Modélisations AXIS, PLAN, AXIS_DIAG et PLAN_DIAG – Phénomène THERMIQUE

Résumé :

Ce document décrit pour les modélisations de thermiques des éléments axisymétriques et plans :

- 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.

Les modélisations axisymétriques et planes (Phénomène : THERMIQUE) correspondent à des éléments finis dont les mailles supports sont surfaciques.

Les modélisations AXIS_DIAG et PLAN_DIAG couvrent les mêmes possibilités que AXIS et PLAN et n'en diffèrent que pour un calcul de thermique où la matrice de masse thermique est alors diagonalisée.

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)
AXIS, AXIS_DIAG, PLAN, PLAN_DIAG	TEMP : correspond à la température

1.2 Maille support des matrices de rigidité

Les mailles support des éléments finis peuvent être des triangles ou quadrilatères. Les éléments sont iso-paramétriques.

Modélisation	Maille	Interpolation	Remarques
AXIS(_DIAG) - PLAN(_DIAG)	TRIA3	Linéaire	
AXIS(_DIAG) - PLAN(_DIAG)	QUAD4	Linéaire	
AXIS - PLAN	TRIA6	Quadratique	
AXIS - PLAN	QUAD8	Serendip	
AXIS - PLAN	QUAD9	Quadratique	

1.3 Maille support des chargements

Modélisation	Maille	Interpolation	Remarques
AXIS(_DIAG) - PLAN(_DIAG)	SEG2	Linéaire	
AXIS - PLAN	SEG3	Quadratique	

2 Chargements supportés

Les chargements disponibles sont les suivants :

- **SOURCE**

  Permet d'appliquer des sources volumiques à un domaine 2D.

  Modélisations supportées : AXIS(_DIAG), PLAN(_DIAG)

- **FLUX_REP**

  Permet d'appliquer des flux normaux à des côtés d'éléments 2D.

  Modélisations supportées : AXIS(_DIAG), PLAN(_DIAG)

- **ECHANGE**

  Permet d'appliquer des conditions d'échange avec une température extérieure à des côtés d'éléments 2D.

  Modélisations supportées : AXIS(_DIAG), PLAN(_DIAG)

- **ECHANGE_PAROI**

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

  Modélisations supportées : AXIS(_DIAG), PLAN(_DIAG)

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

- **GRAD_TEMP_EPSI**

  Permet d'appliquer un gradient de température "initial" supposé uniforme dans l'élément.

  Modélisations supportées : AXIS(_DIAG), PLAN(_DIAG)

- **CONVECTION**

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

  Modélisations supportées : AXIS, PLAN

- **RAYONNEMENT**

  Permet de prendre en compte le flux rayonné à l'infini.

  Modélisations supportées : AXIS(_DIAG), PLAN(_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.

4 Exemples de mise en œuvre : cas-tests

4.1 Thermique

- **AXIS**
  - Thermique linéaire stationnaire
    TPLA07A [V4.01.007] : Analyse thermique d'un cylindre creux orthotrope soumis à différentes conditions aux limites (flux imposé, convection, variation linéaire des températures extérieures).
  - Thermique non-linéaire stationnaire
    TPNA01A [V4.41.001] : Analyse thermique d'un cylindre creux soumis à un échange convectif sur la paroi intérieure et à un rayonnement à l'infini sur la paroi extérieure.
  - Thermique linéaire transitoire
    TTLV01B [V4.25.001] : Analyse thermique linéaire transitoire d'une sphère pleine soumise à une échange de chaleur par convection.
  - Thermique non-linéaire transitoire
    TTNA200A : cas-test de non-regression
- **PLAN**
  - Thermique linéaire stationnaire
    TPLL100B [V4.02.100] : Analyse thermique d'un mur plan anisotrope soumis à une température imposée et à un flux.
  - Thermique non-linéaire stationnaire
    TPNL300A [V4.42.300] : Analyse thermique unidimensionnelle d'un mur soumis à une température imposée sur la paroi interne et à une échange par rayonnement sur la paroi externe (Test NAFEMS).

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

- Thermique linéaire transitoire

TTLP100B [V4.23.100] : Calcule de la réponse thermique transitoire linéaire de deux plaques séparées par un jeu dans lequel s'effectue un transfert de chaleur entre les parois.

- Thermique non-linéaire transitoire
  TTNL02A [V4.22.002] : Simulation d'un changement de phase liquide/solide en introduisant par l'intermédiaire de l'enthalpie volumique la chaleur latente de fusion.
- Thermique stationnaire non linéaire avec chargement mobile
  TPLV102A [V4.04.102] : Transport de chaleur par conduction et par convection dans une cavité carrée.

- **AXIS_DIAG**
  - Thermique linéaire transitoire
    TTLV100A [V4.25.100] : Analyse thermique linéaire transitoire d'un tuyau supposé infini dans lequel on impose un choc thermique froid à l'aide d'une condition limite d'échange.
- **PLAN_DIAG**
  - Thermique linéaire transitoire
    TTLL100A [V4.21.100] : Analyse thermique linéaire transitoire d'un mur plan infini auquel on impose un choc thermique froid à l'aide d'une condition limite d'échange.
  - Thermique non-linéaire transitoire
    TTNL02C [V4.22.002] : Simulation d'un changement de phase liquide/solide en introduisant par l'intermédiaire de l'enthalpie volumique la chaleur latente de fusion.

4.2 Hydratation

- **AXIS**
  TTNL03B [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

- **AXIS**
  HSNA102A [V7.20.102] : Validation du calcul du séchage du béton, il s'agit d'un cas test axisymétrique où la concentration en eau est appliquée directement sur la paroi extérieure.

- **AXIS_DIAG**
  HSNA102D [V7.20.102] : Validation du calcul du séchage du béton, il s'agit d'un cas test axisymétrique où la concentration en eau est appliquée directement sur la paroi extérieure.

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