

Structure de Données `sd_ligrel` et `sd_modele`

Résumé :

La structure de donnée `sd_modele` représente le résultat de l'affectation d'éléments finis sur les mailles d'un maillage.

Une structure de donnée `sd_ligrel` est une liste de groupes d'éléments finis de même type.

Remarque : La `sd_modele` n'est pas la seule structure de données pouvant contenir un `sd_ligrel`.

Table des Matières

1 Les structures de données en quelques mots.....	3
2 Arborescences.....	4
3 Contenu des objets JEVEUX du sd_ligrel.....	5
3.1 Objet '.LGRF'.....	5
3.2 Objet '.NBNO'.....	5
3.3 Objet '.PRNM'.....	5
3.4 Objet '.LIEL'.....	5
3.5 Objet '.REPE'.....	6
3.6 Objet '.SSSA'.....	6
3.7 Objet '.NEMA'.....	7
3.8 Objet '.PRNS'.....	7
3.9 Objet '.LGNS'.....	8
3.10 Remarque sur les objets redondants de la sd_ligrel.....	8
4 Contenu des objets JEVEUX du sd_modele.....	9
4.1 Objet '.MAILLE'.....	9
4.2 Objet '.NOEUD'.....	9
4.3 Objet '.PARTIT'.....	9
5 Exemples.....	10
5.1 SD sd_modele.....	10
5.2 SD sd_ligrel (charge).....	10

1 Les structures de données en quelques mots

En résumé :

- un `sd_ligrel` contient un ensemble d'éléments finis et / ou de sous-structures statiques. Un élément fini étant le couple formé d'une maille (maille du maillage ou maille « tardive ») et d'un type d'élément fini (`type_elem`),
- un `sd_ligrel` peut contenir des sous-structures statiques : "activation" de super-maillages du `sd_maillage` [D4.06.01 §2]. Si un `sd_ligrel` ne contient pas d'éléments finis, alors il doit contenir des sous-structures.
- les mailles supportant les éléments finis peuvent être des mailles du maillage ou des mailles supplémentaires (ou tardives),
- un `sd_modele` contient un `sd_ligrel` ; mais il peut aussi exister un `sd_ligrel` dans d'autres SD ; par exemple dans une `sd_char_meca` [D4.06.04],
- pour permettre le parallélisme des calculs élémentaires et des assemblages, on s'arrange pour que l'on puisse, en général, « remonter » d'un `sd_ligrel` jusqu'à un `sd_modele` (qui contient la `sd_partition`).
- dans un `sd_ligrel`, une maille du maillage ne peut porter qu'un élément fini au plus (objet `.REPE`),
- dans un `sd_modele`, un nœud du maillage ne peut supporter qu'un élément fini au plus (objet `.NOEU`). La possibilité d'affecter des éléments finis sur des nœuds rend impossible l'utilisation des `cham_elem_s` ; il faut donc éviter cet usage le plus possible.
- à un `sd_ligrel` est associé un PHENOMENE et un seul : 'MECANIQUE', 'THERMIQUE', ...
- à chaque PHENOMENE est associé un mode_local particulier : 'DDL_MECA', 'DDL_THER' ou 'DDL_ACOU'. Ce mode_local détermine (via le catalogue des `type_element`) les ddl des éléments finis du `sd_ligrel` (objets `.PRNM` et `.PRNS`),
- un `sd_ligrel` (comme un `sd_modele`) est toujours associé à un `sd_maillage`.

2 Arborescences

```

sd_ligrel      (K19)      .:=record

(o)      '.NBNO' :      OJB      S      V      I
(o)      '.LGRF' :      OJB      S      V      K8      long=2
(o)      '.PRNM':      OJB      S      V      I

| % si le sd_ligrel contient des éléments finis
(o)      '.LIEL':      OJB      XC      V      I      NU()

(f) % si le sd_ligrel contient des éléments sur des mailles du
      maillage :
      '.REPE':      OJB      S      V      I

(f) % si le sd_ligrel contient des éléments sur des mailles
      tardives :
      '.NEMA':      OJB      XC      V      I      NU()

(f) % si le sd_ligrel contient des nœuds tardifs :
      '.PRNS':      OJB      S      V      I
      '.LGNS':      OJB      S      V      I

| % si le sd_ligrel contient des sous-structures statiques
(o)      '.SSSA :      OJB      S      V      I

| % si le sd_ligrel contient des éléments ayant besoin du voisinage
(o)      '.NVGE :      OJB      S      V      K16 (long=1)


sd_modele      (K8)      .:=record

(o)      '.MODELE' :      sd_ligrel

(f) % si le sd_modele contient des éléments finis :
      '.MAILLE' :      OJB      S      V      I
      '.NOEUD' :      OJB      S      V      I

(f) % si le sd_modele provient de la commande MODI_MODELE_XFEM :
      '$VIDE' :      sd_modele_XFEM

(f) % si l'utilisateur souhaite des calculs élémentaires parallèles :
      '.PARTIT' :      OJB      S      V      K8

```

3 Contenu des objets JEVEUX du *sd_ligrel*

3.1 Objet '*.LGRF*'

'.LGRF' : S V K8 (long=2)

V(1) : nom du maillage associé au *sd_ligrel*.

