ZZZZ166 - Calcul du flux en thermique

Résumé :

Ce test a pour objet la validation des options de calcul de flux en thermique : FLUX_ELGA et FLUX_ELNO.

Les 6 modélisations testées sont :

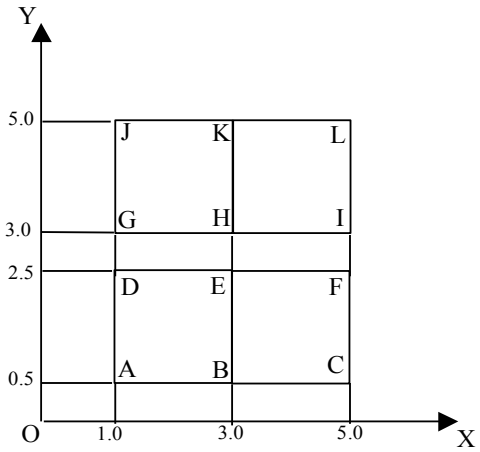
- A En 2D PLAN : triangles de degré 1, quadrangles de degré 1 et 2 et quadrangles à 9 nœuds,
- B En 2D PLAN_DIAG : triangles de degré 1 et 2, quadrangles de degré 1 et quadrangles à 9 nœuds,
- C En 2D AXIS : triangles de degré 1, quadrangles de degré 1 et 2 et quadrangles à 9 nœuds,
- D En 2D AXIS_DIAG : triangles de degré 1 et 2, quadrangles de degré 1 et quadrangles à 9 nœuds,
- E En 3D : hexaèdres, pentaèdres, pyramides et tétraèdres de degré 1 et 2, hexaèdres à 27 nœuds,
- F En 3D_DIAG : hexaèdres, pentaèdres, pyramides et tétraèdres de degré 1.

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

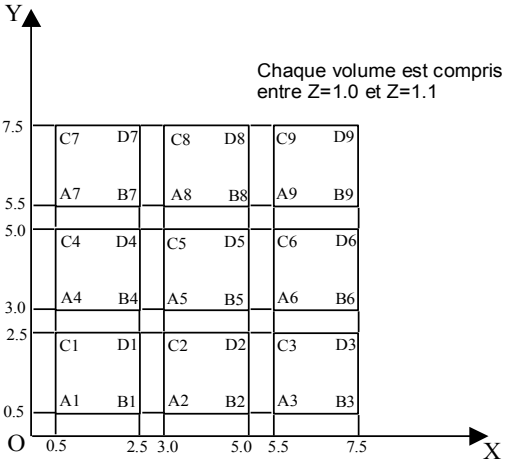
1 Problème de référence

1.1 Géométrie

Chaque carré est maillé avec un type d'élément distinct.



Pour toutes les modélisations 2D.
Pour les modélisations 3D.
(**Remarque :** en AXIS et AXIS_DIAG, l'axe de rotation est OY et l'abscisse X correspond donc au rayon).



(**Remarque :** en 3D_DIAG, seuls les 4 hexaèdres en bas à gauche sont maillés).

1.2 Propriétés de matériaux

Les propriétés thermiques appliquées au modèle sont :

- $\lambda = 1.0\, W/m°C$

1.3 Conditions aux limites et chargements

Non définis.

1.4 Champ de température

Le champ de température est directement affecté au modèle à partir d'une fonction. Pour chaque modélisation, le calcul du flux est testé pour un champ thermique linéaire et pour un champ thermique quadratique.

Pour les modélisations 2D PLAN et PLAN_DIAG (modélisations A et B), les deux champs successivement affectés sont :

- $T(X,Y) = 2.\mathrm{X} + 3.\mathrm{Y}$
- $T(X,Y) = 2.\mathrm{X}^2 + 3.\mathrm{Y}^2$

Pour les modélisations 2D AXIS et AXIS_DIAG (modélisations C et D), les deux champs successivement affectés sont :

- $T(X,Y,Z) = 2.\mathrm{R} + 3.\mathrm{Y}$ (avec $R = \sqrt{X^2+Z^2} = X$ dans le plan du maillage (OXY))
- $T(X,Y,Z) = 2.\mathrm{R}^2 + 3.\mathrm{Y}^2$

Pour les modélisations 3D et 3D_DIAG (modélisations E et F), les deux champs successivement affectés sont :

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

- $T(X,Y,Z)=2.\mathrm{X}+3.\mathrm{Y}+4.Z$
- $T(X,Y,Z)=2.\mathrm{X}^2+3.\mathrm{Y}^2+4\mathrm{Z}^2$

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

2 Solution de référence

2.1 Méthode de calcul utilisée pour la solution de référence

La solution de référence est analytique :

$$\begin{cases} \Phi_x = -\lambda.\dfrac{\partial T}{\partial X} \\ \Phi_y = -\lambda.\dfrac{\partial T}{\partial Y} \\ \Phi_z = -\lambda.\dfrac{\partial T}{\partial Z} \quad \text{(en 3D uniquement)} \end{cases}$$

Compte-tenu de la valeur de λ (1), le flux obtenu pour chaque configuration est donc :

Pour les modélisations 2D PLAN et PLAN_DIAG (modélisations A et B) :

- $T(X,Y)=2.\mathrm{X}+3.\mathrm{Y}$ soit $\Phi_x(X,Y)=-2$ et $\Phi_y(X,Y)=-3$
- $T(X,Y)=2.\mathrm{X}^2+3.\mathrm{Y}^2$ soit $\Phi_x(X,Y)=-4.\mathrm{X}$ et $\Phi_y(X,Y)=-6.\mathrm{Y}$

Pour les modélisations 2D AXIS et AXIS_DIAG (modélisations C et D) :

- $T(X,Y,Z)=2.\mathrm{R}+3.\mathrm{Y}$ ($R=X$ dans le plan (OXY)) soit $\Phi_x(X,Y,Z)=-2$ et $\Phi_y(X,Y,Z)=-3$
- $T(X,Y,Z)=2.\mathrm{R}^2+3.\mathrm{Y}^2$ ($R=X$ dans le plan (OXY)) soit $\Phi_x(X,Y,Z)=-4.\mathrm{X}$ et $\Phi_y(X,Y,Z)=-6.\mathrm{Y}$

Pour les modélisations 3D et 3D_DIAG (modélisations E et F) :

