

Manuel de Descriptif Informatique
Fascicule D4.06 : Structures liées aux éléments finis
Document D4.06.11

Structure de Données SOLVEUR

Résumé :

Ce document décrit la structure de données SOLVEUR qui définit la méthode de résolution des systèmes linéaires mono-domaine (LDLT, MULT_FRONT, MUMPS ou GCPC) ou multi-domaines (FETI).

1 Généralités

Un objet de type `SOLVEUR` est créé (*via* les routines `CRESOL` ou `CRESO2` (pour `DYNA_LINE_TRAN`)) sur la base volatile et utilisé dans les commandes globales suivantes :

- `CALC_FORC_AJOU` (OP0152)
- `CALC_MATR_AJOU` (OP0199)
- `DYNA_LINE_TRAN` (OP0048)
- `DYNA_NON_LINE` (OP0070 *via* NMLECT)
- `DYNA_TRAN_EXPLI` (OP0069 *via* NMLECT)
- `MECA_STATIQUE` (OP0046 *via* NMLECT)
- `THER_LINEAIRE` (OP0025 *via* NXLECT)
- `THER_NON_LINE` (OP0186 *via* NXLECT)
- `THER_NON_LINE_MO` (OP0171)
- `STAT_NON_LINE` (OP0070 *via* NMLECT)

Cet objet définit la méthode de résolution des systèmes linéaires mono-domaine (`LDLT`, `MULT_FRONT` ou `GCPC`) ou multi-domaines (`FETI`) et un certain nombre de paramètres nécessaires à sa mise en œuvre.

Il sert de courroie de transmission entre les différentes étapes des algorithmes qui font des résolutions de système linéaire.

2 Relations avec les autres SD

Cette SD est interne aux commandes globales précitées et n'a aucune interaction avec les SD de l'utilisateur.

3 Arborescence

```
SOLVEUR      (K19)  ::=record
  ♦  '.SLVK'      :      OJB      S      V      K24
  ♦  '.SLVR'      :      OJB      S      V      R
  ♦  '.SLVI'      :      OJB      S      V      I

% si solveur FETI (SLVK(1)='FETI') :
◇  '.FETS'      :      OJB      S      V      K24 indirect(*) dim=nbsd
                                     (nombre de sous-domaines)
      (*) : SOLVEUR non FETI (i.e. FETS(k).SLVK(1)≠'FETI' et pour l'instant
      imposé à 'MULT_FRONT')
```

4 Contenu des objets de base

4.1 Cas FETI

On parle ici du contenu du SOLVEUR "global".

.SLVK : S V K24 dim=9
SLVK(1) = méthode de résolution : 'FETI'
SLVK(2) = préconditionnement de la matrice de travail. Les valeurs possibles sont :
'LUMPE'
'SANS'
SLVK(3) = Actuellement utilisé pour transmettre l'ordre de vérifier la cohérence de la structure de données SD_FETI vis-à-vis du calcul en cours.
Les valeurs possibles sont : 'OUI' ou 'NON'
SLVK(4) = méthode de renumérotation. Les valeurs possibles sont :
'MD' ou 'MDA' ou 'METIS'
Le paramétrage est identique pour la SD maître et les SD esclaves.
SLVK(5) = approximation symétrisée de l'opérateur de travail (effectuée dans ASMATR) déclenchée par le mot-clé SOLVEUR/SYME='OUI'/'NON'
Les valeurs possibles sont : 'OUI' ou 'NON'
Le paramétrage est identique pour la SD maître et les SD esclaves.
SLVK(6) = nom de la structure de données de type SD_FETI
SLVK(7) = méthode de réorthogonalisation des directions de descente du GCPPC de FETI.
Les valeurs possibles sont : 'GS' ou 'GSM' ou 'IGSM'
SLVK(8) = option de scaling du préconditionneur du GCPPC de FETI.
La seule valeur possible est : 'MULT'
SLVK(9) = paramètre de stockage de la matrice de projection G_I .
Les valeurs possibles sont :
'OUI' (stockage sous la forme d'un vecteur)
'NON' (on le reconstruit à partir des objets MATR_ASSE.FETR à chaque fois)
'CAL' ('NON' si taille de G_I > taille moyenne du .VALE des MATR_ASSE esclaves, 'OUI' sinon)
.SLVR : S V R dim=4
.SLVR(1) : inutilisé
.SLVR(2) = resi_rela
c'est la précision relative admise sur le résidu
.SLVR(3) : inutilisé
.SLVR(4) = test_co
c'est la précision du test de continuité aux interfaces lors de la reconstruction des champs locaux
.SLVI : S V I dim=5
SLVI(1) = nprec
c'est le nombre de chiffres de la mantisse pour le test de précision relative sur le pivot.
SLVI(2) = nmax_iter
c'est le nombre maximum d'itérations autorisées
SLVI(3) = istop
test de singularité lors de la factorisation (prend la valeur 1 si STOP_SINGULIER = 'NON', 0 sinon).
SLVI(4) : inutilisé
SLVI(5) = nbreor (si FETI)
c'est le nombre maximum de directions de descente utilisées pour la phase de réorthogonalisation du GCPPC de FETI

