

Structure de données sd_compor

Résumé :

On décrit ici la structure de données `sd_compor` , résultant de l'appel à la commande `DEFI_COMPOR` . Son contenu varie suivant les 3 possibilités d'utilisation de la commande :

- MONOCRISTAL ;
- POLYCRISTRAL;
- MULTIFIBRE .

Table des Matières

1 La structure de données sd_compor pour les monocristaux.....	3
2 La structure de données sd_compor pour les polycristaux.....	4
3 La structure de données sd_compor pour les poutres multifibres.....	6
4 Exemples.....	7
4.1 Fichier de commandes pour MONOCRISTAL.....	7
4.2 Impression de la structure de données.....	7
4.3 Fichier de commandes pour POLYCRISTAL.....	7
4.4 Impression de la structure de données.....	8
4.5 Fichier de commandes pour MULTIFIBRE.....	8
4.6 Impression de la structure de données.....	9

1 La structure de données sd_compor pour les monocristaux

La commande `DEFI_COMPOR` permet de construire des comportements de monocristaux en 'kit' de la façon suivante : à une famille de système de glissement, on associe un matériau, une loi d'écoulement, un écrouissage isotrope, un écrouissage cinématique (éventuel), un type d'élasticité [U4.43.06] :

```

MONOCRISTAL = (_F(
  ♦ MATER= mat1, [mater]
  ♦ ECOULEMENT =          / 'MONO_VISC1'
                        / 'MONO_VISC2'
                        / 'MONO_DD_KR'
                        / 'MONO_DD_CFC'
                        / 'MONO_DD_CC'
                        / 'MONO_DD_FAT'
  ♦ ECRO_ISOT=          / 'MONO_ISOT1'
                        / 'MONO_ISOT2'
  ♦ ECRO_CINE=          / 'MONO_CINE1'
                        / 'MONO_CINE2'
  ♦ ELAS=              / 'ELAS'
                        / 'ELAS_ORTH'
  ♦ FAMI_SYST_G LIS =   / 'BCC24',
                        / 'OCTAEDRIQUE',
                        / 'CUBIQUE1',
                        / 'CUBIQUE2',
                        / 'ZIRCONIUM',
                        / 'UNIAXIAL'
  ♦ TABL_SYST_G LIS= tabsys, [table]
),),
♦ MATR_INTER= tabinter [table]

♦ ROTA_RESEAU = / 'NON' [DEFAULT]
                / 'POST'
                / 'CALC'

```

Un monocristal peut être défini par plusieurs occurrences du mot-clé `MONOCRISTAL` (5 au maximum). Cela s'utilise en pratique pour associer plusieurs familles de systèmes de glissement à un monocristal.

La structure de données `sd_compor`, transmise aux routines d'intégration de ces lois de comportement, contient ces informations :

```

sd_compor (K19) ::= record
    '.CPRK' :      OBJ S V K24
    '.CPRI' :      OBJ S V I          long=13
    '.CPRR' :      OBJ S V R          long= NBSYST*NBSYST

```

⇒ L'objet '.CPRI' contient 8 entiers :

v(1)	Type = 1 (signifie : monocristal)
v(2)	Nb_phases = 1 (inutile pour le monocristal)
v(3)	NVI = nombre de variables internes : $NVI=9+3*NBSYST$, NBSYST étant le nombre de systèmes de glissement total (somme du nombre de systèmes de chaque famille)[R5.03.11].
v(4)	= 0 par défaut, 1 si une matrice d'interaction est donnée via <code>MATR_INTER</code>
v(5)	Nombre d'occurrences de monocristal = nombre de familles de systèmes de glissement
v(6)	= 1 si <code>ROTA_RESEAU='POST'</code> , 2 si <code>ROTA_RESEAU='CALC'</code> , 0 sinon

v (7)	NVI
V (8)	Nombre de systèmes de glissement total
V (9)	Nombre de systèmes de la famille 1, si TABL_SYST_G LIS est fournie, 0 sinon
V (10)	Nombre de systèmes de la famille 2, si TABL_SYST_G LIS est fournie, 0 sinon
V (11)	Nombre de systèmes de la famille 3, si TABL_SYST_G LIS est fournie, 0 sinon
V (12)	Nombre de systèmes de la famille 4, si TABL_SYST_G LIS est fournie, 0 sinon
V (13)	Nombre de systèmes de la famille 5, si TABL_SYST_G LIS est fournie, 0 sinon

par exemple (test SSNV172) :

```

IMPRESSION SEGMENT DE VALEURS >COMPORZ4.CPRI          <
>>>>>
      1 -          1          1          99          1          5
      6 -          0          99          30          3          3
     11 -          6          12           6
  
