

Ecinaads-D1.4: Synthèse des cas industriels.

Octobre 2013

O. Allain, S. Wornom

Abstract

Key words: Large Eddy Simulation, Computational Fluid Dynamics

1 Pompe rotative PCM

Il s'agit du premier cas calculé par Lemma avec la version de ANANAS étendue pour intégrer le préconditionneur en déflation. Il s'agit d'un écoulement stationnaire dans une pompe dont les deux pales rotatives sont bloquées. La géométrie est montrée en figure 1 est proche de celle d'une conduite donnant sur une cavité laquelle se vide dans une seconde conduite. Quand la partition parallèle est constituée de sous-domaines formant des tranches dans la direction de l'écoulement, la convergence peut-être très ralentie. De plus la présence de couches limites fines complique la tâche de l'algorithme de résolution. Dans nos calculs, le maillage contient 2M cellules et est partitionné dans 40 processeurs. La figure 2 et la table 1 comparent l'efficacité d'un simple algorithme de projection implicite avec les options a) une méthode de Schwarz additive préconditionnée RAS-ILU avec b) le même algorithme complété par une déflation. Avec la seconde option, la convergence est 12 fois plus rapide en itérations et le gain en temps calcul est d'un facteur 9.7 pour la phase de projection, et 8.5 pour le calcul dans son ensemble.

O. Allain
LEMMA, Les Algorithmes (Le Thales A), 2000 route des Lucioles, 06410 BIOT, France, e-mail:
olivier.allain@lemma-ing.com

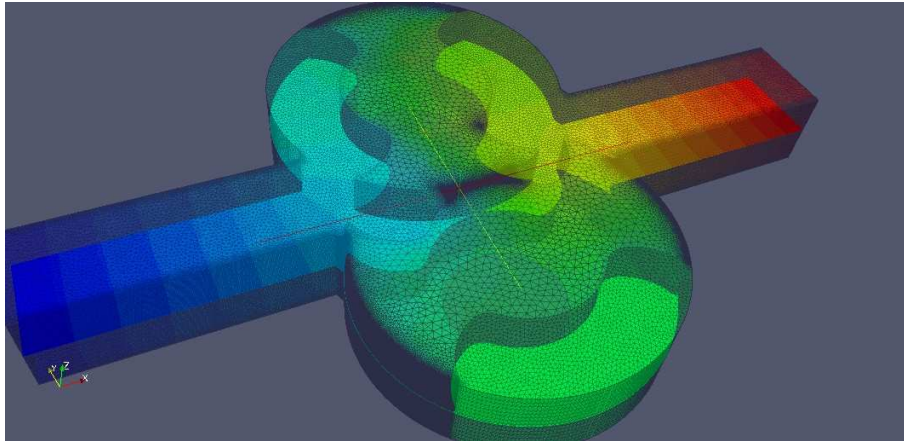


Fig. 1 Maillage et pression dans une pompe (Decomposition 4). Courtesy of PCM.

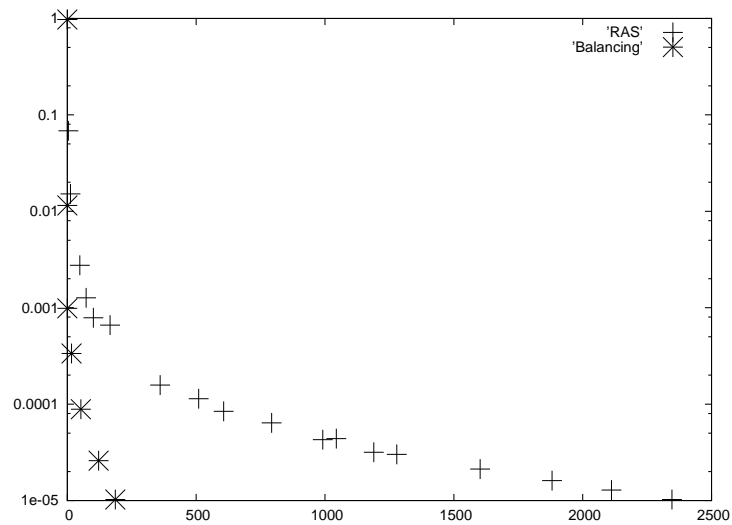


Fig. 2 Écoulement incompressible dans une pompe. Comparaison entre RAS et Schwarz avec déflation deux niveau (Decomposition 4). Les résidus sont présentés en fonction des itérations.

