

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 `EXCIT`.

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 `ETAT_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`.

2 Syntaxe

```
temper [evol_ther] = THER_LINEAIRE
( RESULTAT = temper,
  ♦ MODELE = mo, [modele]
  ♦ CHAM_MATER = chmat, [cham_mater]
  ◇ CARA_ELEM = carac, [cara_elem]
  ♦ EXCIT = _F(
    ♦ CHARGE = char, [charge]
    FONC_MULT = fonc, [fonction, formule]
  ),
  ♦ ETAT_INIT = _F(
    / STATIONNAIRE = 'OUI', [DEFAULT]
    / VALE = tinit, [R]
    / CHAM_NO = tinit, [cham_no]
    / EVOL_THER = temp, [evol_ther]
    ◇ / NUME_ORDRE = nuini, [I]
    / INST = instini, [R]
    ◇ PRECISION = /1.0E-3, [DEFAULT]
    /prec, [R]
    ◇ CRITERE = /'RELATIF', [DEFAULT]
    /'ABSOLU',
  ),
  ◇ INCREMENT = _F(
    ... voir STAT_NON_LINE [U4.51.03] mot-clé INCREMENT ...
  ),
  ◇ PARM_THETA = / theta, [R]
    / 0.57, [DEFAULT]
  ◇ SOLVEUR = _F( . . . voir [U4.50.01] . . . ),
  ◇ ARCHIVAGE = _F(
    ... voir STAT_NON_LINE [U4.51.03] mot-clé ARCHIVAGE ...
  ),
  ◇ TITRE = titre, [l_Kn]
)
```

3 Opérandes

3.1 Opérande RESULTAT

◇ RESULTAT= mo

Nom de l'objet résultat à enrichir en cas de poursuite de calcul (voir aussi ETAT_INIT).

3.2 Opérande MODELE

◆ MODELE = mo

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

3.3 Opérande CHAM_MATER

◆ CHAM_MATER = chmat

Nom du champ de matériau affecté sur le modèle.

3.4 Opérande CARA_ELEM

◇ CARA_ELEM = carac

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

3.5 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.

3.5.1 Opérande CHARGE

◆ CHARGE = char

Concept de type `charge` produit par `AFFE_CHAR_THER` ou par `AFFE_CHAR_THER_F` [U4.44.02]. Comme pour la mécanique, il est également possible de définir une charge de type «degré de liberté imposé», ici la température, par `AFFE_CHAR_CINE` [U4.44.03].

Remarque importante :

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

3.5.2 Opérande FONC_MULT

◇ FONC_MULT = fonc

Coefficient multiplicatif fonction du temps (concept de type `fonction`, `nappe` ou `formule`) 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_.*

3.6 Mot clé ETAT_INIT

◇ ETAT_INIT =

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

Remarques :

Si le mot clé `ETAT_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.

3.6.1 Opérande STATIONNAIRE

```
/ STATIONNAIRE = 'OUI'
```

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

3.6.2 Opérande VALE

```
/ VALE = tinit
```

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

3.6.3 Opérande CHAM_NO

```
/ CHAM_NO = tinit
```

La valeur initiale est définie par un `cham_no` de température (résultat de l'opérateur `CREA_CHAMP` [U4.72.04]).

3.6.4 Opérande EVOL_THER

```
/ EVOL_THER = temp
```

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

3.6.5 Opérande NUME_ORDRE/INST

```
◇ /NUME_ORDRE = nuini_evol  
  /INST = instini_evol
```

Numéro d'ordre du champ à extraire de cette structure de donnée. Extraction de l'état thermique initial dans `evol_ther_temp` à partir du numéro d'archivage `NUME_ORDRE` ou de l'instant d'archivage `INST` pour effectuer la poursuite du calcul. Si `NUME_ORDRE` ou `INST` ne sont pas remplis, on prend le dernier numéro archivé existant dans `evol`.

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'instant diffèrent de celle utilisée sous le mot clé `facteur INCREMENT` de la résolution courante, il est impératif de renseigner `NUME_ORDRE` sous `INCREMENT`, la même valeur de numéro d'ordre correspondant à des instants physiques différents. Dans le cas où les deux listes d'instant sont identiques, on peut se dispenser de renseigner deux fois le même `NUME_ORDRE`, sous `ETAT_INIT` et sous `INCREMENT`.

3.6.6 Opérande INST_ETAT_INIT

```
◇ INST_ETAT_INIT = istetaini
```

On peut associer une valeur d'instant `istetaini` à cet état initial. Par défaut :

- lorsque l'état initial est défini par la donnée des champs, il n'y a pas d'instant associé.
- lorsque l'état est donné par un concept `evol_noli`, il s'agit de l'instant dans le précédent calcul (`istetaini = instini_evol`).

3.6.7 Opérande PRECISION/CRITERE

Cf. [U4.71.00].

3.6.8 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.

3.6.9 Opérande EVOL_THER

```
/ EVOL_THER = temp
```

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

3.6.10 Opérande NUME_INIT

```
◇ NUME_INIT = nuini_evol
```

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

3.7 Mot clé INCREMENT

```
◇ INCREMENT =
```

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

Les opérands du mot clé `INCREMENT` ont la même signification que dans l'opérateur `STAT_NON_LINE`, voir le document [U4.51.03].

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 Opérande PARM_THETA

```
◇ PARM_THETA =
```

L'argument `theta` est le paramètre de la *thêta*-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].

3.9 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].

3.10 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.

Ce mot-clé est identique à son équivalent pour l'opérateur `STAT_NON_LINE`, se référer à la documentation [U4.51.03] pour la description des sous mots-clés.

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 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),
                        ETAT_INIT    = _F(STATIONNAIRE = 'OUI'),
                        INCREMENT    = _F(LIST_INST    = lr8,
                                           NUME_INST_FIN= 30)
                        )

tempe = THER_LINEAIRE (  reuse      = tempe,
                        RESULTAT    = tempe,
                        MODELE      = moth,
                        CHAM_MATER   = chmat,
                        EXCIT        = _F(CHARGE      = chth),
                        ETAT_INIT    = _F(EVOL_THER    = tempe
                                           NUME_ORDRE   = 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^{ième} instant de calcul.

6 Remarque

La commande `CALC_CHAMP` [U4.81.04] 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`.