

## Structures de données sd\_maillage, sd\_voisinage, sd\_squelette et sd\_grille

---

## Table des matières

---

<a href="#">1 Généralités.....</a>	<a href="#">3</a>
<a href="#">2 Arborescence des Structures de Données.....</a>	<a href="#">3</a>
<a href="#">3 Contenu des objets jeux.....</a>	<a href="#">4</a>
<a href="#">3.1 Objet .DIME.....</a>	<a href="#">4</a>
<a href="#">3.2 Objet .NOMNOE.....</a>	<a href="#">5</a>
<a href="#">3.3 Objet .GROUPENO.....</a>	<a href="#">5</a>
<a href="#">3.4 Objet .PTRNOMNOE.....</a>	<a href="#">5</a>
<a href="#">3.5 Objet .NOMMAIL.....</a>	<a href="#">5</a>
<a href="#">3.6 Objet .TYPMAIL.....</a>	<a href="#">5</a>
<a href="#">3.7 Objet .CONNEX.....</a>	<a href="#">6</a>
<a href="#">3.8 Objet .GROUPEMA.....</a>	<a href="#">6</a>
<a href="#">3.9 Objet .PTRNOMMAI.....</a>	<a href="#">6</a>
<a href="#">3.10 Objets .NOMACR, .PARA_R, .SUPMAIL et .TYPL.....</a>	<a href="#">6</a>
<a href="#">3.11 Objet .ADAPTATION.....</a>	<a href="#">8</a>
<a href="#">3.12 Objet (11).FORM.....</a>	<a href="#">8</a>
<a href="#">3.13 Objets .MAOR, .CRMA et .CRNO.....</a>	<a href="#">8</a>
<a href="#">3.14 Objets .PTVOIS et .ELVOIS.....</a>	<a href="#">8</a>
<a href="#">3.15 Objets '.PATCH', '.CONOPA', '.COMAPA'.....</a>	<a href="#">9</a>
<a href="#">4 Spécificité de la structure de données squelette.....</a>	<a href="#">9</a>
<a href="#">5 Spécificité de la structure de données grille.....</a>	<a href="#">10</a>

## 1 Généralités

Un maillage (ou `sd_maillage`) est un ensemble de mailles de types pré-définis : `HEXA8`, `TRIA3`, ...

Ces mailles sont définies par une liste de nœuds qui ont des coordonnées. Ce sont ces nœuds qui connectent les mailles entre elles. L'ensemble des coordonnées des nœuds du maillage forme un champ aux nœuds de la grandeur "géométrie" (`cham_no/GEOM_R`).

Un maillage peut contenir également des groupes de mailles et des groupes de nœuds nommés. Ces groupes sont quelconques : une maille (par exemple) peut appartenir à  $0, 1, 2, \dots, n$  groupes.

Signalons que pour la sous-structuration statique, un maillage peut contenir des super-mailles (mailles ayant un nombre quelconque de nœuds).

Lorsque le maillage est formé d'éléments linéiques formant une ligne continue, il peut contenir une carte contenant pour chaque maille l'abscisse curviligne de chaque nœud de la maille.

Un squelette (ou `sd_squelette`) est un maillage de visualisation des résultats pour des sous-structures dynamiques. C'est un maillage avec quelques objets en plus.

Une grille (ou `sd_grille`) est un cas particulier de maillage pour lequel tous les nœuds sont alignés selon les directions d'une base locale.

Si le maillage est obtenu après un découpage de type Local Average Contact (LAC), alors `sd_maillage` contient 3 objets supplémentaires : `.PATCH`, `.CONOPA`, `.COMAPA`.