Table 1 Écoulement incompressible dans une pompe. Comparaison des nombres d'itération avant convergence

Type de préconditionner M^{-1}	# sous-domaines	Itérations	CPU
RAS-ILU	40	2364	291 sec.
Deflated-RAS-ILU	40	186	30 sec.

2 Pompe capsuléique PCM

Voir figure. Une difficulté importante (non visible sur la figure est l'extrême étirement des mailles normalement à la peau extérieure.

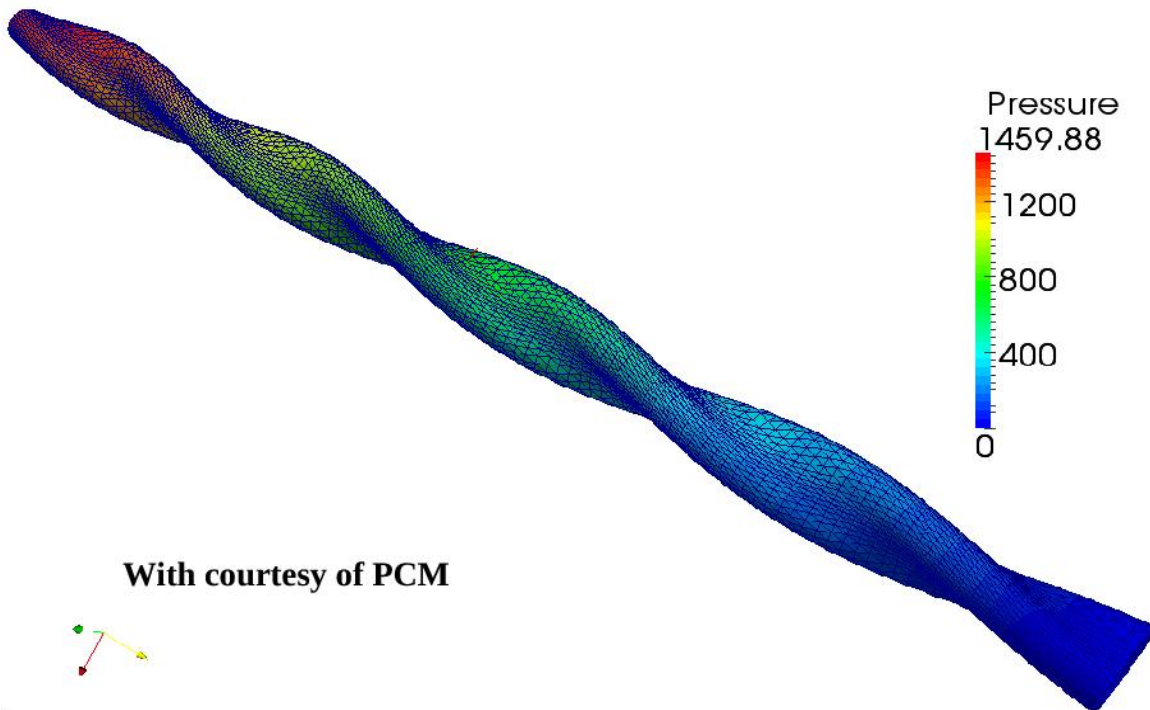


Figure 3: Pompe capsuléique : maillage de peau et palette des pressions.