.FETS : S V K24 indirect(*) dim=nbsd (nombre de sous-domaines)
(*) : SOLVEUR non FETI (i.e. FETS(k).SLVK(1)≠'FETI' et pour l'instant imposé à 'MULT_FRONT').

Objet JEVEUX listant les SD SOLVEUR propres à chaque sous-domaine.
FETS(i) = nom de la SD SOLVEUR du *i*^{ème} sous-domaine.

4.2 Cas LDLT OU MULT_FRONT

.SLVK : S V K24 dim=5
SLVK(1) = méthode de résolution : 'LDLT' ou 'MULT_FRONT'
SLVK(2) : inutilisé
SLVK(3) : inutilisé
SLVK(4) = méthode de renumérotation. Les valeurs possibles sont :
'RCMK' ou 'SANS' (si LDLT)
'MD' ou 'MDA' ou 'METIS' (si MULT_FRONT)
SLVK(5) = approximation symétrisée de l'opérateur de travail (effectuée dans la routine ASMATR) déclenchée par le mot-clé SOLVEUR/SYME='OUI'/'NON'
Les valeurs possibles sont : 'OUI' ou 'NON'

.SLVR : S V R dim=3
.SLVR(1) : inutilisé
.SLVR(2) : inutilisé
.SLVR(3) = taille bloc (si LDLT)
c'est la taille d'un bloc dans le cas d'un stockage en ligne de ciel [D4.06.07].

.SLVI : S V I dim=4
SLVI(1)=nprec
c'est le nombre de chiffres de la mantisse pour le test de précision relative sur le pivot.
SLVI(2) : inutilisé
SLVI(3) = istop
test de singularité lors de la factorisation (prend la valeur 1 si STOP SINGULIER = 'NON', 0 sinon).
SLVI(4) : inutilisé

4.3 Cas GCPC

.SLVK : S V K24 dim=5
SLVK(1) = méthode de résolution : 'GCPC'
SLVK(2) = préconditionnement de la matrice de travail. Les valeurs possibles sont :
. 'LDLT_INC'
. 'SANS'
SLVK(3) : inutilisé
SLVK(4) = méthode de renumérotation. Les valeurs possibles sont :
. 'RCMK' ou 'SANS'
SLVK(5) = approximation symétrisée de l'opérateur de travail (effectuée dans la routine ASMATR) déclenchée par le mot-clé SOLVEUR/SYME='OUI'/'NON'
Les valeurs possibles sont : 'OUI' ou 'NON'

.SLVR : S V R dim=3
.SLVR(1) : inutilisé
.SLVR(2) = resi_rela
c'est la précision relative admise sur le résidu
.SLVR(3) : inutilisé

.SLVI : S V I dim=4
SLVI(1) : inutilisé
SLVI(2) = nmax_iter
c'est le nombre maximum d'itérations autorisées
SLVI(3) : inutilisé
SLVI(4) = niremp (si SLVK(2)='LDLT_INC')
c'est le niveau de remplissage du préconditionnement incomplet du GCPC.

4.4 Cas MUMPS

.SLVK : S V K24 dim=5
SLVK(1) = méthode de résolution : 'MUMPS'
SLVK(2) : inutilisé
SLVK(3) : algorithme de résolution souhaité :
'NONSYM' : matrice non-symétrique (factorisation LU)
'SYMGEMV' : matrice symétrique "générale"
'SYMDEF' : matrice symétrique "définie positive"
SLVK(4) : renumérotation : 'SANS'
SLVK(5) = approximation symétrisée de l'opérateur de travail (effectuée dans la routine ASMATR) déclenchée par le mot-clé SOLVEUR/SYME='OUI'/'NON'
Les valeurs possibles sont : 'OUI' ou 'NON'

.SLVR : S V R dim=3
.SLVR(1) : inutilisé
.SLVR(2) = resi_rela
C'est la précision relative demandée pour la solution (défaut : 1.e-6)
Si resi_rela <= 0., on ne contrôle pas la qualité de la solution obtenue, mais moins coûteux en temps CPU.
.SLVR(3) : inutilisé