- $T(X,Y,Z)=2.\mathrm{X}+3.\mathrm{Y}+4.\mathrm{Z}$ soit $\Phi_x(X,Y,Z)=-2$, $\Phi_y(X,Y,Z)=-3$ et $\Phi_z(X,Y,Z)=-4$
- $T(X,Y,Z)=2.\mathrm{X}^2+3.\mathrm{Y}^2+4\mathrm{Z}^2$ soit $\Phi_x(X,Y,Z)=-4.\mathrm{X}$, $\Phi_y(X,Y,Z)=-6.\mathrm{Y}$ et $\Phi_z(X,Y,Z)=-8.\mathrm{Z}$

2.2 Résultats de référence

Pour les modélisations 2D (PLAN, PLAN_DIAG, AXIS et AXIS_DIAG), les valeurs testées sont :

- Avec le champ de température linéaire : la température aux nœuds A, C, J et L, le flux suivant X et Y par élément aux nœuds A, C, J et L et le flux au premier point de Gauss des mêmes éléments,
- Avec le champ de température quadratique : la température aux nœuds A, C, J et L, et le flux suivant X et Y par élément aux nœuds A, C, J et L.

Pour les modélisations 3D (3D et 3D_DIAG), les valeurs testées sont :

- Avec le champ de température linéaire : la température aux nœuds D_i, le flux suivant X et Y par élément aux nœuds D_i et le flux au premier point de Gauss des mêmes éléments,
- Avec le champ de température quadratique : la température aux nœuds D_i, et le flux suivant X et Y par élément aux nœuds D_i.

Avec $i=1$ à 9 pour la modélisation 3D et $i=1$ à 4 pour la modélisation 3D_DIAG.

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

3 Modélisation A

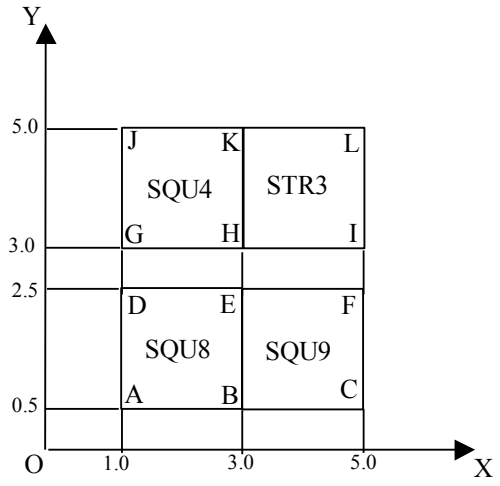
3.1 Caractéristiques de la modélisation

Éléments 2D modélisation PLAN

3.2 Caractéristiques du maillage

Nombre de nœuds : 3382
Nombre de mailles et types : 2000 mailles dont 400 QUAD8, 400 QUAD9, 400 QUAD4 et 800 TRIA3.

Le maillage comprend 4 carrés SQU8, SQU9, SQU4 et STR3 maillés respectivement avec des éléments QUAD8, QUAD9, QUAD4 et TRIA3. Chaque carré est discrétisé avec 20 éléments suivant X et suivant Y.



Nom du GROUP_MA	Type d'élément
SQU8	QUAD8
SQU9	QUAD9
SQU4	QUAD4
STR3	TRIA3

Les nœuds utilisés pour le post-traitement sont :

Nom du nœud	Coordonnées	Numéro du nœud	Nom d'une maille contenant ce nœud	Type de la maille
A	$(1.0;0.5)$	*N1*	*M1*	QUAD8
C	$(5.0;0.5)$	*N1620*	*M420*	QUAD9
J	$(1.0;5.0)$	*N3001*	*M1181*	QUAD4
L	$(5.0;5.0)$	*N3440*	*M2000*	TRIA3

L'ensemble du maillage est affecté par une modélisation thermique PLAN.

3.3 Résultats et grandeurs testées

- Avec un champ de température linéaire (flux constant) :

Localisation		Grandeur	Référence	*Aster*	% différence
Maille	**Nœud ou PG**				
	Nœud A	T	3.5	3.5	0%
M1 (QUAD8)	Nœud A	Φ_x (ELNO)	-2.0	-2.0	0%
M1 (QUAD8)	Nœud A	Φ_y (ELNO)	-3.0	-3.0	0%

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

M1 (QUAD8)	Point 1	Φ_x (ELGA)	-2.0	-2.0	0%
M1 (QUAD8)	Point 1	Φ_y (ELGA)	-3.0	-3.0	0%
	Nœud C	T	11.5	11.5	0%
M420 (QUAD9)	Nœud C	Φ_x (ELNO)	-2.0	-2.0	0%
M420 (QUAD9)	Nœud C	Φ_y (ELNO)	-3.0	-3.0	0%
M420 (QUAD9)	Point 1	Φ_x (ELGA)	-2.0	-2.0	0%
M420 (QUAD9)	Point 1	Φ_y (ELGA)	-3.0	-3.0	0%
	Nœud J	T	17.0	17.0	0%
M1181 (QUAD4)	Nœud J	Φ_x (ELNO)	-2.0	-2.0	0%
M1181 (QUAD4)	Nœud J	Φ_y (ELNO)	-3.0	-3.0	0%
M1181 (QUAD4)	Point 1	Φ_x (ELGA)	-2.0	-2.0	0%
M1181 (QUAD4)	Point 1	Φ_y (ELGA)	-3.0	-3.0	0%
	Nœud L	T	25.0	25.0	0%
M2000 (TRIA3)	Nœud L	Φ_x (ELNO)	-2.0	-2.0	0%
M2000 (TRIA3)	Nœud L	Φ_y (ELNO)	-3.0	-3.0	0%
M2000 (TRIA3)	Point 1	Φ_x (ELGA)	-2.0	-2.0	0%
M2000 (TRIA3)	Point 1	Φ_y (ELGA)	-3.0	-3.0	0%

- Avec un champ de température quadratique (flux linéaire) :

