
Opérateur CALCUL

1 But

Calculer les contraintes et les variables internes pour l'intégration d'une loi de comportement non-linéaire.

Calculer les vecteurs élémentaires `vect_elem` des forces internes et nodales et les matrices élémentaires `matr_elem` d'une matrice tangente.

Produit une structure de données de type `table_container`.

2 Syntaxe

```
table_container      = CALCUL
(
  ♦ MODELE           = mo,                [modele]
  ♦ CHAM_MATER       = chmat,             [cham_mater]
  ◇ CARA_ELEM        = carac,             [cara_elem]
  ♦ OPTION           = /'COMPORTEMENT'    [DEFAULT]
                    /'MATR_TANG_ELEM'
                    /'FORC_INT_ELEM'
                    /'FORC_NODA_ELEM'
  ♦ EXCIT            = _F(
      ♦ CHARGE       = chi,                [char_meca]
      ◇ FONC_MULT    =fi,                [fonction/formule]
    ),
  ♦ | COMP_INCR      =_F(voir le document [U4.51.11]),
    | COMP_ELAS      =_F(voir le document [U4.51.11].),
  ♦ DEPL             = depl,              [cham_no]
  ♦ INCR_DEPL        = incdepl,          [cham_no]
  ♦ SIGM             = sigm,              [cham_elem]
  ♦ VARI             = vari,              [cham_elem]
  ◇ TABLE           = table,            [table_container]
  ♦ INCREMENT        = _F(
      ♦ LIST_INST    = litps,              [listr8]
      ♦ NUME_ORDRE   =nuini,              [I]
    ),
  ◇ INFO             = /1,                [DEFAULT]
                    /2,
)
```

3 Opérandes

3.1 Opérande MODELE

- ◆ `MODELE = mo`

Nom du concept définissant le modèle dont les éléments font l'objet du calcul.

3.2 Opérande CHAM_MATER

- ◆ `CHAM_MATER = chmat`

Nom du concept définissant le champ de matériau affecté sur le modèle `mo`.

3.3 Opérande CARA_ELEM

- ◇ `CARA_ELEM = carac`

Nom du concept définissant les caractéristiques des éléments de poutre, coques, etc...

3.4 Mot clé EXCIT

- ◆ `EXCIT`

Ce mot clé facteur permet de décrire à chaque occurrence une charge (solllicitations et conditions aux limites), et éventuellement un coefficient multiplicateur et/ou un type de charge.

Ce mot-clé est utile pour produire la matrice des conditions limites dualisées de Dirichlet qui sera intégrée dans le `matr_elem` produit par le calcul de la matrice tangente.

3.4.1 Opérandes CHARGE

- ◆ `CHARGE : chi`

`chi` est le chargement mécanique (comportant éventuellement l'évolution d'un champ de température) précisé à la *i*^{ème} occurrence de `EXCIT`.

3.4.2 Opérande FONC_MULT

- ◇ `FONC_MULT : fi`

`fi` est la fonction du temps multiplicatrice du chargement précisé à la *i*^{ème} occurrence de `EXCIT`.

Le chargement et les conditions aux limites pour *n* occurrences du mot clé facteur `EXCIT` sont :

$$ch = \sum_{i=1}^n f_i \cdot ch_i$$

Pour les conditions de Dirichlet, bien entendu, seule la valeur imposée est multipliée par `fi`.

Par défaut : `fi=1`.

3.5 Opérande OPTION

- ◆ `OPTION = /'COMPORTEMENT' [default]
/'MATR_TANG_ELEM'
/'FORC_INT_ELEM'
/'FORC_NODA_ELEM'`

Permet de spécifier ce que l'on calcule :

- `'COMPORTEMENT'` intègre la loi de comportement et produit donc trois objets : `cham_elem` des contraintes, `cham_elem` des variables internes et un `cham_elem` comportant le code retour de la loi de comportement.

- 'MATR_TANG_ELEM' calcule la matrice tangente cohérente (FULL_MECA dans le langage Aster) et produit donc quatre objets : `cham_elem` des contraintes, `cham_elem` des variables internes, un `cham_elem` comportant le code retour de la loi de comportement et un `matr_elem` des matrices élémentaires tangentes.
- 'FORC_INT_ELEM' calcule le vecteur des forces internes après intégration de la loi de comportement (RAPH_MECA dans le langage Aster) et produit donc quatre objets : `cham_elem` des contraintes, `cham_elem` des variables internes, un `cham_elem` comportant le code retour de la loi de comportement et un `vect_elem` des vecteurs élémentaires des forces internes.
- 'FORC_NODA_ELEM' calcule le vecteur des forces nodales à partir des contraintes aux points de Gauss et produit un `vect_elem` des vecteurs élémentaires des forces nodales.