.SLVI : S V I dim=4
SLVI(1) : inutilisé
SLVI(2) : PCPIV pourcentage de mémoire supplémentaire nécessaire aux pivotages tardifs (par défaut : 20). PCPIV peut être > 100.
SLVI(3) : inutilisé
SLVI(4) : inutilisé

5 Compléments dans le cas du solveur FETI

5.1 Structure de données SOLVEUR récursive

Dans le cas de la méthode FETI, la structure de données SOLVEUR est récursive à deux niveaux. Une SD SOLVEUR « maître », concernant le domaine global (SLVK(1)='FETI'), regroupe les objets JEVEUX habituels avec en plus un objet .FETS. Ce dernier est un pointeur désignant les SD SOLVEUR « esclaves » associées à chaque sous-domaines.

Ces SD SOLVEUR locales sont constituées des mêmes objets JEVEUX qu'un solveur linéaire mono-domaine usuel (tel MULT_FRONT ou LDLT) et sont concernées par le même paramétrage. Au niveau d'un sous-domaine, on n'a à se préoccuper que d'inversions de matrices locales et non, par exemple, du nom de la SD SD_FETI ou du type de réorthogonalisation mise en place par le solveur d'interface global (dont le paramétrage est contenu dans la SD SOLVEUR « maître »).

Pour l'instant, l'implémentation de FETI dans Code_Aster présuppose que ces sous-domaines utilisent tous le même solveur linéaire mono-domaine (SLVK(1)= 'MULT_FRONT' imposé par défaut) et avec le même paramétrage (RENUM et STOP_SINGULIER/NPREC). Cette homogénéité facilite les manipulations des matrices et des seconds membres locaux.

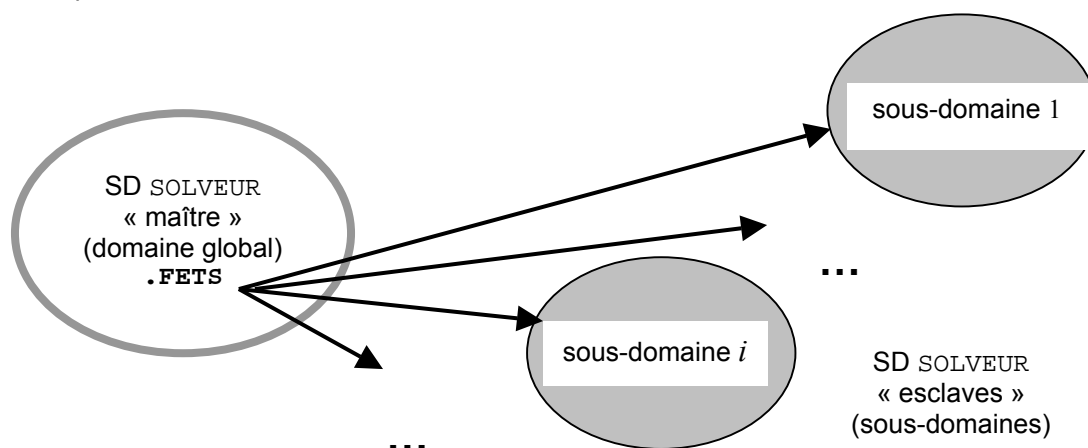


Figure 5.1-a : Structure de données SOLVEUR récursive si solveur FETI

5.2 Règle de nommage

Dans le cas d'un solveur FETI, on a choisi la règle de nommage suivante pour les SD SOLVEUR esclaves liées chaque à un sous-domaine j :

nom_de_la_SD_SOLVEUR_maître(1:11) // 'F' // chaîne_de_caractères_libre(2:8)

La chaîne de caractères libre est engendrée par un appel à la routine GCNCON.

5.3 Cas particulier du parallélisme MPI

Lors d'une exécution en mode parallèle MPI, un processeur se voit attribuer un certain nombre de sous-domaines (cf. objets annexes '&FETI.LISTE...' de la structure de données SD_FETI[D4.06.21]). La SD SOLVEUR « maître » est toujours construite, mais son pointeur .FETS ne va désigner que les sous-domaines concernés par le processeur courant : .FETS (j_k) sera un K24 valide que si le sous-domaine j_k est dans le périmètre du processeur j .