V(2) : nom de la *sd_modele* permettant d'accéder à une *sd_partition* (parallélisme des calculs élémentaires). Si cette information est manquante, on ne peut pas paralléliser les calculs élémentaires (ni les assemblages).

L'attribut '*DOCU*' de cet objet contient : '*MECA*'/'*THER*'/'*ACOU*'. Cette information permet de déterminer les ddls portés par les nœuds (objets *.PRNM* et *.PRNS*)

3.2 Objet '*.NBNO*'

'.NBNO' : S V I (long=1)

Contient le nombre de nœuds tardifs du *sd_ligrel*

3.3 Objet '*.PRNM*'

'.PRNM' : S V I

Cet objet décrit les degrés de libertés portés par les nœuds du *sd_ligrel*. Il tient compte des degrés de libertés apportés par les éléments finis et de ceux apportés par les sous-structures.

Soit :

$V = .PRNM$

nbno = nombre de nœuds du maillage

nec = nombre d'entiers codés nécessaires à la grandeur fondamentale associée au

sd_ligrel $nec = (\text{nombre de CMP (grandeur fondamentale)} / 30) + 1$

pour $i = 1, nbno$:

$V(nec*(i-1)+1)$	1 ^{er} entier codé du nœud i
$V(nec*(i-1)+2)$	2 ^{ème} entier codé du nœud i
...	
$V(nec*(i-1)+nec)$	dernier entier codé du nœud i

3.4 Objet '*.LIEL*'

'.LIEL' : XC V I NU()

La collection *.LIEL* contient les numéros des mailles supportant des éléments finis. Les éléments sont regroupés par groupes d'éléments de même type (*GREL*) [D0.04.02]. Un objet de la collection correspond à un *GREL*.

Soit i le $i^{\text{ème}}$ GREL du SD_LIGREL

```
V = .LIEL(i)
n = LONG(V) = 1+nbre de mailles du  $i^{\text{ème}}$  GREL
```

V(1)	numéro de la maille associée au 1 ^{er} élément du GREL
V(2)	numéro de la maille associée au 2 ^{ème} élément du GREL
...	
V(n-1)	numéro de la maille associée au dernier élément du GREL
V(n)	numéro du type d'élément associé au GREL i (objet &CATA.TE.NOMTE [D4.04.01])

Conventions importantes :

- si la maille est une maille du maillage son numéro est stocké tel quel.
- si la maille est une maille tardive, son numéro est stocké avec le signe moins (cf. objet .NEMA),
- le nombre de GREL d'un sd_ligrel vaut : NUITOC(' .LIEL') (Attention : la collection peut être sur-dimensionnée : NMAXOC $\geq$ NUTIOC)

3.5 Objet ' .REPE '

' .REPE ' : S V I

Soit

```
V = ' .REPE '
nbma = nombre de mailles du maillage associé au sd_ligrel LONG(V) = 2*nbma

pour i = 1, nbma
    V(2(i-1)+1) : numéro du GREL associé à la maille  $i$  du maillage
    V(2(i-1)+2) : position dans le GREL de la maille  $i$  du maillage
```

Cet objet est l'“inverse” de l'objet .LIEL pour ce qui concerne les mailles du maillage

Si i est une maille non affectée : $V(2(i-1)+1) = V(2(i-1)+2) = 0$

3.6 Objet ' .NVGE '

' .NVGE ' : S V K16 (long=1)

V(1) : nom de la sd_voisinage affectée au ligrel

3.7 Objet ' .SSSA '

' .SSSA ' : S V I

Soit :

```
V = ' .SSSA '
```

```
nb_sm = nombre de super-mailles du maillage
LONG(V) = nb_sm + 3
```

$V(i=1, nbsm)$	/ 1 si la super-maille i est affectée (sous-structuration "active") / 0 sinon
$V(nbsm+1)$	nombre de super-mailles du maillage
$V(nbsm+2)$	nombre de sous-structures actives
$V(nbsm+3)$	nombre de nœuds de Lagrange du maillage

Remarque :

$V(nb_sm+1)$ et $V(nb_sm+3)$ ne doivent plus être utilisés, l'information existant déjà dans le maillage (objet . DIME).