## 2 Arborescence des Structures de Données

```
sd_maillage (K8) ::= record

  (o) '.DIME'      : OJB      S      V      I
      '.NOMNOE'   : OJB      S      N      K8
      '.COORDO'   : sd_cham_no(GEOM_R)

  (f) '.GROUPENO' : OJB      XD     V      I      NO()
  (f) '.PTRNOMNOE': OJB      S      N      K24

  % si le maillage contient des mailles :
  |   (o) '.NOMMAI' : OJB      S      N      K8
      '.TYPMAIL'   : OJB      S      V      I
      '.CONNEX'    : OJB      XC     V      I      NU()

      (f) '.GROUPEMA' : OJB      XD     V      I      NO()
      (f) '.PTRNOMMAI': OJB      S      N      K24

  % si le maillage contient des super-mailles (sous-structuration statique) :
  |   (o) '.NOMACR' : OJB      S      V      K8
      '.PARA_R'    : OJB      S      V      R
      '.SUPMAIL'   : OJB      XD     V      I      NO()
      (f) '.TYPL'   : OJB      S      V      I

  % si le maillage a été obtenu par CREA_MAILLAGE / RESTREINT :
  |   (o) '.MAOR'   : OJB      S      V      K8      long=1
      '.CRNO'      : OJB      S      V      I
      '.CRMA'      : OJB      S      V      I
```

% si le maillage contient une carte d'abscisse curviligne :

(f) '.ABS\_CURV' : sd\_carte(ABSC\_R)

% si le maillage a été raffiné par Homard :

(f) '.ADAPTATION' : OJB S V I LONG=1

% si le maillage a été lu au format 'MED' :

(f) '(11).FORM' : OJB S V K32 LONG=2

% si le maillage a été obtenu par CREA\_MAILLAGE / DECOUPE\_LAC :

| (o) '.PATCH' : OJB XC V I  
' .CONOPA' : OJB S V I  
' .COMAPA' : OJB S V I  
' .PTRNOMPAT' : OJB S V K24

**sd\_voisinage** (K12) ::= record

(o) 'PTVOIS' : OJB V I  
(o) 'ELVOIS' : OJB V I

**sd\_squelette** (K8) ::= record

(o) '\$vide' : sd\_maillage  
(f) '.INV.SKELETON' : OJB V I  
(f) '.CORRES' : OJB V I  
(f) '(9).NOMSST' : OJB V K24

% si DEFI\_SQUELETTE / MAILLAGE :

(f) '.ANGL\_NAUT' : OJB V R dim = 3  
' .TRANS' : OJB V R dim = 3

**sd\_grille** (K8) ::= record

(o) '\$vide' : sd\_maillage  
(o) '.GRLI' : OJB V I  
(o) '.GRLR' : OJB V R

## 3 Contenu des objets jeux

### 3.1 Objet .DIME

' .DIME' : S V I LONG = 6

V(1) : nb\_no : nombre de nœuds physiques du maillage  
V(2) : nb\_nl : nombre de nœuds de Lagrange du maillage  
nb\_nl > 0 : il existe des super-maillages : sous-structuration statique ( sss )  
V(3) : nb\_ma : nombre de mailles du maillage  
V(4) : nb\_sm : nombre de super-maillages du maillage  
nb\_sm > 0 : sous-structuration statique  
V(5) : nb\_sm\_mx : majorant du nombre de super-maillages  
V(6) : dim\_coor : /2 (si maillage 2D)  
/3 (si maillage 3D)

## 3.2 Objet .NOMNOE

' .NOMNOE ' : S N K8 LONG = nb\_no

C'est le pointeur de noms donnant la correspondance :

nom\_de\_nœud ↔ numéro\_de\_nœud

## 3.3 Objet .GROUPENO

' .GROUPENO ' : XD V I NO() VARI NB\_OJB = nb\_gno

- nombre de group\_no nb\_gno = NUTIOC ('.GROUPENO')

Soit  $V = \text{' .GROUPENO ' (nom\_gno)}$

nb\_no\_gno = nombre de nœuds de nom\_gno = LONUTI (V)

pour  $i = 1, \text{nb\_no\_gno}$

$V(i)$  : numéro du  $i^{\text{ème}}$  nœud de nom\_gno

### **Remarque importante :**

*Un group\_no peut être vide (0 nœud). Un groupe vide est représenté par un vecteur de LONMAX=1 et LONUTI=0. Quand on veut savoir le nombre de d'éléments d'un groupe, il faut donc utiliser JELIRA/LONUTI. Quand on crée un groupe, il faut penser à renseigner (JEECRA) les deux attributs (LONMAX et LONUTI).*

### **Attention :**

*Le nombre de group\_no d'un maillage peut changer : on peut modifier un maillage (commande DEFI\_GROUP) pour lui ajouter des group\_no.*

## 3.4 Objet .PTRNOMNOE

' .PTRNOMNOE ' : S N K24 LONG = nb\_grno

C'est le pointeur de nom externe servant à stocker les noms de groupes de nœuds.

