Opérateur RESOUDRE

1 But

Résoudre un système d'équations linéaires (méthode directe ou itérative)

Les méthodes de résolutions implantées dans *Code_Aster* et utilisables par cette commande sont :

1) la méthode MULT_FRONT (méthode directe),
2) la méthode LDLT (méthode directe),
3) la méthode MUMPS (méthode directe),
4) la méthode GCPC (méthode itérative),
5) la méthode PETSC (méthode itérative).

Le choix effectif de la méthode se fait au travers de la commande FACTORISER [U4.55.01].

Pour les méthodes directes, la matrice doit avoir été préalablement factorisée par la commande FACTORISER [U4.55.01]. Dans le cas des méthodes itératives avec pré-conditionnement, la matrice de pré conditionnement est fournie elle-aussi par l'opérateur FACTORISER [U4.55.01].

L'opérateur permet des résolutions complexes pour les méthodes "directes" (pas pour les méthodes itératives).

Produit une structure de données de type cham_no.

2 Syntaxe

```
U [cham_no_*] = RESOUDRE
                (  ◊  reuse  =  U,
                   ♦  MATR   =  A,
                   #  Si méthode LDLT, MULT_FRONT, MUMPS :
                                                  /  [matr_asse_DEPL_R]
                                                  /  [matr_asse_DEPL_C]
                                                  /  [matr_asse_TEMP_R]
                                                  /  [matr_asse_TEMP_C]
                                                  /  [matr_asse_PRES_R]
                                                  /  [matr_asse_PRES_C]
                   #  Si méthode GCPC ou PETSC :
                                                  /  [matr_asse_DEPL_R]
                                                  /  [matr_asse_TEMP_R]
                                                  /  [matr_asse_PRES_R]

                   ♦  CHAM_NO   =  B,        /        [cham_no]
                   ◊  CHAM_CINE =  vcine,    /        [cham_no]

                   #  si méthode PETSC :
                   ◊  ALGORITHME   =  /  'GMRES',     [DEFAUT]
                                      /  'CG',
                                      /  'CR',
                                      /  'GCR',

                   #  si méthode MUMPS, GCPC, PETSC :
                   ◊  RESI_RELA =  /  1.e-6,          [DEFAUT]
                                   /  eps,            [R]

                   #  si méthode GCPC ou PETSC :
                   ◊  ♦  MATR_PREC =  precond,  /     [matr_asse_DEPL_R]
                                              /     [matr_asse_TEMP_R]
                                              /     [matr_asse_PRES_R]
                      ◊  NMAX_ITER =  /  niter,       [I]
                                      /  0,           [DEFAUT]

                   #  si méthode MUMPS :
                   ◊  POSTTRAITEMENTS  =   … (voir mot clé SOLVEUR [U4.50.01])

                   ◊  TITRE  =  titr   ,              [l_K80]
                   ◊  INFO   =  /  1   ,              [DEFAUT]
                                /  2   ,
                )
```

Si CHAM_NO : [cham_no_DEPL_R] alors (*) → DEPL_R
[cham_no_TEMP_R] → TEMP_R
[cham_no_PRES_C] → PRES_C

3 Généralités

Cette commande permet de résoudre :

- par une méthode directe, le système linéaire $\mathbf{AX=B}$, où $\mathbf{A}$ est une matrice préalablement “factorisée” par la commande FACTORISER [U4.51.01.],
- par une méthode itérative (GCPC ou PETSC), le système linéaire $\mathbf{P^{-1}AX=P^{-1}B}$, où $\mathbf{P^{-1}}$ est une matrice de pré-conditionnement déterminée par la commande FACTORISER [U4.51.01] et $\mathbf{A}$ la matrice assemblée initiale.

La résolution est possible pour des conditions aux limites de Dirichlet (conditions aux limites cinématiques) dualisées ou éliminées [U2.01.02]. Dans ce dernier cas, si le chargement $\mathbf{X=X_0}$ sur le « bord » Γ_0 est appliqué avec une charge cinématique (opérateur AFFE_CHAR_CINE [U4.44.03]) prise en compte dans la matrice assemblée (opérateur ASSE_MATRICE [U4.61.22]), la « valeur » de ce chargement $\left(\mathbf{X_0}\right)$, calculée par l'opérateur CALC_CHAR_CINE [U4.61.03] doit être fournie par le mot clé CHAM_CINE.

4 Opérandes

4.1 Opérande MATR

♦ MATR = A,

Nom de la matrice du système à résoudre :

- Pour les méthodes directes, on fournit à MATR le concept modifié par l'opérateur FACTORISER ; cette matrice peut être réelle ou complexe, symétrique ou non.
- Pour les méthodes itératives, on fournit à MATR la matrice initiale. La matrice de pré-conditionnement est à fournir avec le mot-clé MATR_PREC.

4.2 Opérande CHAM_NO

♦ CHAM_NO = B,

Nom du vecteur second membre (en général obtenu par la commande ASSE_VECTEUR).