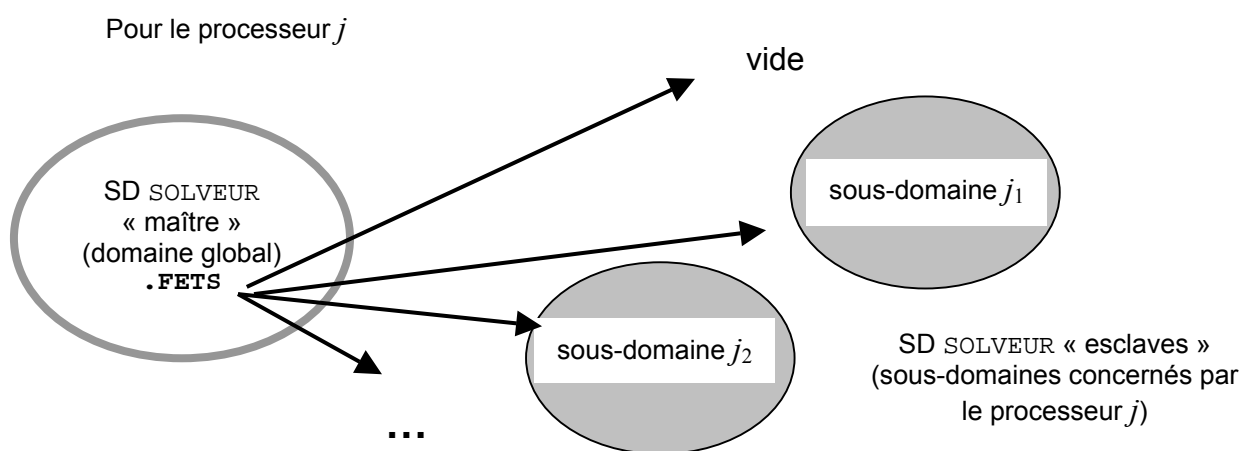


Figure 5.3-a : Structure de données SOLVEUR récursive si solveur FETI et parallélisme MPI

5.4 Exemple

Dans le cas test FETI002A, le partitionnement en quatre sous-domaines conduit aux SD SOLVEUR suivantes :

Construit une SD SOLVEUR maître '&OP0046.SOLVEUR'

```
====> IMPR_CO DE LA STRUCTURE DE DONNEE : &OP0046.SOLVEUR      ????
ATTRIBUT : F CONTENU : T BASE : >V<
NOMBRE D'OBJETS (OU COLLECTIONS) TROUVES :                      4
=====
IMPRESSION DU CONTENU DES OBJETS TROUVES :
-----
IMPRESSION SEGMENT DE VALEURS >&OP0046.SOLVEUR .FETS
  1 - >&OP0046.S.SOF0000000 <>&OP0046.SOF0000001 <
  3 - >&OP0046.S.SOF0000002 <>&OP0046.SOF0000003 <
-----
IMPRESSION SEGMENT DE VALEURS >&OP0046.SOLVEUR .SLVI          <
  1 -           8           100           0           0           100
-----
IMPRESSION SEGMENT DE VALEURS >&OP0046.SOLVEUR .SLVK          <
  1 - >FETI                <>LUMPE                <
  3 - >OUI                  <>METIS                <
  5 - >NON                  <>SDFETI               <
  7 - >GSM                  <>MULT                 <
  9 - >CAL
-----
IMPRESSION SEGMENT DE VALEURS >&OP0046.SOLVEUR .SLVR          <
  1 - 0.00000D+00 1.00000D-08 8.00000D+02 1.00000D-08
```

et des SD SOLVEUR esclaves '&OP0046.SOF0000000'

```
====> IMPR_CO DE LA STRUCTURE DE DONNEE : &OP0046.SOF0000000 ????
ATTRIBUT : F CONTENU : T BASE : >V<
NOMBRE D'OBJETS (OU COLLECTIONS) TROUVES :                      3
=====
IMPRESSION DU CONTENU DES OBJETS TROUVES :
-----
IMPRESSION SEGMENT DE VALEURS >&OP0046.SOF0000000.SLVI
  1 -           8           100           0           0           100
-----
IMPRESSION SEGMENT DE VALEURS >&OP0046.SOF0000000.SLVK          <
  1 - >MULT_FRO            <>LUMPE                <
  3 - >OUI                  <>METIS                <
  5 - >NON                  <>XXXX                <
  7 - >GSM                  <>MULT                 <
  9 - >CAL
-----
IMPRESSION SEGMENT DE VALEURS >&OP0046.SOF0000000.SLVR          <
  1 - 0.00000D+00 1.00000D-08 8.00000D+02 1.00000D-08
====> FIN IMPR_CO DE DE STRUCTURE DE DONNEE : &OP0046.SOF0000000????
...
```

Page laissée intentionnellement blanche.