## 3.5 Objet .NOMMAIL

' .NOMMAI ' : S V K8 LONG = nb\_ma

C'est le pointeur de noms donnant la correspondance :

nom\_de\_maille ↔ numero\_de\_maille

## 3.6 Objet .TYPMAIL

' .TYPMAIL ' : S V I LONGB = nb\_ma

$V(\text{ima})$  : numéro du type de maille associé à la maille de numéro ima

- les types de maille sont définis dans le catalogue  
/compelem/type\_maille\_\_.cata :  
SEG2, TRIA3, QUAD4, ..., HEXA20
- les types de maille reconnus par Aster sont décrits dans [U3.01]

- la correspondance : nom\_de\_type\_de\_maille ↔ numero\_de\_type\_de\_maille est accessible par le pointeur de nom : '&CATA.TM.NOMTM' cf. [D4.04.01].

## 3.7 Objet .CONNEX

' .CONNEX ' : XC V I NU ( ) NB\_OJB = nb\_ma

Soit  $v = \text{' .CONNEX '}$  (ima)

$V(1)$  : numéro du 1<sup>er</sup> nœud de la maille de numéro : ima

...

$V(n)$  : numéro du dernier nœud de la maille de numéro : ima

$n =$  nombre de nœuds de la maille ima = LONMAX (V)

Le nombre de nœuds d'une maille est toujours le nombre de nœuds associé au type de maille qui lui est attaché (voir objet '&CATA.TM.NBNO' [D4.04.01])

## 3.8 Objet .GROUPEMA

' .GROUPEMA ' : XD V I NO ( ) VARI NB\_OJB = nb\_gma

- nombre de group\_ma nb\_gma = NUTIOC (' .GROUPEMA ')

Soit  $v = \text{' .GROUPEMA '}$  (nom\_gma)

nb\_ma\_gma = nombre de mailles de nom\_gma = LONUTI (V)

pour  $i = 1, \text{nb\_ma\_gma}$

$V(i)$  : numéro de la  $i^{\text{ème}}$  maille de nom\_gma

### **Remarque importante :**

*Un group\_ma peut être vide (0 maille). Un groupe vide est représenté par un vecteur de LONMAX=1 et LONUTI=0. Quand on veut savoir le nombre de d'éléments d'un groupe, il faut donc utiliser JELIRA/LONUTI. Quand on crée un groupe, il faut penser à renseigner (JEECRA) les deux attributs (LONMAX et LONUTI).*

### **Attention :**

*Le nombre de GROUP\_MA d'un maillage peut changer : on peut modifier un maillage (commande DEFI\_GROUP) pour lui ajouter des group\_ma.*

## 3.9 Objet .PTRNOMMAI

' .PTRNOMMAI ' : S N K24 LONG = nb\_grma

C'est le pointeur de nom externe servant à stocker les noms de groupes de mailles.

## 3.10 Objets .NOMACR, .PARA\_R, .SUPMAIL et .TYPL

' .NOMACR ' : S V K8 LONG = nb\_sm

pour  $i = 1, nb\_sm$

V(i) : nom du MACR\_ELEM\_STAT associé à la super-maille  $i$

' .PARAM\_R' : S V R LONG = 14\*nb\_sm

pour  $i = 1, nb\_sm$  :

V(14\*(i-1)+1) : TX  
V(14\*(i-1)+2) : TY  
V(14\*(i-1)+3) : TZ  
V(14\*(i-1)+4) : alpha  
V(14\*(i-1)+5) : beta  
V(14\*(i-1)+6) : gamma  
V(14\*(i-1)+7) : PX  
V(14\*(i-1)+8) : PY  
V(14\*(i-1)+9) : PZ  
V(14\*(i-1)+13) : dmini  
V(14\*(i-1)+14) : dmaxi

- (TX, TY, TZ) sont les valeurs de translation de la transformation géométrique associée à la super-maille  $i$
- (alpha, beta, gamma) sont les angles nautiques (en radians) définissant la rotation de la transformation géométrique,
- (PX, PY, PZ) définit le centre de la rotation précédente.

Soit `macrost` le MACR\_ELEM\_STAT associé à la super-maille  $i$ , la position de la super-maille  $i$  est définie par isométrie des nœuds de `macrost`. L'isométrie est la composition dans l'ordre : rotation PUIS translation.

