

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.....	9
4.1 Objet '.MAILLE'.....	9
4.2 Objet '.NOEUD'.....	9
4.3 Objet '.PARTIT'.....	9
4.4 Objet '.XFEM'.....	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 ddl's 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  $i^{\text{ème}}$  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) = (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` = (nombre de CMP (grandeur fondamentale) / 30) + 1

pour `i` = 1, `nbnos` :

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

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_numd_ddl`).

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

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

pour $i = 1, \text{nbma}$

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

4.2 Objet `'NOEUD'`

`'NOEUD' : S V I`

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

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

pour $i = 1, \text{nbno}$

$V(i) : \text{numéro du type d'élément porté par le nœud } i$
(= 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`

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

4.4 Objet `'XFEM'`

`'XFEM' : S V K8 long = 1`

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

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
-----
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
-----
```