

**Manuel d'Utilisation**  
**Fascicule U4.7- : Opérations sur les résultats et les champs**  
**Document : U4.72.02**

## Opérateur COMB\_CHAM\_NO

---

### 1 But

---

Effectuer la combinaison linéaire de champs aux nœuds.

Tous les concepts de type `cham_no_*` à combiner doivent s'appuyer sur la même numérotation (commande `NUME_DDL` [U4.61.11]).

Cet opérateur permet également d'effectuer la recombinaison de modes de Fourier dans une direction donnée (pour les déplacements ou températures).

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

## 2 Syntaxe

```
cchno [cham_no_*] = COMB_CHAM_NO

(
  ⋄ reuse = cchno,
  ♦ / COMB_R = _F( ⋄ PARTIE = / 'IMAG' ,
                  / 'REEL' ,
                  ♦ CHAM_NO = ch ,
                  / [cham_no_DEPL_R]
                  / [cham_no_TEMP_R]
                  / [cham_no_PRES_R]
                  / [cham_no_DEPL_C]
                  / [cham_no_TEMP_C]
                  / [cham_no_PRES_C]
                  ♦ COEF_R = r ,
                  [R]
                  ),
  / COMB_C = _F( ♦ CHAM_NO = ch ,
                / [cham_no_DEPL_R]
                / [cham_no_DEPL_C]
                / [cham_no_TEMP_R]
                / [cham_no_TEMP_C]
                / [cham_no_PRES_R]
                / [cham_no_PRES_C]
                ♦ / COEF_R = r ,
                [R]
                / COEF_C = c ,
                [C]
                ),
  / ♦ COMB_FOURIER = _F( ♦ CHAM_NO = ch ,
                        / [cham_no_DEPL_R]
                        / [cham_no_TEMP_R]
                        ♦ NUME_MODE = n ,
                        [I]
                        ♦ TYPE_MODE = / 'SYME' ,
                                      / 'ANTI' ,
                        ⋄ COEF_R = / r ,
                                      [R]
                                      / 1. ,
                                      [DEFAULT]
                        ),
  ♦ ANGL = 0, (en degrés)
)

si COMB_R et CHAM_NO :
    [cham_no_DEPL_R] alors [*] -> DEPL_R
    [cham_no_TEMP_R]      [*] -> TEMP_R
    [cham_no_PRES_R]      [*] -> PRES_R
    [cham_no_DEPL_C]      [*] -> DEPL_R
    [cham_no_TEMP_C]      [*] -> TEMP_R
    [cham_no_PRES_C]      [*] -> PRES_R

si COMB_C et CHAM_NO :
    [cham_no_DEPL_R] alors [*] -> DEPL_C
    [cham_no_DEPL_C]      [*] -> DEPL_C
    [cham_no_TEMP_R]      [*] -> TEMP_C
    [cham_no_TEMP_C]      [*] -> TEMP_C
    [cham_no_PRES_R]      [*] -> PRES_C
    [cham_no_PRES_C]      [*] -> PRES_C

si COMB_FOURIER et CHAM_NO
    [cham_no_DEPL_R] alors [*] -> DEPL_R
    [cham_no_TEMP_R]      [*] -> TEMP_R
```

## 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 mod, ph  
où mod et ph sont des nombres réels (ph en degré).

### 3.2 Mot clé COMB\_R

♦ / COMB\_R = \_F

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

#### 3.2.1 Opérande PARTIE

◇ PARTIE = / 'REEL' ,  
/ 'IMAG' ,

Pour effectuer des extractions ou des combinaisons linéaires de partie (s) imaginaire (s) ou de partie (s) réelle (s) de `cham_no` complexes.

#### 3.2.2 Opérande CHAM\_NO

♦ CHAM\_NO = ch,

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

#### 3.2.3 Opérande COEF\_R

♦ COEF\_R = r,

Coefficient réel à appliquer au concept argument de CHAM\_NO.

### 3.3 Mot clé COMB\_C

/ COMB\_C = \_F

Description des termes de la combinaison linéaire produisant un `cham_no_*` à coefficients complexes.

#### 3.3.1 Opérande CHAM\_NO

♦ CHAM\_NO = ch,

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

#### 3.3.2 Opérandes COEF\_R et COEF\_C

♦ / COEF\_R = r,

Coefficient réel à appliquer au concept argument de CHAM\_NO.

/ COEF\_C = c,

Coefficient complexe à appliquer au concept argument de CHAM\_NO.

### 3.4 Mot clé COMB\_FOURIER

/ ♦ COMB\_FOURIER = \_F

Description harmonique par harmonique des termes de la série de FOURIER à combiner. A une occurrence du mot-clé facteur COMB\_FOURIER correspond la description complète d'une harmonique et une seule.

