

Manuel d'Utilisation
Fascicule U4.7- : Opérations sur les résultats et les champs
Document : U4.72.03

Opérateur COMB_CHAM_ELEM

1 But

Effectuer la combinaison linéaire de champs aux éléments.

Tous les concepts de type `cham_elem_*` à combiner doivent être de même structure (mêmes listes de groupes d'éléments, provenir de la même option de calcul).

Cet opérateur sert également à effectuer la recombinaison de modes de Fourier dans une direction donnée (pour les déformations et contraintes en mécanique, les flux en thermique).

Le concept produit (`cham_elem_*`) peut être réentrant.

```

chml      [cham_elem_*] = COMB_CHAM_ELEM      (
  ◇ reuse = chml,
  ◆ / COMB_R=_F(      ◆ CHAM_ELEM= ch,      / [cham_elem_SIEF_R]
      / [cham_elem_FLUX_R]
      / [cham_elem_EPSI_R]
      / [cham_elem_ENER_R]
      / [cham_elem_CRIT_R]
      / [cham_elem_DBEL_R]
      / [cham_elem_PRES_R]
      / [cham_elem_SIEF_C]
      ◆ COEF_R= r ,      [R]
      ◇ PARTIE= / 'REEL' ,      [K]
      / 'IMAG' ,
    ),
  / COMB_C =_F(      ◆ CHAM_ELEM = ch,      / [cham_elem_SIEF_R]
      / [cham_elem_SIEF_C]
      ◆ / COEF_R= r ,      [R]
      / COEF_C= c ,      [C]
    ),
  / COMB_FOURIER =_F(      ◆ CHAM_ELEM = ch,      / [cham_elem_SIEF_R]
      / [cham_elem_FLUX_R]
      / [cham_elem_EPSI_R]
      ◆ NUME_MODE= nume,      [I]
      ◆ TYPE_MODE= / 'SYME' ,      [K]
      / 'ANTI' ,
      ◇ COEF_R= / r ,      [R]
      / 1.,      [DEFAULT]
    ),
  ◆ ANGL = angl      [R]
)

```

HT-66/03/002/A

3 Opérandes

3.1 Rappel sur la syntaxe des valeurs complexes

Les valeurs complexes peuvent être déclarées de deux façons différentes :

- sous la forme $a + ib$ avec la syntaxe RI a, b
où a et b sont des nombres réels.
- sous la forme (module, phase) avec MP module, phase
où module et phase sont des nombres réels (phase en degré).

3.2 Mot clé COMB_R

♦ / COMB_R = _F

Description des termes de la combinaison linéaire produisant un `cham_elem_*` à coefficients réels.

♦ CHAM_ELEM = *ch*,

Nom du concept de type `cham_elem_*` à combiner.

♦ COEF_R = *r*,

Coefficient réel à appliquer au concept *ch*.

♦ PARTIE =

Dans le cas de CHAM_ELEM complexe, on prend la partie réelle ou imaginaire.

3.3 Mot clé COMB_C

/ COMB_C = _F

Description des termes de la combinaison linéaire produisant un `cham_elem_*` à valeurs complexes.

♦ CHAM_ELEM = *ch*,

Nom du concept de type `cham_elem_*` à combiner.

♦ / COEF_R = *r*,

Coefficient réel à appliquer au concept *ch*.

/ COEF_C = *c*,

Coefficient complexe à appliquer au concept argument de CHAM_ELEM.

3.4 Mot clé COMB_FOURIER

/ COMB_FOURIER = _F

Recombinaison de FOURIER avec description harmonique par harmonique des termes de la série de FOURIER.

En **élasticité**, la recombinaison de FOURIER sur les déformations ϵ (resp. les contraintes σ) s'écrit :

$$\epsilon(\theta) = \sum_{l \in L} \left(\begin{bmatrix} \cos l\theta I_4 & 0_{4,2} \\ 0_{2,4} & -\sin l\theta I_2 \end{bmatrix} \epsilon_l^s + \begin{bmatrix} \sin l\theta I_4 & 0_{4,2} \\ 0_{2,4} & \cos l\theta I_2 \end{bmatrix} \epsilon_l^a \right)$$

où L est l'ensemble des modes (symétriques et/ou antisymétriques) qui ont été calculés.

I_n est la matrice identité d'ordre n ,

ϵ_l^s : l est le numéro de l'harmonique (s pour symétrique),

ϵ_l^a : l est le numéro de l'harmonique (a pour antisymétrique),

θ : angle de la section où sont calculées les déformations (resp. contraintes).