- `dmini` : distance minimale entre 2 nœuds de la maille  $i$ ,
- `dmaxi` : distance maximale entre 2 nœuds de la maille  $i$ .

' .SUPMAIL' : XD V I NO() VARI NB\_OJB = nb\_sm

Soit  $V =$  ' .SUPMAIL' (`nom_sma`)

$V$  est un vecteur contenant les numéros des nœuds de la super-maille `nom_sma`. Les nœuds d'une super-maille peuvent être de type "physique" ou de type "Lagrange".

Soit :

`inop` un numéro de nœud "physique" de la super-maille `nom_sma`  
`inol` un numéro de nœud "Lagrange" de la super-maille `nom_sma`  
 $1 \leq inop \leq nb\_no$   
 $nb\_no + 1 \leq inol \leq nb\_no + nb\_nl$

$V$  est une forme de recopie de l'objet ' .CONX' du MACR\_ELEM\_STAT [D4.08.01].

$V$  définit la connectivité des super-maillages.

Les super-maillages se "recollent" par des nœuds "physiques".

Les nœuds de "Lagrange" hérités des MACR\_ELEM\_STAT ne sont jamais communs à plusieurs super-maillages.

Nombre total de nœuds ("physique" + "Lagrange") de `nom_sma` = LONMAX ( $V$ )

Le pointeur de noms (interne) de l'objet '`.SUPMAIL`' donne la correspondance :

```
numero(super_maille) ↔ nom(super_maille)
```

```
'.TYPL' : S V I LONG = nb_nl
```

```
pour i = 1, nb_nl
```

```
V(i) : /-1 si le nœud de "Lagrange" i est de type "avant"  
      /-2 si le nœud de "Lagrange" i est de type "après"
```

## 3.11 Objet `.ADAPTATION`

```
'.ADAPTATION' : S V I LONG = 1
```

```
V(1) : niveau d'adaptation (par Homard) du maillage.
```

Ce niveau est 0 en général. Il n'est non nul que si le maillage a été raffiné par Homard. Cette information n'est utilisée que par Homard.

## 3.12 Objet (11) `.FORM`

```
'(11).FORM' : S V K32 LONG = 2
```

Cet objet n'existe que si le maillage a été lu au format '`MED`'

```
V(1) : 'MED'.
```

```
V(2) : nom du maillage MED.
```

## 3.13 Objets `.MAOR`, `.CRMA` et `.CRNO`

Ces objets n'existent que dans un maillage obtenu par la commande :

```
CREA_MAILLAGE / RESTREINT.
```

```
.MAOR(1) : contient le nom du maillage dont est issu le maillage (maillage « origine »).
```

L'objet `.CRMA` donne la correspondance entre les numéros des mailles du maillage origine et du maillage restreint :

```
.CRMA(ima_re) -> ima_orig
```

L'objet `.CRNO` donne la correspondance entre les numéros des nœuds du maillage origine et du maillage restreint :

```
.CRNO(ino_re) -> ino_orig
```

## 3.14 Objets `.PTVOIS` et `.ELVOIS`

Ces objets décrivent les voisins des mailles d'un maillage.

Chaque voisin (i.e. maille voisine) a un type :

```
3D PAR FACE      : F3 : 1  
2D PAR FACE      : F2 : 2  
3D PAR ARRETE    : A3 : 3  
2D PAR ARRETE    : A2 : 4  
1D PAR ARRETE    : A1 : 5  
3D PAR SOMMET    : S3 : 6  
2D PAR SOMMET    : S2 : 7
```



```
1D PAR SOMMET : S1 : 8  
0D PAR SOMMET : S0 : 9
```

On stocke dans les objets `.PTVOIS` et `.ELVOIS` :

Pour toute maille `M0` du maillage :

Nombre total de voisins `NVTOT`

Pour chaque voisin `MV` :

type du voisin

numéro de la maille

nombre de sommets communs entre `M0` et `MV` : `nso_com`

Pour `is = 1`, `nso_com` :

Numéro local dans `M0`

Numéro local dans `MV`

### 3.15 Objets `' .PATCH '`, `' .CONOPA '`, `' .COMAPA '`

Une macro-maille est un objet de la collection `' .PATCH '` et se caractérise par 3 objets : `' .CONOPA '`, `' .COMAPA '` et `' .PTRNOMPAT '`:

`' .PATCH '` : il s'agit d'une collection d'objets entiers contiguë à accès par numéro de patch de longueur variable

`' .CONOPA '` : il s'agit d'un objet vecteurs d'entiers permettant de créer la connectivité inverse d'un nœud à sa macro-maille.

