
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 '.NVGE'.....	6
3.7 Objet '.SSSA'.....	6
3.8 Objet '.NEMA'.....	7
3.9 Objet '.PRNS'.....	7
3.10 Objet '.LGNS'.....	8
3.11 Remarque sur les objets redondants de la sd_ligrel.....	8
4 Contenu des objets JEVEUX du sd_modele.....	10
4.1 Objet '.MAILLE'.....	10
4.2 Objet '.PARTIT'.....	10
4.3 Objet '.XFEM'.....	10
5 Exemples.....	11
5.1 SD sd_modele.....	11
5.2 SD sd_ligrel (charge).....	11

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`),
- 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 dds 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

(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+nombre de mailles du ième GREL
```

V(1)	numéro de la maille associée au 1 ^{er} élément du <code>GREL</code>
V(2)	numéro de la maille associée au 2 ^{ème} élément du <code>GREL</code>
...	
V(n-1)	numéro de la maille associée au dernier élément du <code>GREL</code>
V(n)	numéro du type d'élément associé au <code>GREL</code> i (objet <code>&CATA.TE.NOMTE</code> [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 ≥ 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-maillages 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-maillages 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) = (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 ddls 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 = (nombre de CMP (grandeur fondamentale) / 30) + 1
```

pour $i = 1, \text{nbnos}$:

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

$V(\text{INO})$: nombre indiquant comment le nœud tardif de Lagrange INO doit être numéroté (voir *sd_num_ddd*).

$V(\text{INO}) : 0$	le nœud INO n'est pas un nœud de Lagrange
$V(\text{INO}) : +1$	le nœud INO est un nœud de Lagrange de type "1". Il doit être numéroté avant les ddls physiques qu'il contraint.
$V(\text{INO}) : -2$	le nœud INO est un nœud de Lagrange de type "2". Il doit être numéroté après les ddls physiques qu'il contraint.
$V(\text{INO}) : -1$	le nœud INO est un nœud de Lagrange de type "1". Il doit être numéroté après les ddls physiques qu'il contraint.
$V(\text{INO}) : +2$	le nœud INO est un nœud de Lagrange de type "2". Il doit être numéroté avant les ddls 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 $V = \text{'}.MAILLE\text{'}$

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

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 '*.PARTIT*'

.PARTIT : S V K8 long = 1

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

4.3 Objet '*.XFEM*'

.XFEM : S V K8 long = 1

$V(1)$: nom des pré-traitements X-FEM (pré-conditionneur) requis ; cette est information disponible dans la *sd_modele_xfem*.

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  
-----
```

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          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  
-----
```