La description d'une harmonique comporte :

- le champ de déplacements (ou températures) issu d'une résolution préalable sur l'harmonique considérée,
- le numéro de mode ou numéro de l'harmonique de FOURIER,
- le type de l'harmonique (symétrique ou antisymétrique).

#### 3.4.1 Opérande CHAM\_NO

♦ CHAM\_NO = ch,

Champ de déplacements (ou de températures) correspondant à l'harmonique n

#### 3.4.2 Opérande NUME\_MODE

♦ NUME\_MODE = n,

Entier désignant le numéro de l'harmonique.

#### 3.4.3 Opérande TYPE\_MODE

♦ TYPE\_MODE = / 'SYME' , harmonique symétrique  
/ 'ANTI' , harmonique antisymétrique

#### 3.4.4 Opérande COEF\_R

♦ COEF\_R = / r , Coefficient multiplicateur associé à l'harmonique  
/ 1. , (1 par défaut dans la recombinaison standard)

**Rappel :** La recombinaison de FOURIER sur les déplacements s'écrit :

$$\mathbf{u}(\theta) = \sum_{n=0}^N \left[ \underbrace{\begin{pmatrix} \cos n\theta & & 0 \\ & \cos n\theta & \\ 0 & & -\sin n\theta \end{pmatrix}}_{A^s} \mathbf{u}_s^n + \underbrace{\begin{pmatrix} \sin n\theta & & 0 \\ & \sin n\theta & \\ 0 & & \cos n\theta \end{pmatrix}}_{A^a} \mathbf{u}_a^n \right]$$

avec  $\mathbf{u}_s^n = (u_{sr}^n, u_{sz}^n, u_{s\theta}^n)$  (de même pour  $\mathbf{u}_a^n$ ).

Une harmonique symétrique est donc recombinaison avec la matrice  $A^s$ , une harmonique antisymétrique avec la matrice  $A^a$ .

### 3.5 Opérande ANGL

♦ ANGL =  $\theta$  angle en degré de la section 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.

Dans le cas de la recombinaison de FOURIER, on vérifie que tous les `cham_no` à recombinaison sont de même type (`cham_no_DEPL_R` ou `cham_no_TEMP_R`).

### 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_no_*` à combiner.
- Il effectue également les vérifications de cohérence : les arguments de type `cham_no_*` doivent avoir la même numérotation.

## 5 Exemples

### 5.1 Combinaison linéaire classique

```

Utot = COMB_CHAM_NO (  COMB_C = ( _F (CHAM_NO = U1, COEF_R = 1.),
                                _F (CHAM_NO=U2, COEF_C=RI 0., 1.)),
                      )

```

Le concept produit `Utot` est de type `cham_no_*_C` (complexe) :  $U_{tot} = U1 + i U2$

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

```

Utot = COMB_CHAM_NO      ( reuse = Utot,
                           COMB_C = ( _F(CHAM_NO = Utot, COEF_R = 1.),
                                       _F(CHAM_NO = U3,   COEF_R = 2.)),
                           )

```

Ce qui produit :  $U_{tot} = U_{tot} + 2. U3$

### 5.2 Recopie de concept de type `cham_no`

Cet opérateur sert également à la recopie d'un concept de type `cham_no_*` :

```

CH_sauv = COMB_CHAM_NO (COMB_R = _F (CHAM_NO = ch, COEF_R = 1.) )

```

### 5.3 Recombinaison de FOURIER en thermique

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

```

to = COMB_CHAM_NO
( COMB_FOURIER = ( _F(CHAM_NO =temp1,NUME_MODE =1,TYPE_MODE = 'SYME'),
                  _F(CHAM_NO =temp2,NUME_MODE =2,TYPE_MODE = 'SYME'), ),
  ANGL = 0.)

```

Chacun des champs de température (`temp1` et `temp2`) provient d'une résolution sur le mode correspondant.

## 5.4 Recombinaison de FOURIER en élasticité

```
dep45 = COMB_CHAM_NO  
(COMB_FOURIER = ( _F(CHAM_NO =dep1s,NUME_MODE =1,TYPE_MODE = 'SYME' ) ,  
                   _F(CHAM_NO =dep0a,NUME_MODE =0,TYPE_MODE = 'ANTI' ) ) ,  
  ANGL = 45. )
```

On recombine en  $\theta = 45^\circ$  :

- une harmonique résultant (par exemple) d'un chargement en pression uniforme mode 1 symétrique,
- une harmonique résultant d'un chargement en torsion pure (mode 0 antisymétrique).