```

⇒ L'objet ' CPRK ' est l'image (sous forme d'un vecteur de K16) d'une table contenant pour chaque occurrence du mot clé MONOCRISTAL les informations ci-dessous.

```

FAMI_SYST_G LIS  NOM_MATER  ECOULEMENT  ECRO_ISOT  ECRO_CINE
FAMI_SYST_G LIS  NOM_MATER  ECOULEMENT  ECRO_ISOT  ECRO_CINE
  
```

par exemple (test SSNV172) :

```

IMPRESSION SEGMENT DE VALEURS >COMPORZ4.CPRK          <
>>>>>
      1 - >UTIL1__prism_al<>ACIER1          <>MONO_VISC1          <
      4 - >MONO_ISOT1          <>MONO_CINE1          <>UTIL2__bas1          <
      7 - >ACIER2          <>MONO_VISC1          <>MONO_ISOT1          <
     10 - >MONO_CINE1          <>UTIL3__pyr_a          <>ACIER3          <
     13 - >MONO_VISC1          <>MONO_ISOT1          <>MONO_CINE1          <
     16 - >UTIL4__pyr_c_a <>ACIER4          <>MONO_VISC1          <
     19 - >MONO_ISOT1          <>MONO_CINE1          <>UTIL5__pyr2_c_a<
     22 - >ACIER5          <>MONO_VISC1          <>MONO_ISOT1          <
     25 - >MONO_CINE1          <>ELAS          <
  
```

On ajoute ensuite le nom du comportement élastique (unique pour le monocristal). La longueur de cet objet est donc $5 \times \text{NBOCCM} + 1$.

⇒ L'objet ' CPRR ' est de longueur 1800 ($30 \times 30 + 5 \times 6 \times 30$). Il contient :

-pour chaque famille de systèmes de glissement, si TABL_SYST_G LIS est fourni, les définitions des systèmes correspondants (6*nbsys valeurs)

-la matrice d'interaction donnée via MATR_INTER (dimension NBSYST*NBSYST)

par exemple (test SSNV172) :

```

IMPRESSION SEGMENT DE VALEURS >COMPORZ4.CPRR          <
>>>>>
      1 -  5.00000D+00  1.93000D+02  3.00000D+00  1.30000D+01  3.00000D+00
      6 -  3.10000D+01  6.00000D+00  4.90000D+01  1.20000D+01  8.50000D+01
     11 -  6.00000D+00  1.57000D+02  1.00000D+00  0.00000D+00  0.00000D+00
     16 -  0.00000D+00 -1.00000D+00  0.00000D+00 -5.00000D-01  8.66025D-01
...
                                Matrice d'interaction
     191 -  7.33481D-01  5.31671D-01  1.00000D+00  0.00000D+00  0.00000D+00
     196 -  0.00000D+00  0.00000D+00  0.00000D+00  0.00000D+00  0.00000D+00
     201 -  0.00000D+00  0.00000D+00  0.00000D+00  0.00000D+00  0.00000D+00
     206 -  0.00000D+00  0.00000D+00  0.00000D+00  0.00000D+00  0.00000D+00
...
  
