque :

Attention, il s'agit du numéro d'ordre dans la structure de donnée lue en reprise par le mot clé `EVOL_THER` précédent. Si cette structure de donnée a été calculée avec une liste d'instantants différente de celle utilisée sous le mot clé `facteur INCREMENT` de la résolution courante, il est impératif de renseigner `NUME_INIT` sous `INCREMENT`, la même valeur de numéro d'ordre correspondant à des instants physiques différents. Dans le cas où les deux listes d'instantants sont identiques, on peut se dispenser de renseigner deux fois le même `NUME_INIT`, sous `ETAT_INIT` et sous `INCREMENT`.

3.6 Mot clé SENSIBILITE

◇ SENSIBILITE = liste de paramètres sensibles

Active le calcul de la dérivée du champ de température par rapport à un paramètre sensible du problème.

Le document [U4.50.01] précise le fonctionnement du mot-clé.

3.7 Mot clé SENS_INIT

◇ SENS_INIT =

Permet de définir le champ initial à partir duquel le calcul évolutif de la dérivée de la température est effectué, pour un calcul transitoire.

Remarque :

Si le mot clé `SENS_INIT` est absent, l'initialisation est faite par un champ aux nœuds nul.

3.7.1 Opérande STATIONNAIRE

/ STATIONNAIRE = 'OUI'

La valeur initiale est celle d'un calcul stationnaire préalable. Cela n'est possible que si le même mode d'initialisation est retenu pour le calcul de la température.

3.7.2 Opérande EVOL_THER

/ ♦ EVOL_THER = temp

La valeur initiale est extraite d'une structure de données de type `evol_ther`.

3.7.3 Opérande NUME_INIT

♦ NUME_INIT = nuini_evol

Numéro d'ordre du champ à extraire de cette structure de donnée désignée.

3.8 Mot clé INCREMENT

◇ INCREMENT =

Permet de définir les instants de calcul qui déterminent les intervalles de temps pris pour intégrer l'équation différentielle.

Remarque :

*Si le mot clé **INCREMENT** est absent, on crée une liste d'instants réduite au seul réel 0 et on effectue un calcul stationnaire.*

3.8.1 Opérande LIST_INST

♦ LIST_INST = litps

Liste des instants, produite par `DEFI_LIST_REEL` [U4.34.01].

3.8.2 Opérande NUME_INIT

◇ NUME_INIT = / 0
/ nuini

Indice de l'instant de calcul de départ dans la liste `litps`.

3.8.3 Opérande NUME_FIN

◇ NUME_FIN = nufin

Indice de l'instant de calcul final dans la liste `litps`.

Les instants de calcul sont ceux définis dans le concept `litps` pris entre le `nuini` et le `nufin` qui sont des numéros d'instant. Ainsi le premier pas de temps est défini entre l'instant correspondant à `nuini` et celui correspondant à `nuini + 1`. Le calcul stationnaire, quand il est demandé, est fait à l'instant correspondant à `nuini`.

Si `NUME_INIT` est absent et si `temp` est présent sous `TEMP_INIT`, alors `nuini = nuini_evol`.

3.9 Opérande PARM_THETA

◇ PARM_THETA =

L'argument *theta* est le paramètre de la théta-méthode appliquée au problème évolutif. Il doit être compris entre 0 (méthode explicite) et 1 (méthode totalement implicite). En l'absence, du mot clé, la valeur utilisée est *theta=0.57*, un peu supérieure à *theta=0.5* correspondant au schéma de Crank-Nicholson. L'incidence du choix de *theta* sur la stabilité de la méthode est détaillée dans [R5.02.02].

3.10 Mot clé SOLVEUR

◇ SOLVEUR =

Ce mot clé facteur est facultatif : il permet de définir la méthode de résolution des systèmes linéaires.

Cet opérande est commun à l'ensemble des commandes globales [U4.50.01].

3.11 Mot clé ARCHIVAGE

◇ ARCHIVAGE =

Ce mot clé est facultatif : par défaut, l'ensemble des champs calculés pour tous les pas calculés est archivé dans le concept *resultat* issu de la commande. Il sert à stocker certains numéros d'ordre dans une structure de données *resultat* et/ou exclure du stockage certains champs.

Remarque :

En cas d'arrêt du calcul par manque de temps CPU, les pas de temps précédemment calculés sont sauvegardés dans la base.

3.11.1 Opérande LIST_ARCH

Concept de type liste d'entier créé par la commande *DEFI_LIST_ENTI* [U4.34.02] décrivant la liste des numéros d'ordre devant être stockés dans la structure de données *resultat*.