Le maillage comprend approximativement 100 000 nœuds par pas de stator, la simulation comptant 2 pas. Le maillage est localement fortement étiré avec 7 nœuds dans 0.1 mm, épaisseur du jeu entre rotor et stator. L'anisotropie longitudinale est d'approximativement 250 en régime laminaire pour de grandes viscosités (>0.5 Pa.s) et une anisotropie maximale de 10-15 en VMS pour des calculs sur de l'eau.

Le nombre de processeurs est de 16. Les calculs en déflation ont donné une accélération en cpu d'un facteur 2.

3 Géométrie complexe de plateforme pétrolière de type “spar”

Cette géométrie calculée en [1] compte 2M noeuds, Voir les figures.

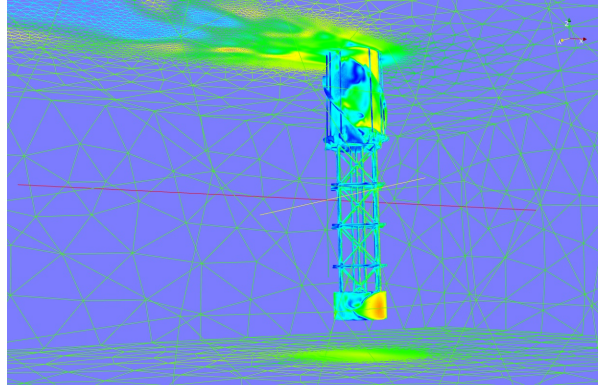


Figure 4: Plate-forme : maillage frontière global avec palettes de vitesses.

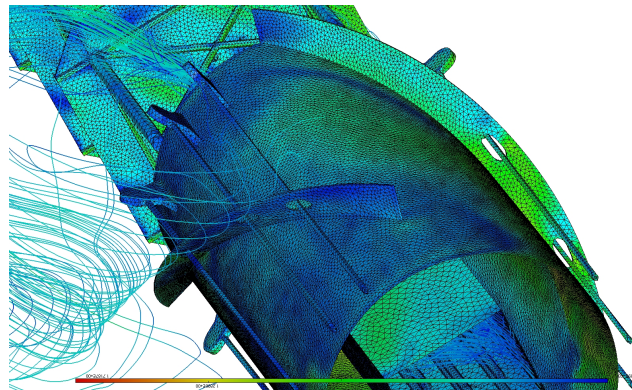


Figure 5: Plate-forme : maillage proche de la partie haute avec trajectoires d'écoulement.

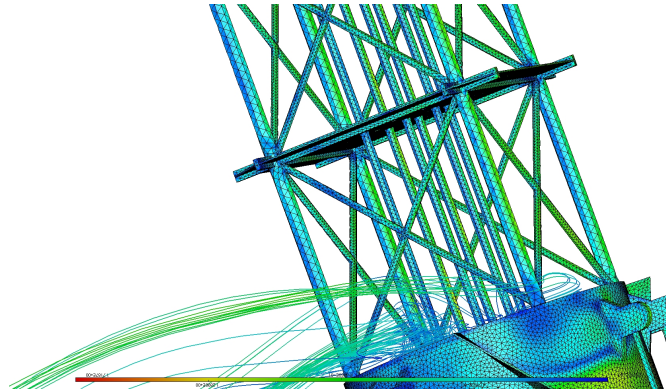


Figure 6: Plate-forme : maillage proche du truss (partie profonde).

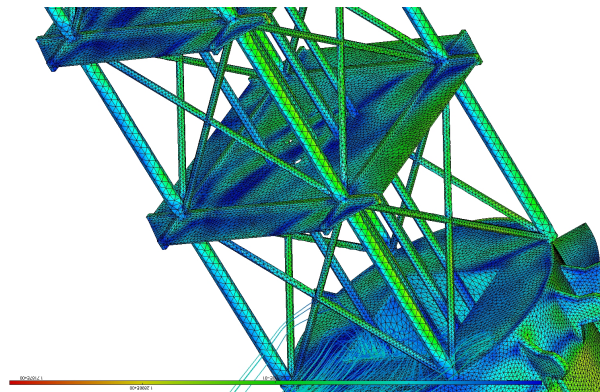


Figure 7: Plate-forme : deuxième vue du truss.

