Modélisations 3D et 3D_DIAG thermiques

Résumé :

Ce document décrit pour les modélisations 3D et 3D_DIAG thermiques :

- les degrés de liberté portés par les éléments finis qui supportent la modélisation,
- les mailles supports afférentes,
- les matériaux et chargements supportés,
- les possibilités non linéaires,
- les cas-tests mettant en œuvre les modélisations

La modélisation 3D (phénomène THERMIQUE) correspond à des éléments finis dont les mailles supports sont volumiques.

La modélisation 3D_DIAG couvre les mêmes possibilités que 3D et n'en diffère que pour un calcul de thermique où la matrice de masse thermique est alors diagonalisée avant résolution.

Document diffusé sous licence GNU FDL (http://www.gnu.org/copyleft/fdl.html)

1 Discrétisation

1.1 Degrés de libertés

Modélisation	Degrés de liberté (à chaque nœud sommet)
3D et 3D_DIAG	TEMP : correspond à la température HYDR : correspond à l'hydratation

1.2 Maille support des matrices de rigidité

Les mailles support des éléments finis peuvent être des tétraèdres, des pyramides, des prismes ou des hexaèdres. Les éléments sont iso-paramétriques.

Modélisation	Maille	Interpolation	Remarques
3D et 3D_DIAG	TETRA4	Linéaire	
3D	TETRA10	Quadratique	
3D	PYRAM5	Linéaire	
3D	PYRAM13	Quadratique	
3D et 3D_DIAG	PENTA6	Bi-linéaire	
3D	PENTA15	Serendip	
3D et 3D_DIAG	HEXA8	Tri-linéaire	
3D	HEXA20	Serendip	
3D	HEXA27	Tri-Quadratique	

1.3 Maille support des chargements surfaciques

Modélisation	Maille	Interpolation	Remarques
3D et 3D_DIAG	TRIA3	Linéaire ou Bi-Linéaire	
3D	TRIA6	Quadratique ou Serendip	
3D et 3D_DIAG	QUAD4	Bi-linéaire	
3D	QUAD8	Serendip	
3D	QUAD9	Quadratique	

Document diffusé sous licence GNU FDL (http://www.gnu.org/copyleft/fdl.html)

2 Chargements supportés

Les chargements disponibles sont les suivants :

- **SOURCE**

  Permet d'appliquer des sources volumiques à un domaine 3D.

  Modélisations supportées : 3D, 3D_DIAG

- **FLUX_REP**

  Permet d'appliquer des flux normaux à des faces d'éléments volumiques.

  Modélisations supportées : 3D, 3D_DIAG

- **ECHANGE**

  Permet d'appliquer des conditions d'échange avec une température extérieure à des faces d'éléments volumiques.

  Modélisations supportées : 3D, 3D_DIAG

- **ECHANGE_PAROI**

  Permet d'appliquer des conditions d'échange entre deux parois.

  Modélisations supportées : 3D, 3D_DIAG

- **GRAD_TEMP_INIT**

  Permet d'imposer un gradient de température supposé uniforme dans un élément

  Modélisations supportées : 3D, 3D_DIAG

- **CONVECTION**

  Permet de prendre en compte les termes de transport de chaleur par convection, pour THER_NON_LINE_MO uniquement.

  Modélisation supportée : 3D, 3D_DIAG

- **RAYONNEMENT**

  Permet de prendre en compte le flux rayonné à l'infini à des faces d'éléments volumiques

  Modélisations supportées : 3D, 3D_DIAG

3 Possibilités non-linéaires

Deux opérateurs sont disponibles pour l'étude de comportements non-linéaires :

- THER_NON_LINE [U4.54.02] : cet opérateur permet, en stationnaire ou en transitoire, de résoudre les problèmes de :
  - Thermique non-linéaire standard : matériau dépendant de la température, conditions aux limites (rayonnement et flux imposé non linéaire),
  - Thermique non linéaire avec calcul de l'hydratation du béton,
  - Séchage du béton.
- THER_NON_LINE_MO [U4.54.03] : cet opérateur permet de résoudre l'équation de la chaleur stationnaire dans un référentiel mobile lié à un chargement et se déplaçant dans une direction et à une vitesse donnée.

Document diffusé sous licence GNU FDL (http://www.gnu.org/copyleft/fdl.html)

4 Exemples de mise en œuvre : cas-tests

4.1 Thermique standard

- **3D**
  - Thermique linéaire stationnaire
    TPLL100A [V4.02.100] : Analyse thermique d'un mur plan anisotrope soumis à une température imposée et à un flux.
  - Thermique linéaire transitoire
    TTLL01C [V4.21.001] : Analyse thermique linéaire transitoire d'un mur infini soumis à un choc thermique.
  - Thermique non-linéaire stationnaire
    TPNA01A [V4.41.001] : Analyse thermique d'un cylindre creux dont la paroi interne est soumise à un rayonnement et la paroi externe à une échange par convection.
  - Thermique non-linéaire transitoire
    TTNL03A [V4.22.003] : simulation d'un essai adiabatique: analyse du comportement thermo-hydratant d'un échantillon de béton frais plongé dans un calorimètre, la prise s'effectuant avec dégagement de chaleur.
  - Thermique non-linéaire stationnaire avec chargement mobile
    TPLV105A [V4.04.105] : Ce test présente la simulation thermique par éléments finis de l'essai Varestraint. Cet essai de soudabilité est employé pour caractériser la résistance à la fissuration à chaud des matériaux.
- **3D_DIAG**
  - Thermique linéaire transitoire
    TTLL01J [V4.21.001] : Analyse thermique linéaire transitoire d'un mur infini soumis à un choc thermique.

4.2 Hydratation

- **3D**
  TTNL03A [V4.22.003] : simulation d'un essai adiabatique: analyse du comportement thermo-hydratant d'un échantillon de béton frais plongé dans un calorimètre, la prise s'effectuant avec dégagement de chaleur.

4.3 Séchage

- **3D**
  HSNA100B [V7.20.100] : Calcul du séchage d'un mur d'enceinte en béton : le séchage s'effectue par échange avec l'extérieur, sur les parois interne et externe du mur.

- **3D_DIAG**
  HSNA100D [V7.20.100] : Calcul du séchage d'un mur d'enceinte en béton : le séchage s'effectue par échange avec l'extérieur, sur les parois interne et externe du mur.

Document diffusé sous licence GNU FDL (http://www.gnu.org/copyleft/fdl.html)