3.11.2 Opérande PAS_ARCH

Valeur entière donnant la valeur de pas d'archivage : on stockera les numéros d'ordre multiples de la valeur *ipas* ainsi que le dernier numéro d'ordre effectivement calculé.

3.11.3 Opérande CHAM_EXCLU

Liste de textes indiquant le ou les champs exclus de l'archivage. La liste des champs possibles est décrite dans les documents sur les concepts *resultat* [U5.01].

3.12 Opérande TITRE

◇ TITRE = *titre*

Titre que l'on veut donner au résultat *temp* stocké dans la structure de données de type *evol_ther* [U4.03.01].

4 Modélisation

Les problèmes de thermique linéaire peuvent être traités avec des modèles utilisant les éléments finis 3D, 2D, AXIS ou COQUE décrits dans les documents [U3.22.01], [U3.23.01], [U3.23.02] et [U3.24.01].

5 Exemple

5.1 Calcul transitoire

```

lr8 =  DEFI_LIST_REEL  (  DEBUT = 0.E0 ,
                          INTERVALLE =(
                              _F(JUSQU_A= 2.E-4 ,  NOMBRE = 2 ),
                              _F(JUSQU_A= 1.E-3 ,  NOMBRE = 10 ),
                              _F(JUSQU_A= 1.E-2 ,  NOMBRE = 9 ),
                              _F(JUSQU_A= 1.E-1 ,  NOMBRE = 9 ),
                              _F(JUSQU_A= 1.E+0 ,  NOMBRE = 9 ),
                              _F(JUSQU_A= 2.0 ,    NOMBRE = 10 ),)
                          )

tempe = THER_LINEAIRE  (  MODELE      = moth,
                          CHAM_MATER = chmat,
                          EXCIT       = _F( CHARGE      = chth),
                          TEMP_INIT   = _F( STATIONNAIRE = 'oui' ),
                          INCREMENT  = _F( LIST_INST    = lr8,
                                             NUME_FIN     = 30)
                          )

tempe = THER_LINEAIRE  (  reuse      = tempe,
                          MODELE      = moth,
                          CHAM_MATER = chmat,
                          EXCIT       = _F( CHARGE      = chth),
                          TEMP_INIT   = _F( EVOL_THER    = tempe
                                             NUME_INIT     = 30),
                          INCREMENT  = _F( LIST_INST    = lr8),
                          )

```

Le premier appel à la commande `THER_LINEAIRE` permet d'effectuer un calcul stationnaire à l'instant 0. et d'enchaîner un calcul évolutif jusqu'à l'instant 0.1s (31 instants de calcul soit 30 calculs d'évolution).

Le second appel permet d'enrichir le concept `tempe` précédent, le calcul évolutif est poursuivi à partir du 31^{ème} instant de calcul.

5.2 Sensibilité à une température imposée

```

ta =  DEFI_PARA_SENSI  (  VALE  = 70      )
tb =  DEFI_PARA_SENSI  (  VALE  = 30      )

ca =  AFFE_CHAR_THER_F (  MODELE      = moth,
                          TEMP_IMPO = ( _F( GROUP_MA = 'bord_sup',
                                             TEMP      = ta),
                                          _F( GROUP_MA = 'bord_inf',
                                             TEMP      = tb) )
                          )

tempe = THER_LINEAIRE  (  MODELE      = moth,
                          CHAM_MATER = chmat,
                          EXCIT       = _F( CHARGE = chth),
                          SENSIBILITE = ( ta , tb ),
                          )

```

Ce calcul produira la structure de données `tempe`, de type `evol_ther`, contenant le champ de température sous le nom `TEMP`. Il produira aussi deux autres structures de type `evol_ther`. La première contiendra, sous le nom de champ `TEMP`, le champ de la dérivée de la température par rapport au paramètre `ta`. La seconde contiendra la dérivée par rapport au paramètre `tb`. Le nom de ces structures est créé automatiquement par le code et reste inconnu de l'utilisateur. L'accès à leur contenu (impression, test, post_releve ...) se fait en invoquant la commande correspondante avec le nom de la structure principale, `temp`, et le nom du paramètre sensible concerné, `ta` ou `tb`.

6 Remarque

La commande `CALC_ELEM` [U4.81.01] permet de calculer les flux de chaleur, aux points d'intégration ou aux nœuds, à partir du champ aux nœuds de température ainsi obtenu par `THER_LINEAIRE`.