Dans la formule ci-dessus, tous les coefficients r valent 1. (cas standard).

En **thermique**, la recombinaison de FOURIER sur les flux ϕ s'écrit :

$$\phi(\theta) = \sum_{l \in L} \left(\begin{bmatrix} \cos l\theta I_2 & 0_{2,1} \\ 0_{1,2} & -\sin l\theta \end{bmatrix} \phi_l^s + \begin{bmatrix} \sin l\theta I_2 & 0_{2,1} \\ 0_{1,2} & \cos l\theta \end{bmatrix} \phi_l^a \right)$$

avec les mêmes notations que ci-dessus.

3.4.1 Opérande CHAM_ELEM

♦ CHAM_ELEM = ch,

Nom du concept de type cham_elem_* à recombinaison.

3.4.2 Opérande COEF_R

♦ COEF_R = r,

Coefficient réel à appliquer à l'harmonique considérée (par défaut 1.)

3.4.3 Opérande NUME_MODE

♦ NUME_MODE = nume,

Numéro de l'harmonique.

3.4.4 Opérande TYPE_MODE

♦ TYPE_MODE = / 'SYME' ,
/ 'ANTI' ,

Harmonique SYMEtrique ou ANTIsymétrique.

3.5 Opérande ANGL

♦ ANGL = angl,

Angle en degré où a lieu la recombinaison de FOURIER.

4 Phases de vérification / exécution

Phase de vérification

On vérifie que le "concept produit" n'est pas un opérande d'entrée de l'opérateur.

Phase d'exécution

- A l'exécution l'opérateur vérifie avant d'effectuer la combinaison linéaire, que le type des valeurs du résultat est compatible avec le type des valeurs des concepts `cham_elem_*` à combiner.
- On effectue également les vérifications de cohérence : les arguments de type `cham_elem_*` doivent avoir les mêmes ligrels, c'est-à-dire avoir été calculés sur les mêmes listes de groupes d'éléments.

5 Exemples

5.1 Combinaison linéaire classique

```

Utot = COMB_CHAM_ELEM (  COMB_C = ( _F(CHAM_ELEM= U1, COEF_R =1.),
                                   _F(CHAM_ELEM =U2, COEF_C =RI 0., 1.)),
                        )

```

Le concept produit `Utot` est de type `cham_elem_*_C` (complexe) :

`Utot = U1 + i U2`

Le concept `Utot` peut être utilisé à nouveau comme concept produit pour une nouvelle combinaison avec `U3` `cham_elem_*_R` (réels) :

```

Utot = COMB_CHAM_ELEM ( reuse = Utot,
                        COMB_C = ( _F (CHAM_ELEM = Utot, COEF_R = 1.),
                                   _F (CHAM_ELEM = U3,   COEF_R = 2.)),
                        )

```

Ce qui produit :

`Utot = Utot + 2. U3`

5.2 Recopie de concept de type `cham_elem`

```

CH_sauv = COMB_CHAM_ELEM (COMB_R = _F (CHAM_ELEM = ch, COEF_R = 1.) )

```

5.3 Recombinaison de FOURIER en élasticité

```

sig45 = COMB_CHAM_ELEM      (  COMB_FOURIER=( _F(  CHAM_ELEM = sig1,
                                                    NUME_MODE = 1,
                                                    TYPE_MODE = 'SYME' ),
                                                    _F(  CHAM_ELEM = sig2,
                                                    NUME_MODE = 0,
                                                    TYPE_MODE = 'ANTI' ),
                                                    ANGLE   = 45.,
                                                    )

```

On calcule la recombinaison de FOURIER d'un champ de contraintes pour la section $\theta = 45$. d'une harmonique résultant d'un chargement mode 1 symétrique et d'une harmonique résultant d'un chargement en torsion pure (mode 0 antisymétrique).

5.4 Recombinaison de FOURIER en thermique

```
flux0 = COMB_CHAM_ELEM      (  COMB_FOURIER=(_F(  CHAM_ELEM = flux1,
                                                    NUME_MODE = 1,
                                                    TYPE_MODE = 'SYME' , ),
                                _F(  CHAM_ELEM = flux2,
                                    NUME_MODE = 2,
                                    TYPE_MODE = 'SYME' , ),
                                ANGLE = 0.,
                                )
```

On calcule la recombinaison de FOURIER pour la section $\theta = 0$. de 2 modes symétriques : mode 1 et mode 2.

Chacun des champs de flux (`flux1` et `flux2`) provient d'une résolution sur le mode considéré.