Localisation		Grandeur	Référence	*Aster*	% différence
Maille	**Nœud ou PG**				
	Nœud A	T	2.75	2.75	0%
M1 (QUAD8)	Nœud A	Φ_x (ELNO)	-4.0	-4.0	0%
M1 (QUAD8)	Nœud A	Φ_y (ELNO)	-3.0	-3.0	0%
	Nœud C	T	50.75	50.75	0%
M420 (QUAD9)	Nœud C	Φ_x (ELNO)	-20.0	-20.0	0%
M420 (QUAD9)	Nœud C	Φ_y (ELNO)	-3.0	-3.0	0%
	Nœud J	T	77.0	77.0	0%
M1181 (QUAD4)	Nœud J	Φ_x (ELNO)	-4.0	-4.2	5%
M1181 (QUAD4)	Nœud J	Φ_y (ELNO)	-30.0	-29.7	-1%
	Nœud L	T	125.0	125.0	0%
M2000 (TRIA3)	Nœud L	Φ_x (ELNO)	-20.0	-19.8	-1%
M2000 (TRIA3)	Nœud L	Φ_y (ELNO)	-30.0	-29.7	-1%

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

4 Modélisation B

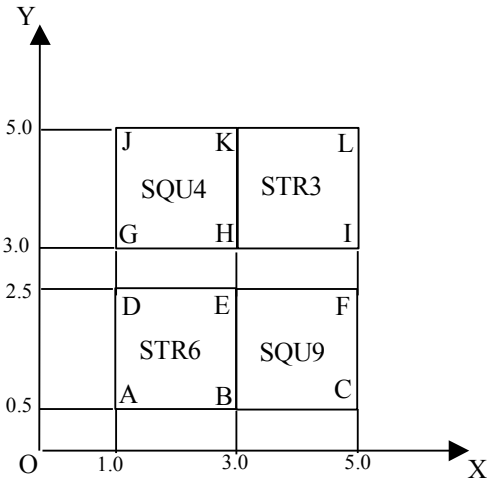
4.1 Caractéristiques de la modélisation

Eléments 2D modélisation PLAN_DIAG

4.2 Caractéristiques du maillage

Nombre de nœuds : 3782.
Nombre de mailles et types : 2400 mailles dont 800 TRIA6, 400 QUAD9, 400 QUAD4 et 800 TRIA3.

Le maillage comprend 4 carrés STR6, SQU9, SQU4 et STR3 maillés respectivement avec des éléments TRIA6, QUAD9, QUAD4 et TRIA3. Chaque carré est discrétisé avec 20 éléments suivant X et suivant Y.



Nom du GROUP_MA	Type d'élément
STR6	TRIA6
SQU9	QUAD9
SQU4	QUAD4
STR3	TRIA3

Les nœuds utilisés pour le post-traitement sont :

Nom du nœud	Coordonnées	Numéro du nœud	Nom d'une maille contenant ce nœud	Type de la maille
A	(1.0 ; 0.5)	N1	M1	TRIA6
C	(5.0 ; 0.5)	N2481	M820	QUAD9
J	(1.0 ; 5.0)	N3401	M1581	QUAD4
L	(5.0 ; 5.0)	N3840	M2400	TRIA3

L'ensemble du maillage est affecté par une modélisation thermique PLAN_DIAG.

4.3 Résultats et grandeurs testées

- Avec un champ de température linéaire (flux constant) :

Localisation		Grandeur	Référence	*Aster*	% différence
Maille	**Nœud ou PG**				
	Nœud A	T	3.5	3.5	0%
M1 (TRIA6)	Nœud A	Φ_x (ELNO)	-2.0	-2.0	0%
M1 (TRIA6)	Nœud A	Φ_y (ELNO)	-3.0	-3.0	0%
M1 (TRIA6)	Point 1	Φ_x (ELGA)	-2.0	-2.0	0%

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

M1 (TRIA6)	Point 1	Φ_y (ELGA)	-3.0	-3.0	0%
	Nœud C	T	11.5	11.5	0%
M420 (QUAD9)	Nœud C	Φ_x (ELNO)	-2.0	-2.0	0%
M420 (QUAD9)	Nœud C	Φ_y (ELNO)	-3.0	-3.0	0%
M420 (QUAD9)	Point 1	Φ_x (ELGA)	-2.0	-2.0	0%
M420 (QUAD9)	Point 1	Φ_y (ELGA)	-3.0	-3.0	0%
	Nœud J	T	17.0	17.0	0%
M1181 (QUAD4)	Nœud J	Φ_x (ELNO)	-2.0	-2.0	0%
M1181 (QUAD4)	Nœud J	Φ_y (ELNO)	-3.0	-3.0	0%
M1181 (QUAD4)	Point 1	Φ_x (ELGA)	-2.0	-2.0	0%
M1181 (QUAD4)	Point 1	Φ_y (ELGA)	-3.0	-3.0	0%
	Nœud L	T	25.0	25.0	0%
M2000 (TRIA3)	Nœud L	Φ_x (ELNO)	-2.0	-2.0	0%
M2000 (TRIA3)	Nœud L	Φ_y (ELNO)	-3.0	-3.0	0%
M2000 (TRIA3)	Point 1	Φ_x (ELGA)	-2.0	-2.0	0%
M2000 (TRIA3)	Point 1	Φ_y (ELGA)	-3.0	-3.0	0%

- Avec un champ de température quadratique (flux linéaire) :

Localisation		Grandeur	Référence	*Aster*	% différence
Maille	**Nœud ou PG**				
	Nœud A	T	2.75	2.75	0%
M1 (QUAD8)	Nœud A	Φ_x (ELNO)	-4.0	-4.2	5%
M1 (QUAD8)	Nœud A	Φ_y (ELNO)	-3.0	-3.3	10%
	Nœud C	T	50.75	50.75	0%
M420 (QUAD9)	Nœud C	Φ_x (ELNO)	-20.0	-19.8	-1%
M420 (QUAD9)	Nœud C	Φ_y (ELNO)	-3.0	-3.3	10%
	Nœud J	T	77.0	77.0	0%
M1181 (QUAD4)	Nœud J	Φ_x (ELNO)	-4.0	-4.2	5%
M1181 (QUAD4)	Nœud J	Φ_y (ELNO)	-30.0	-29.7	-1%
	Nœud L	T	125.0	125.0	0%
M2000 (TRIA3)	Nœud L	Φ_x (ELNO)	-20.0	-19.8	-1%
M2000 (TRIA3)	Nœud L	Φ_y (ELNO)	-30.0	-29.7	-1%

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

5 Modélisation C

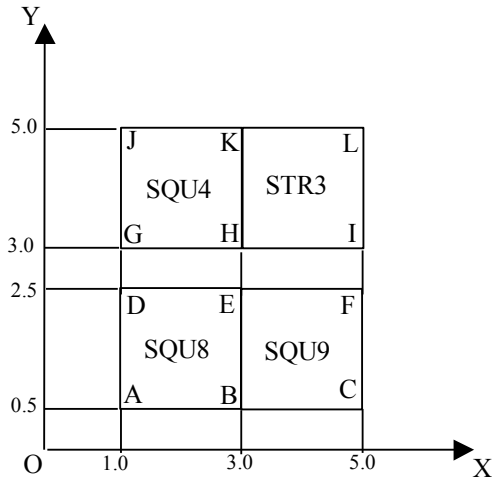
5.1 Caractéristiques de la modélisation

Eléments 2D modélisation AXIS

5.2 Caractéristiques du maillage

Nombre de nœuds : 3382.
Nombre de mailles et types : 2000 mailles dont 400 QUAD8, 400 QUAD9, 400 QUAD4 et 800 TRIA3.