```

2 La structure de données `sd_compor` pour les polycristaux

La commande `DEFI_COMPOR` permet de construire des comportements polycristallins (homogénéisés), construits à partir de monocristaux (`s.d. sd_compor`), de la définition des proportions de chaque phase monocristalline, avec son orientation, et d'une loi de localisation / homogénéisation.

```
POLYCRISTAL = (
  _F( ♦ MONOCRISTAL = mono1,                                [sd_compor]
      ♦ FRAC_VOL = fvol,                                    [R]
      ♦ / ♦ ANGL_REP = ( $\alpha, \beta, \gamma$ )              [l_R]
      / ♦ ANGL_EULER = (phi1, phi, phi2)                   [l_R] )
  LOCALISATION = ♦ MU_LOCA,
                  / 'BZ',
                  / 'BETA',
                  # si LOCALISATION = BETA
                  ♦ DL = dl,                                [R]
                  ♦ DA = da,                                [R]), )
```

Un polycristal (homogénéisé) est défini par plusieurs occurrences du mot-clé `POLYCRISTAL`. A chaque occurrence correspond une phase monocristalline, définie par :

- le nom de la `s.d. sd_compor` issue d'un `DEFI_COMPOR` précédent,
- la proportion définie par le mot-clé `FRAC_VOL`,
- l'orientation de ce monocristal, définie par les mots-clés `ANGL_REP` ou `ANGL_EULER`.

On définit de plus la méthode de localisation, le paramètre `MU_LOCA` utilisé dans cette loi, et éventuellement les paramètres associés.

La structure de données `sd_compor`, transmise aux routines d'intégration de la loi de comportement `POLYCRISTAL`, contient ces informations :

```
sd_compor (K19) ::= record
  '.CPRK' : OBJ S V K24
  '.CPRI' : OBJ S V I
  '.CPRR' : OBJ S V R
```

⇒ L'objet `'.CPRK'` stocke les informations ci-dessous :

On définit de plus la méthode de localisation et éventuellement les paramètres associés.

V(1)	loca = nom de la méthode de localisation
V(1+1)	mono1 = nom du monocristal 1, c'est à dire de la <code>sd_compor</code> associée
V(1+2)	nbfam1 = nombre de familles de systèmes de glissement de <code>mono1</code>
V(1+2+1)	début de la recopie de l'objet <code>mono1.CPRK</code>
...	
V(1+2+5*nbfam1+1)	fin de la recopie de l'objet <code>mono2.CPRK</code>
V(1+2+5*nbfam1+2)	mono2 = nom du monocristal 2, c'est à dire de la <code>sd_compor</code> associée
V(1+2+5*nbfam1+3)	nbfam2 = nombre de familles de systèmes de glissement de <code>mono2</code>
V(1+2+5*nbfam1+4)	début de la recopie de l'objet <code>mono2.CPRK</code>
etc...	

la dimension de cet objet est : $1 + \text{somme}(2 + \text{longueur du } .\text{CPRK de mono}_i)$ Le nombre de monocristaux différents est noté `nbmono`.

par exemple pour un polycristal à deux phases :

```

IMPRESSION SEGMENT DE VALEURS >CPP2      .CPRK      <
>>>>>
  1 - >BZ                                <>CMP_F      <
  3 - >                                1<>CUBIQUE1    <
  5 - >FER                                <>MONO_DD_CC   <
  7 - >MONO_DD_CC                         <>            <
  9 - >ELAS                                <>CMP_F2      <
 11 - >                                1<>CUBIQUE1    <
 13 - >FER2                                <>MONO_DD_CC   <
 15 - >MONO_DD_CC                         <>            <
 17 - >ELAS                                <>            <
    
```

⇒ L'objet '`.CPRI`' est de longueur $7+3*\text{nbphases}$:

V(1)	Type = 2 (signifie : polycristal)
V(2)	<code>nbphases</code> = nombre de phases : nombre d'occurrences du mot clé POLYCRISTAL
V(3)	<code>NVITOT</code> = nombre de variables internes total
V(4)	nombre de phases (monocristaux) différentes
V(4+1)	<code>nbfam1</code> : nombre de familles de systèmes de glissement de la phase 1 (occurrence 1)
V(4+2)	numéro du monocristal associé à la phase 1 (compris entre 1 et <code>nbmono</code>)
V(4+3)	<code>NVI1</code> nombre de variables internes du monocristal associé à la phase 1
V(4+3+1)	<code>nbfam2</code> : nombre de familles de systèmes de glissement de la phase 2 (occurrence 2)
V(4+3+2)	numéro du monocristal associé à la phase 2 (compris entre 1 et <code>nbmono</code>)
V(4+3+3)	<code>NVI2</code> nombre de variables internes du monocristal associé à la phase 2
...	etc..
V(4+3*nbphases+1)	dimension de l'objet <code>.CPRK</code>
V(4+3*nbphases+2)	nombre de paramètres associés à la loi de localisation.