4.3 Opérande CHAM_CINE

◊ CHAM_CINE = vcine,

Nom du vecteur représentant la « valeur » des conditions aux limites de Dirichlet éliminées (c’est-à-dire appliquées avec une des commandes AFFE_CHAR_CINE ou AFFE_CHAR_CINE_F).

Ce cham_no provient de l'exécution de l'opérateur CALC_CHAR_CINE sur la liste des char_cine (chargements cinématiques) associée à la matrice assemblée A [U2.01.02].

4.4 Opérande ALGORITHME

```
◊  ALGORITHME = / 'GMRES'    [DEFAUT]
                / 'CG'
                / 'CR'
                / 'GCR'
```

Ce mot clé sert à choisir l'algorithme de la méthode itérative PETSC. Les différents algorithmes disponibles sont documentés dans le mot-clé SOLVEUR[U4.50.01].

4.5 Opérande MATR_PREC

◊ MATR_PREC = precond

Matrice de pré-conditionnement, obtenue par l'opérateur FACTORISER [U4.55.01].
Le pré-conditionnement est nécessaire dans les méthodes itératives pour obtenir une bonne convergence avec un minimum d'itérations.
Avec la méthode GCPC, la matrice de pré-conditionnement est une matrice distincte de la matrice du problème (mot clé MATR).
En revanche, avec la méthode PETSC, on utilise la même matrice pour MATR_PREC et MATR, ce qui veut dire que la commande FACTORISER doit être faite « en place » (avec le mot clé reuse). Voir exemple ci-dessous.

4.6 Opérande RESI_RELA

◊ RESI_RELA = / 1.e-6, [DEFAUT]
/ eps , [R]

Ce mot-clé est décrit dans [U4.50.01]

Pour les méthodes itératives GCPC et PETSC, il s'agit du critère de convergence de l'algorithme.
Pour la méthode MUMPS , ce mot-clé permet de vérifier la qualité de la solution .

4.7 Opérande NMAX_ITER

◊ NMAX_ITER = niter

Nombre d'itérations maximum de l'algorithme itératif.

Si niter = 0 alors l'algorithme choisit un nombre d'itérations par défaut.

4.8 Opérande TITRE

◊ TITRE = titr ,

Titre que l'on veut donner au résultat produit [U4.03.01].

4.9 Opérande INFO

◊ INFO =

1 : pas d'impression.
2 : impressions

5 Exemples

5.1 Résolution par la méthode directe MULT_FRONT

- Constitution de la matrice assemblée et du second membre :

  On a calculé auparavant les termes élémentaires KEL, FEL.

```
NU =NUME_DDL( MATR_RIGI=KEL )
K  =ASSE_MATRICE( MATR_ELEM=KEL, NUME_DDL=NU, )
F  =ASSE_VECTEUR( MATR_ELEM=FEL, NUME_DDL=NU, )
```

- Factorisation :

```
K  =FACTORISER( reuse=K,  MATR_ASSE=K, METHODE='MULT_FRONT',)
```

- Résolution :

```
U  =RESOUDRE( MATR=K,  CHAM_NO=F,)
```

- pour l'utilisation des charges cinématiques (avec élimination des degrés de liberté imposés), voir l'exemple donné dans la commande AFFE_CHAR_CINE [U4.44.03].

5.2 Résolution par la méthode MUMPS

```
NU     =  NUME_DDL( MATR_RIGI= KEL)

K      =  ASSE_MATRICE  (  MATR_ELEM= KEL, NUME_DDL= NU)
F      =  ASSE_VECTEUR  (  VECT_ELEM= FEL, NUME_DDL= NU )
K      =  FACTORISER    (  reuse= K, MATR_ASSE= K, METHODE= 'MUMPS' )
dep    =  RESOUDRE      (  CHAM_NO  = F ,  MATR= K )
```

5.3 Résolution par la méthode du gradient conjugué pré conditionné

```
NU     =  NUME_DDL( MATR_RIGI= KEL)

K      =  ASSE_MATRICE  (  MATR_ELEM= KEL, NUME_DDL= NU )
F      =  ASSE_VECTEUR  (  VECT_ELEM= FEL, NUME_DDL= NU )
KPREC  =  FACTORISER    (  MATR_ASSE= K, METHODE= 'GCPC',
                           PRE_COND='LDLT_INC' )
dep    =  RESOUDRE      (  CHAM_NO  = F ,  MATR= K, MATR_PREC= KPREC,
                           NMAX_ITER= 1000  ,  RESI_RELA= 1e-07
                        )
```

5.4 Résolution par la méthode PETSC

```
NU     =  NUME_DDL( MATR_RIGI= KEL)

K      =  ASSE_MATRICE  (  MATR_ELEM= KEL, NUME_DDL= NU )
F      =  ASSE_VECTEUR  (  VECT_ELEM= FEL, NUME_DDL= NU )
K      =  FACTORISER    (  reuse=K, MATR_ASSE= K, METHODE= 'PETSC')
dep    =  RESOUDRE      (  CHAM_NO  = F ,  MATR= K, MATR_PREC= K,
                           ALGORITHME='GMRES',
                           NMAX_ITER= 1000  ,  RESI_RELA= 1e-07 )
```