Le maillage comprend 4 carrés SQU8, SQU9, SQU4 et STR3 maillés respectivement avec des éléments QUAD8, QUAD9, QUAD4 et TRIA3. Chaque carré est discrétisé avec 20 éléments suivant X et suivant Y.



Nom du GROUP_MA	Type d'élément
SQU8	QUAD8
SQU9	QUAD9
SQU4	QUAD4
STR3	TRIA3

Les nœuds utilisés pour le post-traitement sont :

Nom du nœud	Coordonnées	Numéro du nœud	Nom d'une maille contenant ce nœud	Type de la maille
A	(1.0 ; 0.5)	N1	M1	QUAD8
C	(5.0 ; 0.5)	N1620	M420	QUAD9
J	(1.0 ; 5.0)	N3001	M1181	QUAD4
L	(5.0 ; 5.0)	N3440	M2000	TRIA3

L'ensemble du maillage est affecté par une modélisation thermique AXIS.

5.3 Résultats et grandeurs testées

- Avec un champ de température linéaire (flux constant) :

Localisation		Grandeur	Référence	*Aster*	% différence
Maille	**Nœud ou PG**				
	Nœud A	T	3.5	3.5	0%
M1 (QUAD8)	Nœud A	Φ_x (ELNO)	-2.0	-2.0	0%
M1 (QUAD8)	Nœud A	Φ_y (ELNO)	-3.0	-3.0	0%
M1 (QUAD8)	Point 1	Φ_x (ELGA)	-2.0	-2.0	0%
M1 (QUAD8)	Point 1	Φ_y (ELGA)	-3.0	-3.0	0%

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

	Nœud C	T	11.5	11.5	0%
M420 (QUAD9)	Nœud C	Φ_x (ELNO)	-2.0	-2.0	0%
M420 (QUAD9)	Nœud C	Φ_y (ELNO)	-3.0	-3.0	0%
M420 (QUAD9)	Point 1	Φ_x (ELGA)	-2.0	-2.0	0%
M420 (QUAD9)	Point 1	Φ_y (ELGA)	-3.0	-3.0	0%
	Nœud J	T	17.0	17.0	0%
M1181 (QUAD4)	Nœud J	Φ_x (ELNO)	-2.0	-2.0	0%
M1181 (QUAD4)	Nœud J	Φ_y (ELNO)	-3.0	-3.0	0%
M1181 (QUAD4)	Point 1	Φ_x (ELGA)	-2.0	-2.0	0%
M1181 (QUAD4)	Point 1	Φ_y (ELGA)	-3.0	-3.0	0%
	Nœud L	T	25.0	25.0	0%
M2000 (TRIA3)	Nœud L	Φ_x (ELNO)	-2.0	-2.0	0%
M2000 (TRIA3)	Nœud L	Φ_y (ELNO)	-3.0	-3.0	0%
M2000 (TRIA3)	Point 1	Φ_x (ELGA)	-2.0	-2.0	0%
M2000 (TRIA3)	Point 1	Φ_y (ELGA)	-3.0	-3.0	0%

- Avec un champ de température quadratique (flux linéaire) :

Localisation		Grandeur	Référence	*Aster*	% différence
Maille	**Nœud ou PG**				
	Nœud A	T	2.75	2.75	0%
M1 (QUAD8)	Nœud A	Φ_x (ELNO)	-4.0	-4.0	0%
M1 (QUAD8)	Nœud A	Φ_y (ELNO)	-3.0	-3.0	0%
	Nœud C	T	50.75	50.75	0%
M420 (QUAD9)	Nœud C	Φ_x (ELNO)	-20.0	-20.0	0%
M420 (QUAD9)	Nœud C	Φ_y (ELNO)	-3.0	-3.0	0%
	Nœud J	T	77.0	77.0	0%
M1181 (QUAD4)	Nœud J	Φ_x (ELNO)	-4.0	-4.2	5%
M1181 (QUAD4)	Nœud J	Φ_y (ELNO)	-30.0	-29.7	-1%
	Nœud L	T	125.0	125.0	0%
M2000 (TRIA3)	Nœud L	Φ_x (ELNO)	-20.0	-19.8	-1%
M2000 (TRIA3)	Nœud L	Φ_y (ELNO)	-30.0	-29.7	-1%

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

6 Modélisation D

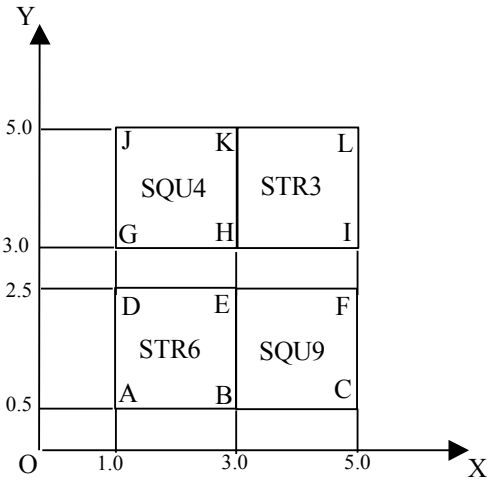
6.1 Caractéristiques de la modélisation

Eléments 2D modélisation AXIS_DIAG

6.2 Caractéristiques du maillage

Nombre de nœuds : 3782
Nombre de mailles et types : 2400 mailles dont 800 TRIA6, 400 QUAD9, 400 QUAD4 et 800 TRIA3.