par exemple pour un polycristal à deux phases :

```

IMPRESSION SEGMENT DE VALEURS >CPP2      .CPRI      <
>>>>>
  1 -          2          2          104          2          1
  6 -          1          57          1          2          57
 11 -         17          1           0
    
```

⇒ L'objet '.CPRR' est de longueur $3+4*\text{nbphases}$ (+ $\text{nbsyst}*\text{nbsyst}$ si `TABL_SYST_G LIS` est fournie, donc si $V(4+3*\text{nbphases}+3)$ est non nul).

V(1)	frac_vol_1 : fraction volumique de la phase 1
V(2)	1 ^{er} angle de la phase 1
V(3)	2 ^{ème} angle de la phase 1
V(4)	3 ^{ème} angle de la phase 1
V(4+1)	frac_vol_2 : fraction volumique de la phase 2
V(4+2)	1 ^{er} angle de la phase 2
V(4+3)	2 ^{ème} angle de la phase 2
V(4+4)	3 ^{ème} angle de la phase 2
...	etc..
V(4*nbphases+1)	MU_LOCA = paramètre μ pour la loi de localisation
V(4*nbphases+2)	d1 = paramètre de localisation (pour méthode BETA)
V(4*nbphases+3)	da = paramètre de localisation (pour méthode BETA)

par exemple pour un polycristal à deux phases :

```
IMPRESSION SEGMENT DE VALEURS >CPP2      .CPRR      <
>>>>>
   1 -  5.00000D-01  2.72085D+01  3.18678D+02  2.85599D+02  5.00000D-01
   6 -  2.72085D+01  3.18678D+02  2.85599D+02  1.16000D+05  0.00000D+00
  11 -  0.00000D+00
```

Remarque :

les angles stockés dans l'objet '.CPRR' sont mesurés en degrés et ils correspondent aux angles nautiques.

3 La structure de données `sd_compor` pour les poutres multifibres

Dans le cas des poutres multifibres, la commande `DEFI_COMPOR` permet d'associer à chaque groupe de fibres un comportement, un matériau, et des hypothèses sur les déformations et le traitement des relations 1D. Pour un exemple d'utilisation du mot-clé `MULTIFIBRE` voir le test `ssn1119a`.

La structure de données `sd_compor`, transmise aux routines d'intégration des lois de comportement pour chaque fibre, contient les informations suivantes :

```
sd_compor (K19) ::= record
    '.CPRK' :    OBJ  S  V  K24
    '.CPRI' :    OBJ  S  V  I
```

⇒ L'objet `.CPRK` est un vecteur de `K24`, contenant pour chaque occurrence du mot-clé `MULTIFIBRE`, (donc chaque loi de comportement) et pour chaque groupe de fibres renseigné d'une occurrence les informations ci-dessus :

- `grfib1` = nom du groupe de fibres défini par `DEFI_GEOM_FIBRE`
- `Mater1` = nom du matériau associé au groupe de fibres `grfib1`
- `loifib1` = nom de la loi de comportement associé
- `Algo1D` = traitement du comportement 1D
- `DEFORMATION` = hypothèse sur les déformations
- `nfib` = nombre de fibres du groupe de fibres `grfib1`

Pour les groupes de fibres qui ne sont renseignés dans aucune occurrence du mot-clé `MULTIFIBRE`, `grfib1` contient bien le nom du groupe, mais `Mater1` contient "VIDE" et `loifib1`, `Algo1D`, `DEFORMATION` et `nfib` sont vides. Lors de la vérification de la cohérence de la structure de données ont s'assure que si `Mater1` est "VIDE", `loifib1`, `Algo1D`, `DEFORMATION`, `nfib` sont également "VIDE".

Le dernier élément de ce tableau est le nom du matériau contenant les caractéristiques utiles pour la torsion. La longueur de l'objet `.CPRK` est donc : $6 * \text{nbgmax} + 1$.