`' .COMAPA '` : il s'agit d'un objet vecteurs d'entiers permettant de créer la connectivité inverse d'une maille à sa macro-maille.

`' .PTRNOMPAT '` : il s'agit d'un vecteurs de K24 permettant de relier le numéro du patch au nom du groupe de maille associé.

## 4 Spécificité de la structure de données squelette

Un squelette étant le maillage de restitution d'un calcul par sous-structuration, la structure de données squelette est calquée sur celle de la structure de données d'un maillage. On y retrouve tous les éléments décrits précédemment. On y ajoute l'objet `' .INV.SKELETON '` afin de préciser, pour chaque nœud du squelette, la sous-structure dont il fait partie à l'origine et à quel nœud de cette sous-structure il correspond :

Soit `nb_no` le nombre de nœuds du maillage inclu dans le squelette.

`' .INV.SKELETON '` : OJB V I LONG = 2 \* nb\_no

Soit `V = ' .INV.SKELETON '`

pour `i = 1 , nb_no`

`V(i)` : numéro de la sous-structure d'origine du nœud `i`

pour `i = nb_no + 1 , 2 * nb_no`

`V(i)` : numéro du nœud `i` dans sa sous-structure d'origine

Si le squelette a été obtenu à partir d'un squelette (`DEFI_SQUELETTE / RECO_GLOBAL`) :

'**.CORRES**' : OJB V I LONG = nb\_no-**nbmoi**

C'est un objet facultatif, il existe seulement lorsqu'on crée un squelette en modifiant un ancien (mot clé *SQUELETTE* est renseigné dans le catalogue de la commande). Dans ce cas, on va fusionner les nœuds des interfaces (toutes les interfaces ou seulement celles données par l'utilisateur) selon un critère indiqué derrière le mot-clé *CRITERE*. On effectue donc le «recollement». Ici **nbmoi** est le nombre de nœuds fusionnés aux interfaces dynamiques (n'existe plus dans le nouveau squelette).

Pour le nœud *ino* du squelette, *.CORRES(ino)* est le numéro du nœud du squelette initial (avant « recollement »).

'**.NOMSST**' : OJB V K8 LONG = nbss

Objet facultatif qui existe dans le cas d'un squelette dit « classique » (squelette initial lorsqu'on renseigne les sous-structures qui vont le former). Sa longueur est égale au nombre des sous-structures qui forment le squelette.

Il contient les noms des sous-structures qui forment le squelette.

**Remarque:**

Cet objet ne sert pas en dehors de la commande *DEFI\_SQUELETTE*. Néanmoins, il doit (malheureusement !) faire partie de la *sd\_squelette*. En effet, si l'on fait :

```
SQUEL1= DEFI_SQUELETTE(...)  
SQUEL2= DEFI_SQUELETTE(..., SQUELETTE=SQUEL1, ...)
```

L'objet *SQUEL1.NOMSST* sera utilisé pour construire *SQUEL2*.

Si le squelette a été obtenu à partir d'un maillage (*DEFI\_SQUELETTE* / *MAILLAGE*) :

'**.ANGL\_NAUT**' : V K8 LONG = 3

angles nautiques de la rotation du squelette par rapport au maillage dont il est issu.

'**.TRANS**' : V K8 LONG = 3

coordonnées du vecteur qui donne la translation du squelette par rapport au maillage dont il est issu.

## 5 Spécificité de la structure de données grille

La spécificité d'une grille est que ses nœuds sont alignés selon les directions d'une base locale de la grille. Ce type de maillage est utilisé avec des algorithmes basés sur des méthodes aux différences finies. En conséquence, la base locale  $(X_{loc}, Y_{loc}, Z_{loc})$ , la table de connexion des nœuds et la distance entre deux nœuds alignés de la grille doivent être stockés en ajoutant ces informations dans la *sd\_maillage*.