Le maillage comprend 4 carrés STR6, SQU9, SQU4 et STR3 maillés respectivement avec des éléments TRIA6, QUAD9, QUAD4 et TRIA3. Chaque carré est discrétisé avec 20 éléments suivant X et suivant Y.



Nom du GROUP_MA	Type d'élément
STR6	TRIA6
SQU9	QUAD9
SQU4	QUAD4
STR3	TRIA3

Les nœuds utilisés pour le post-traitement sont :

Nom du nœud	Coordonnées	Numéro du nœud	Nom d'une maille contenant ce nœud	Type de la maille
A	(1.0 ; 0.5)	N1	M1	TRIA6
C	(5.0 ; 0.5)	N2481	M820	QUAD9
J	(1.0 ; 5.0)	N3401	M1581	QUAD4
L	(5.0 ; 5.0)	N3840	M2400	TRIA3

L'ensemble du maillage est affecté par une modélisation thermique AXIS_DIAG.

6.3 Résultats et grandeurs testées

- Avec un champ de température linéaire (flux constant) :

Localisation		Grandeur	Référence	*Aster*	% différence
Maille	**Nœud ou PG**				
	Nœud A	T	3.5	3.5	0%
M1 (TRIA6)	Nœud A	Φ_x (ELNO)	-2.0	-2.0	0%
M1 (TRIA6)	Nœud A	Φ_y (ELNO)	-3.0	-3.0	0%
M1 (TRIA6)	Point 1	Φ_x (ELGA)	-2.0	-2.0	0%
M1 (TRIA6)	Point 1	Φ_y (ELGA)	-3.0	-3.0	0%

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

	Nœud C	T	11.5	11.5	0%
M420 (QUAD9)	Nœud C	Φ_x (ELNO)	-2.0	-2.0	0%
M420 (QUAD9)	Nœud C	Φ_y (ELNO)	-3.0	-3.0	0%
M420 (QUAD9)	Point 1	Φ_x (ELGA)	-2.0	-2.0	0%
M420 (QUAD9)	Point 1	Φ_y (ELGA)	-3.0	-3.0	0%
	Nœud J	T	17.0	17.0	0%
M1181 (QUAD4)	Nœud J	Φ_x (ELNO)	-2.0	-2.0	0%
M1181 (QUAD4)	Nœud J	Φ_y (ELNO)	-3.0	-3.0	0%
M1181 (QUAD4)	Point 1	Φ_x (ELGA)	-2.0	-2.0	0%
M1181 (QUAD4)	Point 1	Φ_y (ELGA)	-3.0	-3.0	0%
	Nœud L	T	25.0	25.0	0%
M2000 (TRIA3)	Nœud L	Φ_x (ELNO)	-2.0	-2.0	0%
M2000 (TRIA3)	Nœud L	Φ_y (ELNO)	-3.0	-3.0	0%
M2000 (TRIA3)	Point 1	Φ_x (ELGA)	-2.0	-2.0	0%
M2000 (TRIA3)	Point 1	Φ_y (ELGA)	-3.0	-3.0	0%

- Avec un champ de température quadratique (flux linéaire) :

Localisation		Grandeur	Référence	*Aster*	% différence
Maille	**Nœud ou PG**				
	Nœud A	T	2.75	2.75	0%
M1 (QUAD8)	Nœud A	Φ_x (ELNO)	-4.0	-4.2	5%
M1 (QUAD8)	Nœud A	Φ_y (ELNO)	-3.0	-3.3	10%
	Nœud C	T	50.75	50.75	0%
M420 (QUAD9)	Nœud C	Φ_x (ELNO)	-20.0	-19.8	-1%
M420 (QUAD9)	Nœud C	Φ_y (ELNO)	-3.0	-3.3	10%
	Nœud J	T	77.0	77.0	0%
M1181 (QUAD4)	Nœud J	Φ_x (ELNO)	-4.0	-4.2	5%
M1181 (QUAD4)	Nœud J	Φ_y (ELNO)	-30.0	-29.7	-1%
	Nœud L	T	125.0	125.0	0%
M2000 (TRIA3)	Nœud L	Φ_x (ELNO)	-20.0	-19.8	-1%
M2000 (TRIA3)	Nœud L	Φ_y (ELNO)	-30.0	-29.7	-1%

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

7 Modélisation E

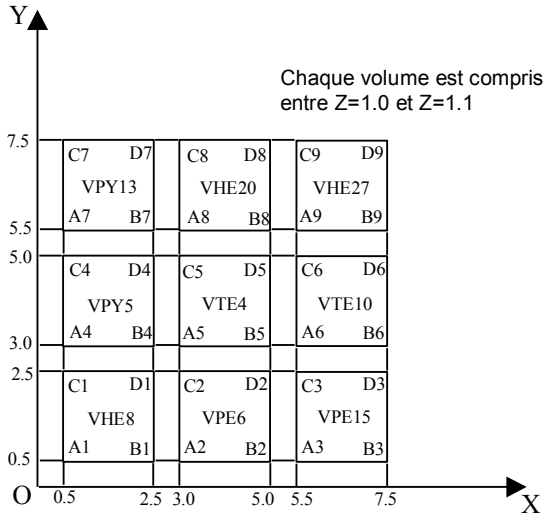
7.1 Caractéristiques de la modélisation

Eléments 3D modélisation 3D

7.2 Caractéristiques du maillage

Nombre de nœuds : 17281.
Nombre de mailles et types : 5268 mailles dont 400 HEXA8, 400 HEXA20, 400 HEXA27, 800 PENTA6, 800 PENTA15, 600 PYRAM5, 600 PYRAM13, 634 TETRA4 et 634 TETRA10.

Le maillage comprend 9 hexaèdres VHE8, VHE20, VHE27, VPE6, VPE15, VPY5, VPY13, VTE4 et VTE10 maillés respectivement avec des éléments HEXA8, HEXA20, HEXA27, PENTA6, PENTA15, PYRAM5, PYRAM13, TETRA4 et TETRA10.