⇒ L'objet `.CPRI` contient 3 entiers :

- `Type` = 3 (signifie : `MULTIFIBRE`)
- `NVIMAX` = nombre de variables internes maximum pour l'ensemble des lois de comportement affectées
- `NBGMAX` = nombre maximum de groupes de fibres (= nombre de groupes de fibres présents dans le concept `geom_fibre` en entrée de `DEFI_COMPOR`).

4 Exemples

4.1 Fichier de commandes pour MONOCRISTAL

Les commandes ci-dessous permettent d'illustrer le contenu de la sd_compor pour un comportement monocristal :

```
COMPOR1=DEFI_COMPOR (
    MONOCRISTAL=(
        _F (MATER=ACIER,
            ECOULEMENT='MONO_VISC1',
            ECRO_ISOT='MONO_ISOT1',
            ECRO_CINE='MONO_CINE1',
            ELAS='ELAS',
            FAMI_SYST_GLIS='OCTAEDRIQUE',),),);
```

4.2 Impression de la structure de données

```
=====> IMPR_CO DE LA STRUCTURE DE DONNEE : COMPOR1 ??????????????????
ATTRIBUT : F CONTENU : T BASE : >G<
NOMBRE D'OBJETS (OU COLLECTIONS) TROUVES : 2

=====
IMPRESSION DU CONTENU DES OBJETS TROUVES :
-----

IMPRESSION SEGMENT DE VALEURS >COMPOR1 .CPRI <
>>>>>
    1 -          1          1          44          1          1          1
    6 -          1          44
-----

IMPRESSION SEGMENT DE VALEURS >COMPOR1 .CPRK <
>>>>>
    1 - >OCTAEDRIQUE <>ACIER <>MONO_VISC1 <
    4 - >MONO_ISOT1 <>MONO_CINE1 <>ELAS <
=====> FIN IMPR_CO DE DE STRUCTURE DE DONNEE : COMPOR1 ??????????????????
```

4.3 Fichier de commandes pour POLYCRISTAL

Les commandes ci-dessous permettent d'illustrer le contenu de la sd_compor pour un comportement homogénéisé polycristal (test SSNV171B) s'appuyant sur le monocristal précédent :

```
COMPORP=DEFI_COMPOR (POLYCRISTAL=(
    _F (MONOCRISTAL=COMPOR1,
        FRAC_VOL=0.25,
        ANGL_REP=(30.,0.,0.)),
    _F (MONOCRISTAL=COMPOR1,
        FRAC_VOL=0.25,
        ANGL_REP=(20.,0.,0.)),
    _F (MONOCRISTAL=COMPOR1,
        FRAC_VOL=0.25,
        ANGL_REP=(10.,0.,0.)),
    _F (MONOCRISTAL=COMPOR1,
        FRAC_VOL=0.25,
        ANGL_REP=(40.,0.,0.)),
    ),
    LOCALISATION='BETA', DA=0., DL=0.,
);
```

4.4 Impression de la structure de données

```
====> IMPR_CO DE LA STRUCTURE DE DONNEE : COMPORP ??????????????????
ATTRIBUT : F CONTENU : T BASE : >G<
NOMBRE D'OBJETS (OU COLLECTIONS) TROUVES : 3
```

```
=====
IMPRESSION DU CONTENU DES OBJETS TROUVES :
-----
```

```
IMPRESSION SEGMENT DE VALEURS >COMPORP .CPRI <
>>>>>
  1 -      2      4      176      1      1
  6 -      1      44      1      1      44
 11 -      1      1      44      1      1
 16 -     44      9      2
```

```
IMPRESSION SEGMENT DE VALEURS >COMPORP .CPRK <
>>>>>
  1 - >BETA          <>COMPOR1          <>          1<
  4 - >OCTAEDRIQUE  <>ACIER            <>MONO_VISC1    <
  7 - >MONO_ISOT1   <>MONO_CINE1        <>ELAS          <
```

```
IMPRESSION SEGMENT DE VALEURS >COMPORP .CPRR <
>>>>>
  1 - 2.50000D-01 3.00000D+01 0.00000D+00 0.00000D+00 2.50000D-01
  6 - 2.00000D+01 0.00000D+00 0.00000D+00 2.50000D-01 1.00000D+01
 11 - 0.00000D+00 0.00000D+00 2.50000D-01 4.00000D+01 0.00000D+00
 16 - 0.00000D+00 0.00000D+00 0.00000D+00
```

```
====> FIN IMPR_CO DE DE STRUCTURE DE DONNEE : COMPORP ??????????????????
```