Une démarche d'adaptation de maillage a pu être appliquée à cette géométrie. Elle a permis de réduire le nombre de mailles à 500000 cellules pour une meilleure précision, cf. les figures 8 et 9.

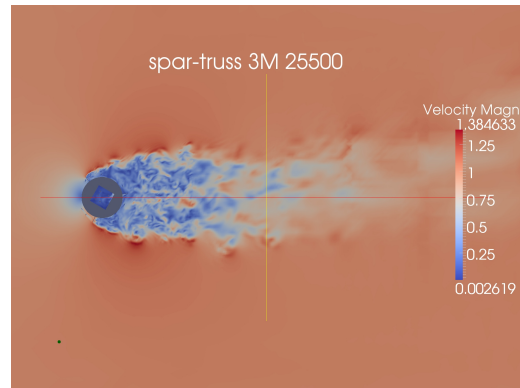


Figure 8: Plate-forme : vue de l'écoulement suivant une coupe horizontale à hauteur du corps principal ("spar").

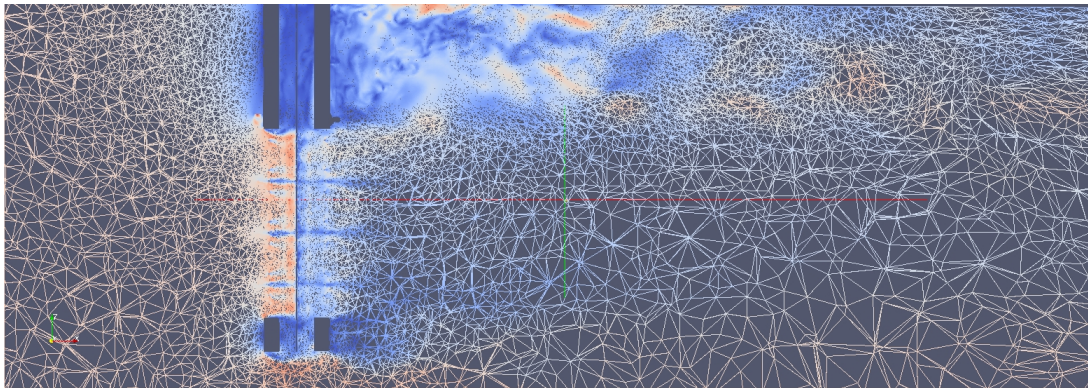


Figure 9: Plate-forme : vue de l'écoulement (palette en vitesse) et du maillage adapté suivant une coupe verticale.

4 Conclusions

Lemma a réalisé deux séries de cas tests.

Afin de tester les progrès apportés par la déflation dans les calculs implicites, Lemma a calculé deux écoulement incompressibles dans des pompes industrielles et a mesuré le gain en itérations et en temps calcul grâce au nouvel algorithme de déflation.

Afin de tester l'apport de la méthode d'adaptation orientée fonctionnelle c'est à dire basée sur un adjoint, Lemma a recalculé sur un maillage adapté l'écoulement autour de la géométrie complexe d'une plateforme pétrolière (spar + truss). ce dernier cas test illustre la puissance des maillages contrôlés, désormais capables d'adapter le maillage tout en collant à des géométries particulièrement complexes. La contribution de Lemma à la validation de nouveaux modèles VMS et hybrides sur des géométries non-industrielles est présentée dans la livraison sur les modèles.

5 Remerciements

Ce rapport est une livraison du projet ECINADS n° ANR-09-COSI-003 de l'Association Nationale de la Recherche.

References

1. S. Srinivas, S. Wornom, A. Dervieux, B. Koobus, O. Allain, A study of LES models for the simulation of a turbulent flow around a truss spar geometry, OMAE2006-92355, Proceedings of OMAE'06, 25th International Conference on Offshore and Arctic Engineering, 4-9 June, 2006, Hamburg, Germany.