3.6 Mot clé INCREMENT

◆ INCREMENT

Définit les intervalles de temps pris dans la méthode incrémentale.

Les instants ainsi définis n'ont de sens physique que pour des relations de comportement où le temps intervient explicitement (visco-élastiques ou visco-plastiques par exemple). Dans les autres cas, ils permettent seulement d'indicer les incréments de charge et de paramétrer l'évolution d'un éventuel champ de température.

3.6.1 Opérande LIST_INST

◆ LIST_INST = `litps`

Les instants de calcul sont ceux définis dans le concept `litps` par l'opérateur `DEFI_LIST_REEL` [U4.34.01].

3.6.2 Opérandes NUME_ORDRE

◆ NUME_ORDRE = `nume`

Permet de définir le numéro d'ordre (et donc l'instant) pour lesquelles seront calculées les grandeurs dans la `table_container`.

3.7 Mot clé TABLE

◆ TABLE

Permet d'introduire une `table_container` non-vide pour compléter (avec le numéro d'ordre adéquat) avec les nouveaux concepts calculés dans l'opérande `CALCUL`.

Si la table contient déjà des champs pour le numéro d'ordre réclamé par le mot-clef `INCREMENT/NUME_ORDRE`, ces champs sont écrasés et une alarme est émise pour prévenir l'utilisateur.

3.8 Mot clés DEPL/INC_DEPL/SIGM/VARI

◆ DEPL	=	<code>depl</code> ,	[<code>cham_no</code>],
◆ INCR_DEPL	=	<code>incdepl</code> ,	[<code>cham_no</code>],
◆ SIGM	=	<code>sigm</code> ,	[<code>cham_elem</code>],
◆ VARI	=	<code>vari</code> ,	[<code>cham_elem</code>],

Permet d'introduire des champs d'entrées pour calculer les différents champs par la commande `CALCUL` :

- `DEPL` donne un champ de déplacement
- `INCR_DEPL` est l'incrément du champ de déplacement depuis le début du pas de temps
- `SIGM` donne un champ de contraintes

•VARI donne un champ de variables internes

Remarque : il faut veiller à être cohérent entre le comportement demandé par COMP_INCR et la taille du champ des variables internes.

3.9 Opérande INFO

◊ INFO = inf

Permet d'effectuer dans le fichier message diverses impressions intermédiaires.

4 Usage de CALCUL et des table_container

CALCUL ne produit qu'une table_container dans laquelle est stockée pour chaque numéro d'ordre un ou plusieurs champs (contraintes, variables internes, vecteurs élémentaires des forces internes, matrices élémentaires de la matrice tangente).

Pour extraire ces champs, il convient d'utiliser la commande EXTR_TABLE. Par exemple, si l'on veut le champ des contraintes issu de la commande CALCUL, on fera :

```
CONT=CALCUL (OPTION=( 'COMPOTEMENT', 'FORC_INT_ELEM', 'MATR_TANG_ELEM' ),
             MODELE=MO,
             CHAM_MATER=CHMAT,
             INCREMENT=_F (LIST_INST=LIST,
                           NUME_ORDRE=1),
             EXCIT=_F (CHARGE=CHARGE),
             DEPL=U,
             INCR_DEPL=DU,
             SIGM=SIGP,
             VARI=VARIP,
             COMP_INCR=_F (RELATION='VMIS_ISOT_LINE',),
             INFO=2,);

SIGM=EXTR_TABLE (TYPE_RESU='CHAM_GD_SDASTER',
                 TABLE=CONT,
                 NOM_PARA='NOM_SD',
                 FILTRE=_F (NOM_PARA='NOM_OBJET',
                           VALE_K='SIEF_ELGA'),)
```

Pour calculer le second membre des forces extérieures ou d'autres quantités (comme les matrices masses), on peut utiliser les commandes CALC_VECT_ELEM ou CALC_MATR_ELEM.

Les matr_elem ou les vect_elem peuvent être assemblés via les commandes ASSE_VECTEUR et ASSE_MATRICE.

Il convient de noter que les MATR_ELEM de rigidité produits par CALCUL contiennent aussi la contribution issue de la dualisation des conditions limites de Dirichlet (EXCIT).

Un exemple d'usage de CALCUL est disponible dans le cas-test pynl01a.