4.5 Fichier de commandes pour MULTIFIBRE

Les commandes ci-dessous permettent d'illustrer le contenu de la sd_compor pour un comportement multifibre (test SSNL119B) :

```
GF=DEFI_GEOM_FIBRE(
  FIBRE = _F(GROUP_FIBRE='SACI', CARA = 'DIAMETRE',
    COOR_AXE_POUTRE = (0.,0.),
    VALE =( 0.066, -0.218, 32.E-3,
      -0.066, -0.218, 32.E-3,
      0.066, 0.218, 8.E-3,
      -0.066, 0.218,8.E-3,)),
  SECTION = _F(GROUP_FIBRE='SBET', MAILLAGE_SECT = MASEC,
    TOUT_SECT = 'OUI', COOR_AXE_POUTRE = (0., 0.),),)

MOPOU=AFFE_MODELE(
  MAILLAGE=MAPOU,
  AFFE=_F(TOUT='OUI', PHENOMENE='MECANIQUE', MODELISATION='POU_D_EM',),)
);

EB = 37272.0E+06
BETON = DEFI_MATER_GC(
  MAZARS=_F(UNITE_LONGUEUR = 'M',
    FCJ=40.963E+06, EIJ=EB, EPSI_C=1.75754E-03, AT=1.0, NU=0.2,
  ),
  RHO=2400.0, INFO=2,
)
```

```
ACIER=DEFI_MATER_GC (
  ACIER=_F(E = 2.0E+11, D_SIGM_EPSI=3.28E+9, SY=4.E+8, ),
  RHO=7800.,
)

MATOR=DEFI_MATERIAU(ELAS=_F(E=2.E11,  NU=0.0, RHO=7800.0, ), );

POUCA=AFPE_CARA_ELEM(MODELE=MOPOU, INFO=1,
  POUTRE=_F(GROUP_MA=('POUTRE'),
    SECTION='RECTANGLE', CARA=('HY','HZ'),
    VALE=(0.2,0.5), PREC_AIRE=5., PREC_INERTIE=10., ),
  ORIENTATION=_F(GROUP_MA=('POUTRE'), CARA='ANGL_VRIL',
    VALE=-90.0, ),
  GEOM_FIBRE=GF,
  MULTIFIBRE=_F(GROUP_MA=('POUTRE'), GROUP_FIBRE=('SBET','SACI')),
);

COMPPMF=DEFI_COMPOR(GEOM_FIBRE=GF,
  MATER_SECT=MATOR,
  MULTIFIBRE=(
    _F(GROUP_FIBRE='SACI', MATER=ACIER, RELATION='VMIS_CINE_LINE'),
    _F(GROUP_FIBRE='SBET', MATER=BETON, RELATION='MAZARS_GC'),
  ),
)

IMPR_CO(CONCEPT=_F(NOM=COMPPMF))
```

4.6 Impression de la structure de données

```
====> IMPR_CO DE LA STRUCTURE DE DONNEE : COMPPMF ??????????????????
ATTRIBUT : F CONTENU : T BASE : >G<
NOMBRE D'OBJETS (OU COLLECTIONS) TROUVES : 2
```

```
=====
IMPRESSION DU CONTENU DES OBJETS TROUVES :
-----
```

```
IMPRESSION SEGMENT DE VALEURS >COMPPMF .CPRI <
>>>>>
```

```
1 - 3 7 2
```

```
IMPRESSION SEGMENT DE VALEURS >COMPPMF .CPRK <
>>>>>
```

```
1 - >SBET <>BETON <>MAZARS_GC <
4 - >ANALYTIQUE <>PETIT <> 40<
7 - >SACI <>ACIER <>VMIS_CINE_LINE <
10 - >ANALYTIQUE <>PETIT <> 4<
13 - >MATOR <
```

```
====> FIN IMPR_CO DE DE STRUCTURE DE DONNEE : COMPPMF ??????????????????
```