ZZZZ285 - Validation de PROJ_CHAMP / Collocation

Résumé :

Ce test est un test informatique. Il valide la commande PROJ_CHAMP METHODE='COLLOCATION' pour tous les types de mailles $2D$ et $3D$, avec des bords droits ou courbes.

Il existe 6 modélisations (A , B , C , D , E , F).

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

1 But du test

On veut valider l'implémentation de la méthode 'COLLOCATION' de projection des champs aux nœuds pour tous les types de mailles 2D et 3D à bords droits ou courbes.

2 Principe du test

On maille un carré (en 2D) ou un cube (en 3D) en utilisant des éléments linéaires à bords droits (TRIA3, QUAD4, HEXA8, PENTA6, TETRA4, PYRAM5). Le carré (ou le cube) est maillé 2 fois avec des discrétisations différentes. Appelons ces 2 maillages MA1 et MA2.

On utilise la commande CREA_MAILLAGE pour transformer ces maillages linéaires en maillages quadratiques ('LINE_QUAD').
On utilise également la commande CREA_MAILLAGE pour créer des mailles « QUAD+ » : QUAD9, HEXA27 et PENTA18.

On dispose alors pour tous les types de mailles : TRIA, QUAD, …, PYRAM de maillages linéaires(« LIN »), quadratiques (« QUAD ») ou « QUAD+ »

Avec la commande MODI_MAILLAGE / DEFORME, on peut déformer les maillages MA1 et MA2 pour que les bords des éléments deviennent courbes.

On crée alors un champ aux nœuds (CH1) dont la forme est « analytique » (application d'une formule aux coordonnées des nœuds du maillage MA1). On peut utiliser 3 formules différentes :

- une fonction affine des coordonnées (notée « degré 1 »)
- une fonction quadratique des coordonnées (notée « degré 2 »)
- une fonction quelconque des coordonnées (notée « degré 2+ » bien que l'on utilise en réalité des puissances fractionnaires).

On réalise alors une projection de CH1 de MA1 vers MA2. On obtient CH2. Ce champ est à nouveau projeté de MA2 vers MA1. On obtient CH1B.
CH1 et CH1B ayant le même maillage support, on peut alors calculer l'erreur relative causée par la double projection.

On calcule alors (et on teste) le « maximum » de l'erreur relative sur le maillage.

Remarque :Comme la commande PROJ_CHAMP est parfois utilisée entre 2 maillages dont les nœuds sont géométriquement confondus (par exemple les études THM), on teste également cette configuration (MA2 = MA1) pour vérifier que dans ce cas, l'erreur de projection est nulle.

3 Solution de référence

La solution de référence est 0. Idéalement, l'erreur de projection doit être nulle.

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

4 Résultats

Dans les 2 tableaux ci-dessous, on a relevé l'erreur relative maximale liée à la double projection pour les différents cas de figures : bords droits ou courbes, types de mailles, champ linéaire, quadratique, …

Quand l'erreur de projection est inférieure à 1.e-9, la case est coloré en jaune. On considère alors que la projection est « parfaite ».

Remarques :

La combinaison « bords courbes + degré des mailles LIN » n'existe pas !
Le degré QUAD+ n'existe pas pour les TETRA / PYRAM

4.1 Projection d'un maillage sur un autre maillage (différent)

bords	degré des mailles	degré du champ	TRIA / QUAD	HEXA / PENTA	TETRA / PYRAM
droits	LIN	1	6.6E-12	4.9E-12	2.2E-16
		2	6.3E-03	4.2E-03	0.046
		2+	2.0E-03	1.3E-03	0.012
	QUAD	1	2.6E-11	2.0E-11	5.2E-16
		2	4.3E-04	2.8E-04	5.5E-16
		2+	1.1E-04	7.7E-05	1.5E-04
	QUAD+	1	3.0E-11	2.2E-11	
		2	1.1E-10	6.5E-11	
		2+	2.5E-06	4.9E-06	
courbes	QUAD	1	2.3E-03	1.7E-03	0.023
		2	0.012	6.5E-03	0.048
		2+	2.9E-03	1.9E-03	0.033
	QUAD+	1	2.3E-03	1.7E-03	
		2	0.012	6.5E-03	
		2+	2.9E-03	1.9E-03	

4.2 Projection d'un maillage sur lui-même

bords	degré des mailles	degré du champ	TRIA / QUAD	HEXA / PENTA	TETRA / PYRAM
droits	LIN	1	0.0E+00	4.6E-16	0.0E+00
		2	0.0E+00	3.3E-16	0.0E+00
		2+	0.0E+00	3.9E-16	0.0E+00
	QUAD	1	3.4E-16	9.2E-16	7.8E-16
		2	4.0E-16	1.0E-15	1.1E-15
		2+	3.8E-16	8.0E-16	7.8E-16
	QUAD+	1	8.1E-16	8.8E-16	
		2	8.8E-16	1.2E-15	
		2+	8.4E-16	8.9E-16	
courbes	QUAD	1	1.2E-10	9.6E-11	1.1E-10
		2	7.1E-10	3.0E-10	2.7E-10
		2+	2.5E-10	1.8E-10	2.6E-10
	QUAD+	1	1.3E-10	9.6E-11	
		2	5.2E-10	3.0E-10	
		2+	2.5E-10	1.8E-10	

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

5 Synthèse des résultats

Lorsqu'on projette un maillage sur lui-même, il n'y a pas d'erreur de projection (toutes les cases son jaunes)
Lorsque les bords sont droits et que les champs sont du même degré que les éléments, Il n'y a pas d'erreur de projection.
Dans le cas général (maillages différents et champ quelconque), l'erreur peut varier de 1.e-6 à 5.e-2 (5%) si les bords sont droits. Lorsque les bords sont courbes l'erreur varie entre 2.e-3 et 5.e-2. On constate donc que pour les bords courbes, même s'ils perturbent l'algorithme d'appariement (en deux étapes dont la première linéarise les mailles), l'erreur maximale n'est pas plus importante que pour les bords droits (ici 5%).

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