Nom du GROUP_MA	Type d'élément	Discrétisation suivant : X	Y	Z	tisation ant : Y	Z
VHE8	HEXA8	20	20	1	0	1
VHE20	HEXA20	20	20	1	0	1
VHE27	HEXA27	20	20	1	0	1
VPE6	PENTA6	20	20	1	0	1
VPE15	PENTA15	20	20	1	0	1
VPY5	PYRAM5	10	10	1	0	1
VPY13	PYRAM13	10	10	1	0	1
VTE4	TETRA4	10	10	1	0	1
VTE10	TETRA10	10	10	1	0	1

Les nœuds utilisés pour le post-traitement sont :

Nom du nœud	Coordonnées	Numéro du nœud	Nom d'une maille contenant ce nœud	Type de la maille
D1	(2.5 ; 2.5 ; 1.0)	N440	M400	HEXA8
D2	(5.0 ; 2.5 ; 1.0)	N1322	M1200	PENTA6
D3	(7.5 ; 2.5 ; 1.0)	N11453	M4034	PENTA15
D4	(2.5 ; 5.0 ; 1.0)	N1995	M1795	PYRAM5
D5	(5.0 ; 5.0 ; 1.0)	N2323	M1838	TETRA4
D6	(7.5 ; 5.0 ; 1.0)	N16603	M4672	TETRA10
D7	(2.5 ; 7.5 ; 1.0)	N14756	M4629	PYRAM13
D8	(5.0 ; 7.5 ; 1.0)	N3596	M2834	HEXA20
D9	(7.5 ; 7.5 ; 1.0)	N6599	M3234	HEXA27

L'ensemble du maillage est affecté par une modélisation thermique 3D.

7.3 Résultats et grandeurs testées

- Avec un champ de température linéaire (flux constant) :

Localisation		Grandeur	Référence	*Aster*	% différence
Maille	**Nœud ou PG**				
	Nœud D1	T	16.5	16.5	0%
M400 (HEXA8)	Nœud D1	Φ_x (ELNO)	-2.0	-2.0	0%
M400 (HEXA8)	Nœud D1	Φ_y (ELNO)	-3.0	-3.0	0%

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

M400 (HEXA8)	Nœud D1	Φ_z (ELNO)	-4.0	-4.0	0%
M400 (HEXA8)	Point 1	Φ_x (ELGA)	-2.0	-2.0	0%
	Nœud D2	T	21.5	21.5	0%
M1200 (PENTA6)	Nœud D2	Φ_x (ELNO)	-2.0	-2.0	0%
M1200 (PENTA6)	Nœud D2	Φ_y (ELNO)	-3.0	-3.0	0%
M1200 (PENTA6)	Nœud D2	Φ_z (ELNO)	-4.0	-4.0	0%
M1200 (PENTA6)	Point 1	Φ_x (ELGA)	-2.0	-2.0	0%
	Nœud D3	T	26.5	26.5	0%
M4034 (PENTA15)	Nœud D3	Φ_x (ELNO)	-2.0	-2.0	0%
M4034 (PENTA15)	Nœud D3	Φ_y (ELNO)	-3.0	-3.0	0%
M4034 (PENTA15)	Nœud D3	Φ_z (ELNO)	-4.0	-4.0	0%
M4034 (PENTA15)	Point 1	Φ_x (ELGA)	-2.0	-2.0	0%
	Nœud D4	T	24.0	24.0	0%
M1795 (PYRAM5)	Nœud D4	Φ_x (ELNO)	-2.0	-2.0	0%
M1795 (PYRAM5)	Nœud D4	Φ_y (ELNO)	-3.0	-3.0	0%
M1795 (PYRAM5)	Nœud D4	Φ_z (ELNO)	-4.0	-4.0	0%
M1795 (PYRAM5)	Point 1	Φ_x (ELGA)	-2.0	-2.0	0%
	Nœud D5	T	29.0	29.0	0%
M1838 (TETRA4)	Nœud D5	Φ_x (ELNO)	-2.0	-2.0	0%
M1838 (TETRA4)	Nœud D5	Φ_y (ELNO)	-3.0	-3.0	0%
M1838 (TETRA4)	Nœud D5	Φ_z (ELNO)	-4.0	-4.0	0%
M1838 (TETRA4)	Point 1	Φ_x (ELGA)	-2.0	-2.0	0%
	Nœud D6	T	34.0	34.0	0%
M4672 (TETRA10)	Nœud D6	Φ_x (ELNO)	-2.0	-2.0	0%
M4672 (TETRA10)	Nœud D6	Φ_y (ELNO)	-3.0	-3.0	0%
M4672 (TETRA10)	Nœud D6	Φ_z (ELNO)	-4.0	-4.0	0%
M4672 (TETRA10)	Point 1	Φ_x (ELGA)	-2.0	-2.0	0%
	Nœud D7	T	31.5	31.5	0%
M4629 (PYRAM13)	Nœud D7	Φ_x (ELNO)	-2.0	-2.0	0%
M4629 (PYRAM13)	Nœud D7	Φ_y (ELNO)	-3.0	-3.0	0%
M4629 (PYRAM13)	Nœud D7	Φ_z (ELNO)	-4.0	-4.0	0%
M4629 (PYRAM13)	Point 1	Φ_x (ELGA)	-2.0	-2.0	0%
	Nœud D8	T	36.5	36.5	0%
M2834 (HEXA20)	Nœud D8	Φ_x (ELNO)	-2.0	-2.0	0%
M2834 (HEXA20)	Nœud D8	Φ_y (ELNO)	-3.0	-3.0	0%
M2834 (HEXA20)	Nœud D8	Φ_z (ELNO)	-4.0	-4.0	0%
M2834 (HEXA20)	Point 1	Φ_x (ELGA)	-2.0	-2.0	0%
	Nœud D9	T	41.5	41.5	0%
M3234 (HEXA27)	Nœud D9	Φ_x (ELNO)	-2.0	-2.0	0%
M3234 (HEXA27)	Nœud D9	Φ_y (ELNO)	-3.0	-3.0	0%
M3234 (HEXA27)	Nœud D9	Φ_z (ELNO)	-4.0	-4.0	0%
M3234 (HEXA27)	Point 1	Φ_x (ELGA)	-2.0	-2.0	0%

- Avec un champ de température quadratique (flux linéaire) :

Localisation		Grandeur	Référence	*Aster*	% différence
Maille	**Nœud ou PG**				
	Nœud D1	T	35.25	35.25	0%
M400 (HEXA8)	Nœud D1	Φ_x (ELNO)	-10.0	-9.8	-2%
M400 (HEXA8)	Nœud D1	Φ_y (ELNO)	-15.0	-14.7	-2%
M400 (HEXA8)	Nœud D1	Φ_z (ELNO)	-8.0	-8.4	5%
	Nœud D2	T	72.75	72.75	0%