3.8 Objet '.NEMA'

'.NEMA' : XC V I NU

Cette collection décrit les mailles tardives du *sd_ligrel*.

Il existe un objet de collection par maille tardive.

Attention :

Cette collection est peut être sur-dimensionnée. Le nombre réel de mailles tardives est obtenu par *NUTIOC (.NEMA)*.

Soit :

$nbmas$ = nombre de mailles tardives du *sd_ligrel*
 $nbmas = NUTIOC(.NEMA)$

pour $i = 1, nbmas$

$V = .NEMA(i)$
 $n = LONG(V) = (\text{nombre de nœuds de la maille}) + 1$

$V(1)$	numéro du 1 ^{er} nœud de la maille i
$V(2)$	numéro du 2 ^{ème} nœud de la maille i
...	
$V(n-1)$	numéro du dernier nœud de la maille i
$V(n)$	numéro du type de la maille i

Si le numéro d'un nœud est négatif, c'est l'opposé du numéro d'un nœud tardif du *sd_ligrel* (cf. objet . NBNO).

3.9 Objet '.PRNS'

'.PRNS' : S V I

Cet objet décrit les ddl portés par les nœuds tardifs du *sd_ligrel*.

Soit :

$V = .PRNS$
 $nbnos$ = nombre de nœuds tardifs du *sd_ligrel*

nec = nombre d'entiers codés nécessaires à la grandeur fondamentale associée au *sd_ligrel*
 $nec = (\text{nombre de CMP (grandeur fondamentale)} / 30) + 1$

pour *i* = 1, *nbnos* :

$V(nec * (i-1) + 1)$	1 ^{er} entier codé du nœud <i>i</i>
$V(nec * (i-1) + 2)$	2 ^{ème} entier codé du nœud <i>i</i>
...	
$V(nec * (i-1) + nec)$	dernier entier codé du nœud <i>i</i>

Le "petit" morceau de *.PRNS* concernant le nœud *i* est ce que l'on appelle un Descripteur-Grandeur [D4.06.05].

3.10 Objet '*.LGNS*'

'.LGNS' : S V I

La longueur de ce vecteur est supérieure au nombre de nœuds tardifs du *sd_ligrel* (l'objet est sur-dimensionné).

V (INO) : nombre indiquant comment le nœud tardif de Lagrange *INO* doit être numéroté (voir *sd_num_dcl*).

<i>V (INO)</i> : 0	le nœud <i>INO</i> n'est pas un nœud de Lagrange
<i>V (INO)</i> : +1	le nœud <i>INO</i> est un nœud de Lagrange de type "1". Il doit être numéroté avant les <i>ddl</i> s physiques qu'il contraint.
<i>V (INO)</i> : -2	le nœud <i>INO</i> est un nœud de Lagrange de type "2". Il doit être numéroté après les <i>ddl</i> s physiques qu'il contraint.
<i>V (INO)</i> : -1	le nœud <i>INO</i> est un nœud de Lagrange de type "1". Il doit être numéroté après les <i>ddl</i> s physiques qu'il contraint.
<i>V (INO)</i> : +2	le nœud <i>INO</i> est un nœud de Lagrange de type "2". Il doit être numéroté avant les <i>ddl</i> s physiques qu'il contraint.

3.11 Remarque sur les objets redondants de la *sd_ligrel*

Certains objets de la *sd_ligrel* peuvent se déduire d'autres objets. Cette information redondante a pour but d'accélérer certains traitements (du point de vue du temps CPU).

L'objet *.REPE* peut se déduire de *.LIEL* Les objets *.PRNM* et *.PRNS* peuvent se déduire de *.LIEL*, *.SSSA* et *.LGRF*

La routine *cormgi.f* permet de calculer *.REPE* La routine *initel.f* permet de calculer *.PRNM* et *.PRNS*.