Soit *nb\_no* le nombre de nœuds du maillage qui forment la grille.

'**.GRLI**' : OJB V I LONG = 6\*nb\_no

Dans cet objet on stocke la table de connexion des nœuds de la grille.

Soit *V* = '**.GRLI**' :

pour *i* = 1 : *nb\_no*

$V(6*(i-1)+1)$  : nœud suivant le nœud  $i$  selon la direction du vecteur  $X_{loc}$   
 $V(6*(i-1)+2)$  : nœud précédent le nœud  $i$  selon la direction du vecteur  $X_{loc}$   
 $V(6*(i-1)+3)$  : nœud suivant le nœud  $i$  selon la direction du vecteur  $Y_{loc}$   
 $V(6*(i-1)+4)$  : nœud précédent le nœud  $i$  selon la direction du vecteur  $Y_{loc}$   
 $V(6*(i-1)+5)$  : nœud suivant le nœud  $i$  selon la direction du vecteur  $Z_{loc}$   
 $V(6*(i-1)+6)$  : nœud précédent le nœud  $i$  selon la direction du vecteur  $Z_{loc}$

Si le nœud  $i$  n'a pas de nœud suivant ou précédent dans l'une des trois directions, l'élément correspondant du vecteur  $V$  est mis à zéro. Dans ce cas le nœud  $i$  est sur la surface libre de la grille.

' .GRLR' : OJB V R LONG = 10+6\*nb\_no

Dans cet objet on stocke la longueur de la plus petite arête de la grille, la base locale  $(X_{loc}, Y_{loc}, Z_{loc})$  et la distance entre les nœuds connectés de la grille.

Soit  $W = '.GRLR'$

$W(1)$  : longueur de la plus petite arête de la grille

$W(2)$  : composante  $X$  du premier vecteur  $X_{loc}$  de la base locale de la grille

$W(3)$  : composante  $Y$  du premier vecteur  $X_{loc}$  de la base locale de la grille

$W(4)$  : composante  $Z$  du premier vecteur  $X_{loc}$  de la base locale de la grille

$W(5)$  : composante  $X$  du deuxième vecteur  $Y_{loc}$  de la base locale de la grille

$W(6)$  : composante  $Y$  du deuxième vecteur  $Y_{loc}$  de la base locale de la grille

$W(7)$  : composante  $Z$  du deuxième vecteur  $Y_{loc}$  de la base locale de la grille

$W(8)$  : composante  $X$  du troisième vecteur  $Z_{loc}$  de la base locale de la grille

$W(9)$  : composante  $Y$  du troisième vecteur  $Z_{loc}$  de la base locale de la grille

$W(10)$  : composante  $Z$  du troisième vecteur  $Z_{loc}$  de la base locale de la grille

pour  $i = 1 : nb\_no$

$W(10+6*(i-1)+1)$  : valeur absolue de la distance entre le nœud  $i$  et le nœud  $V(6*(i-1)+1)$  suivant selon la direction du vecteur  $X_{loc}$

$W(10+6*(i-1)+2)$  : valeur absolue de la distance entre le nœud  $i$  et le nœud  $V(6*(i-1)+2)$  précédent selon la direction du vecteur  $X_{loc}$

$W(10+6*(i-1)+3)$  : valeur absolue de la distance entre le nœud  $i$  et le nœud  $V(6*(i-1)+3)$  suivant selon la direction du vecteur  $Y_{loc}$

$W(10+6*(i-1)+4)$  : valeur absolue de la distance entre le nœud  $i$  et le nœud  $V(6*(i-1)+4)$  précédent selon la direction du vecteur  $Y_{loc}$

$W(10+6*(i-1)+5)$  : valeur absolue de la distance entre le nœud  $i$  et le nœud  $V(6*(i-1)+5)$  suivant selon la direction du vecteur  $Z_{loc}$

$W(10+6*(i-1)+6)$  : valeur absolue de la distance entre le nœud  $i$  et le nœud  $V(6*(i-1)+6)$  précédent selon la direction du vecteur  $Z_{loc}$

Si le nœud  $i$  n'a pas de nœud suivant ou précédent dans l'une des trois directions, l'élément correspondant du vecteur  $W$  est mis à zéro. Dans ce cas le nœud  $i$  est sur la surface libre de la grille.