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

M1200 (PENTA6)	Nœud D2	Φ_x (ELNO)	-20.0	-19.8	-1%
M1200 (PENTA6)	Nœud D2	Φ_y (ELNO)	-15.0	-14.7	-2%
M1200 (PENTA6)	Nœud D2	Φ_z (ELNO)	-8.0	-8.4	5%
	Nœud D3	T	135.25	135.25	0%
M4034 (PENTA15)	Nœud D3	Φ_x (ELNO)	-30.0	-30.0	0%
M4034 (PENTA15)	Nœud D3	Φ_y (ELNO)	-15.0	-15.0	0%
M4034 (PENTA15)	Nœud D3	Φ_z (ELNO)	-8.0	-8.0	0%
	Nœud D4	T	91.50	91.50	0%
M1795 (PYRAM5)	Nœud D4	Φ_x (ELNO)	-10.0	-9.6	-4%
M1795 (PYRAM5)	Nœud D4	Φ_y (ELNO)	-30.0	-29.4	-2%
M1795 (PYRAM5)	Nœud D4	Φ_z (ELNO)	-8.0	-7.2	-10%
	Nœud D5	T	129.00	129.00	0%
M1838 (TETRA4)	Nœud D5	Φ_x (ELNO)	-20.0	-19.6	-2%
M1838 (TETRA4)	Nœud D5	Φ_y (ELNO)	-30.0	-29.4	-2%
M1838 (TETRA4)	Nœud D5	Φ_z (ELNO)	-8.0	-8.4	5%
	Nœud D6	T	191.5	191.5	0%
M4672 (TETRA10)	Nœud D6	Φ_x (ELNO)	-30.0	-30.0	0%
M4672 (TETRA10)	Nœud D6	Φ_y (ELNO)	-30.0	-30.0	0%
M4672 (TETRA10)	Nœud D6	Φ_z (ELNO)	-8.0	-8.0	0%
	Nœud D7	T	185.25	185.25	0%
M4629 (PYRAM13)	Nœud D7	Φ_x (ELNO)	-10.0	-10.0	0%
M4629 (PYRAM13)	Nœud D7	Φ_y (ELNO)	-45.0	-45.0	0%
M4629 (PYRAM13)	Nœud D7	Φ_z (ELNO)	-8.0	-8.0	0%
	Nœud D8	T	222.75	222.75	0%
M2834 (HEXA20)	Nœud D8	Φ_x (ELNO)	-20.0	-20.0	0%
M2834 (HEXA20)	Nœud D8	Φ_y (ELNO)	-45.0	-45.0	0%
M2834 (HEXA20)	Nœud D8	Φ_z (ELNO)	-8.0	-8.0	0%
	Nœud D9	T	285.25	285.25	0%
M3234 (HEXA27)	Nœud D9	Φ_x (ELNO)	-30.0	-30.0	0%
M3234 (HEXA27)	Nœud D9	Φ_y (ELNO)	-45.0	-45.0	0%
M3234 (HEXA27)	Nœud D9	Φ_z (ELNO)	-8.0	-8.0	0%

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

8 Modélisation F

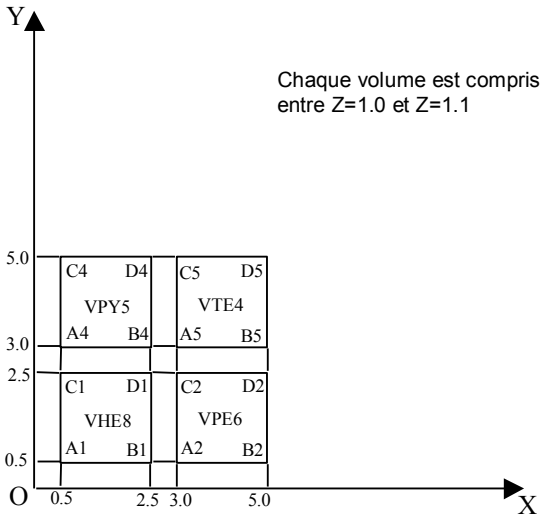
8.1 Caractéristiques de la modélisation

Eléments 3D modélisation `3D_DIAG`

8.2 Caractéristiques du maillage

Nombre de nœuds : 2356.
Nombre de mailles et types : 2434 mailles dont 400 HEXA8, 800 PENTA6, 600 PYRAM5 et 634 TETRA4.

Le maillage comprend 4 hexaèdres VHE8, VPE6, VPY5 et VTE4 maillés respectivement avec des éléments HEXA8, PENTA6, PYRAM5 et TETRA4.



Nom du GROUP_MA	Type d'élément	Discrétisation suivant :		
		X	Y	Z
VHE8	HEXA8	20	20	1
VPE6	PENTA6	20	20	1
VPY5	PYRAM5	10	10	1
VTE4	TETRA4	10	10	1

Nom du GROUP_MA	Type d'élément	Discrétisation suivant :		
		X	Y	Z
VHE8	HEXA8	20	20	1
VPE6	PENTA6	20	20	1
VPY5	PYRAM5	10	10	1
VTE4	TETRA4	10	10	1

Les nœuds utilisés pour le post-traitement sont :

Nom du nœud	Coordonnées	Numéro du nœud	Nom d'une maille contenant ce nœud	Type de la maille
D1	$(2.5;2.5;1.0)$	*N440*	*M400*	HEXA8

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

$D2$	$(5.0;2.5;1.0)$	$N1322$	$M1200$	PENTA6
$D3$	$(7.5;2.5;1.0)$	$N11453$	$M4034$	PENTA15
$D4$	$(2.5;5.0;1.0)$	$N1995$	$M1795$	PYRAM5

L'ensemble du maillage est affecté par une modélisation thermique `3D_DIAG`.