4 Contenu des objets JEVEUX du sd_modele

4.1 Objet '.MAILLE'

'.MAILLE' : S V I

Soit $V = \text{'}.MAILLE'$

$LONG(V) = \text{nombre de mailles du maillage} = nbma$

pour $i = 1, nbma$

$V(i)$: numéro du type d'élément porté par la maille i
(= 0 si la maille n'est pas affectée par un élément fini)

4.2 Objet '.NOEUD'

'.NOEUD' : S V I

Soit $V = \text{'}.NOEUD'$

$LONG(V) = \text{nombre de nœuds du maillage} = nbno$

pour $i = 1, nbno$

$V(i)$: numéro du type d'élément porté par le nœud i
(= 0 si le nœud n'est pas affecté par un élément fini)

Remarque :

Un nœud ne "porte" pas réellement d'élément fini. Mais pour simplifier le travail de l'utilisateur, la commande `AFFE_MODELE` permet d'affecter des éléments finis "ponctuels" sur des nœuds du maillage. Cela évite à l'utilisateur de penser à créer des mailles `POI1` dans son maillage. Cette possibilité n'est cependant pas préconisée ; en effet, un tel modèle ne pourra pas faire l'objet de calcul non linéaire (en général).

Dans ce cas, l'élément ponctuel est porté par une maille tardive de type `POI1` créée par `AFFE_MODELE`.

4.3 Objet '.PARTIT'

'.PARTIT' : S V K8 long = 1

$V(1)$: nom de la sd_partition décrivant le parallélisme des calculs élémentaires.

5 Exemples

5.1 SD sd_modele

```
MOTH=AFFE_MODELE( MAILLAGE=MAIL,
    AFFE=_F( TOUT = 'OUI', MODELISATION = 'AXIS', PHENOMENE =
    'THERMIQUE'))
```

produit :

```
-----
IMPRESSION SEGMENT DE VALEURS >MOTH      .MAILLE      <
    1 -          289          289          300          300          300
-----
IMPRESSION DE LA COLLECTION : MOTH      .MODELE      .LIEL
IMPRESSION OBJET DE COLLECTION CONTIGUE>MOTH      .MODELE      .LIEL<  OC :      1
    1 -          1          2          289
IMPRESSION OBJET DE COLLECTION CONTIGUE>MOTH      .MODELE      .LIEL<  OC :      2
    1 -          3          4          5          300
-----
IMPRESSION SEGMENT DE VALEURS >MOTH      .MODELE      .NBNO      <
    1 -          0
-----
IMPRESSION SEGMENT DE VALEURS >MOTH      .MODELE      .LGRF      <
    1 - >MAIL      <
-----
IMPRESSION SEGMENT DE VALEURS >MOTH      .MODELE      .PRNM      <
    1 -          2          2          2          2          2
    6 -          2          0          0          0          0
...
    41 -          0          0          2          2          0
    46 -          0          0          0          0          0
    51 -          0          0          0          0          0
    56 -          0          0          0          0          0
    61 -          0          0          0          0          0
-----
IMPRESSION SEGMENT DE VALEURS >MOTH      .MODELE      .REPE      <
    1 -          1          1          1          2          2
    6 -          1          2          2          2          3
-----
IMPRESSION SEGMENT DE VALEURS >MOTH      .NOEUD      <
    1 -          0          0          0          0          0
    6 -          0          0          0          0          0
...
    56 -          0          0          0          0          0
    61 -          0          0          0          0          0
-----
```

5.2 SD sd_ligrel (charge)

```
CHTH=AFFE_CHAR_THER( MODELE=MOTH,
    TEMP_IMPO=_F( NOEUD = 'N4', TEMP = 100.0) )
```

produit :

```
-----
IMPRESSION SEGMENT DE VALEURS >CHTH      .CHTH.LIGRE.LGNS      <
    1 -          1          -2          0          0          0
-----
```

6 -	0	0	0			

IMPRESSION DE LA COLLECTION : CHTH .CHTH.LIGRE.LIEL						
IMPRESSION OBJET DE COLLECTION CONTIGUE>CHTH .CHTH.LIGRE.LIEL< OC : 1						
1 -	-1	92				

IMPRESSION SEGMENT DE VALEURS >CHTH .CHTH.LIGRE.NBNO <						
1 -	2					

IMPRESSION DE LA COLLECTION : CHTH .CHTH.LIGRE.NEMA						
IMPRESSION OBJET DE COLLECTION CONTIGUE>CHTH .CHTH.LIGRE.NEMA< OC : 1						
1 -	4	-1	-2	4		

IMPRESSION SEGMENT DE VALEURS >CHTH .CHTH.LIGRE.LGRF <						
1 -	>MAIL	<				

IMPRESSION SEGMENT DE VALEURS >CHTH .CHTH.LIGRE.PRNM <						
1 -	0	0	0	2	0	
6 -	0	0	0	0	0	
...						
61 -	0	0	0			

IMPRESSION SEGMENT DE VALEURS >CHTH .CHTH.LIGRE.PRNS <						
1 -	16	16				