8.3 Résultats et grandeurs testées

- Avec un champ de température linéaire (flux constant) :

Localisation		Grandeur	Référence	*Aster*	% différence
Maille	**Nœud ou** PG				
	Nœud $D1$	T	16.5	16.5	0%
$M400$ (HEXA8)	Nœud $D1$	Φ_x ($ELNO$)	-2.0	-2.0	0%
$M400$ (HEXA8)	Nœud $D1$	Φ_y ($ELNO$)	-3.0	-3.0	0%
$M400$ (HEXA8)	Nœud $D1$	Φ_z ($ELNO$)	-4.0	-4.0	0%
$M400$ (HEXA8)	Point 1	Φ_x ($ELGA$)	-2.0	-2.0	0%
	Nœud $D2$	T	21.5	21.5	0%
$M1200$ (PENTA6)	Nœud $D2$	Φ_x ($ELNO$)	-2.0	-2.0	0%
$M1200$ (PENTA6)	Nœud $D2$	Φ_y ($ELNO$)	-3.0	-3.0	0%
$M1200$ (PENTA6)	Nœud $D2$	Φ_z ($ELNO$)	-4.0	-4.0	0%
$M1200$ (PENTA6)	Point 1	Φ_x ($ELGA$)	-2.0	-2.0	0%
	Nœud $D3$	T	24.0	24.0	0%
$M1795$ (PYRAM5)	Nœud $D3$	Φ_x ($ELNO$)	-2.0	-2.0	0%
$M1795$ (PYRAM5)	Nœud $D3$	Φ_y ($ELNO$)	-3.0	-3.0	0%
$M1795$ (PYRAM5)	Nœud $D3$	Φ_z ($ELNO$)	-4.0	-4.0	0%
$M1795$ (PYRAM5)	Point 1	Φ_x ($ELGA$)	-2.0	-2.0	0%
	Nœud $D4$	T	29.0	29.0	0%
$M1838$ (TETRA4)	Nœud $D4$	Φ_x ($ELNO$)	-2.0	-2.0	0%
$M1838$ (TETRA4)	Nœud $D4$	Φ_y ($ELNO$)	-3.0	-3.0	0%
$M1838$ (TETRA4)	Nœud $D4$	Φ_z ($ELNO$)	-4.0	-4.0	0%
$M1838$ (TETRA4)	Point 1	Φ_x ($ELGA$)	-2.0	-2.0	0%

- Avec un champ de température quadratique (flux linéaire) :

Localisation		Grandeur	Référence	*Aster*	% différence
Maille	**Nœud ou** PG				
	Nœud $D1$	T	35.25	35.25	0%
$M400$ (HEXA8)	Nœud $D1$	Φ_x ($ELNO$)	-10.0	-9.8	-2%
$M400$ (HEXA8)	Nœud $D1$	Φ_y ($ELNO$)	-15.0	-14.7	-2%
$M400$ (HEXA8)	Nœud $D1$	Φ_z ($ELNO$)	-8.0	-8.4	5%
	Nœud $D2$	T	72.75	72.75	0%
$M1200$ (PENTA6)	Nœud $D2$	Φ_x ($ELNO$)	-20.0	-19.8	-1%
$M1200$ (PENTA6)	Nœud $D2$	Φ_y ($ELNO$)	-15.0	-14.7	-2%
$M1200$ (PENTA6)	Nœud $D2$	Φ_z ($ELNO$)	-8.0	-8.4	5%
	Nœud $D3$	T	91.50	91.50	0%
$M1795$ (PYRAM5)	Nœud $D3$	Φ_x ($ELNO$)	-10.0	-9.6	-4%
$M1795$ (PYRAM5)	Nœud $D3$	Φ_y ($ELNO$)	-30.0	-29.4	-2%
$M1795$ (PYRAM5)	Nœud $D3$	Φ_z ($ELNO$)	-8.0	-7.2	-10%
	Nœud $D4$	T	129.00	129.00	0%
$M1838$ (TETRA4)	Nœud $D4$	Φ_x ($ELNO$)	-20.0	-19.6	-2%
$M1838$ (TETRA4)	Nœud $D4$	Φ_y ($ELNO$)	-30.0	-29.4	-2%

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

M1838 (TETRA4)	Nœud *D4*	Φ (*ELNO*)	-8.0	-8.4	5%

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

9 Synthèse des résultats

Récapitulatif des résultats

modélisation		Flux aux nœuds ou aux PG avec une température linéaire		Flux aux nœuds avec une température quadratique	
Type d'élément	Discrétisation en X et Y	Erreur relative max %		Erreur relative max %	
Modélisation 2D 'PLAN'					
QUAD4	$10 el/m$	0%		5%	
TRIA3	$10 el/m$	0%		1%	
QUAD8	$10 el/m$	0%		0%	
QUAD9	$10 el/m$	0%		0%	
Modélisation 2D 'PLAN_DIAG'					
QUAD4	$10 el/m$	0%		10%	
TRIA3	$10 el/m$	0%		10%	
TRIA6	$10 el/m$	0%		5%	
QUAD9	$10 el/m$	0%		1%	
Modélisation 2D 'AXIS'					
QUAD4	$10 el/m$	0%		5%	
TRIA3	$10 el/m$	0%		1%	
QUAD8	$10 el/m$	0%		0%	
QUAD9	$10 el/m$	0%		0%	
Modélisation 2D 'AXIS_DIAG'					
QUAD4	$10 el/m$	0%		10%	
TRIA3	$10 el/m$	0%		10%	
TRIA6	$10 el/m$	0%		5%	
QUAD9	$10 el/m$	0%		1%	
Modélisation '3D'					
HEXA8	$10 el/m$	0%		5%	
PENTA6	$10 el/m$	0%		5%	
PYRAM5	$5 el/m$	0%		10%	
TETRA4	$5 el/m$	0%		5%	
HEXA20	$10 el/m$	0%		0%	
HEXA27	$10 el/m$	0%		0%	
PENTA15	$10 el/m$	0%		0%	
PYRAM13	$5 el/m$	0%		0%	
TETRA10	$5 el/m$	0%		0%	
Modélisation '3D_DIAG'					
HEXA8	$10 el/m$	0%		5%	
PENTA6	$10 el/m$	0%		5%	
PYRAM5	$5 el/m$	0%		10%	
TETRA4	$5 el/m$	0%		5%	

Avec un champ de température linéaire (et un flux constant) :

- Toutes les modélisations donnent des résultats exacts.

Avec un champ de température quadratique (et un flux linéaire) :

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

- Les résultats sont exacts avec des éléments d'ordre 2 et une modélisation non DIAG. Ces éléments ayant des fonctions de forme quadratiques peuvent représenter exactement le champ de température imposé. Les flux sont exacts et le seraient encore avec une discrétisation plus grossière.
- Les éléments d'ordre 2 avec une modélisation DIAG sont traités comme des éléments d'ordre 1 pour le calcul du flux. Pour ces éléments, les flux sont constants par élément. L'erreur est donc directement liée à la taille des éléments

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