

	Test et optimisation d'un simulateur d'outils de forage PDC en contexte directionnel et vibratoire	
--	---	--

Mots clefs:

Outil de forage PDC, trajectoire de puits de forage, forage directionnel, vibrations du forage ; algorithmique géométrique, maillage 3D triangulés, représentation frontière, opérations booléennes entre polyèdres 3D

Contexte scientifique du stage :

La majorité des puits de forage existants suivent des trajectoires tri-dimensionnelles qui présentent de la tortuosité à plusieurs échelles due à des séquences de forage directionnel complexes souvent sujettes à des vibrations. Dans ce contexte, la maîtrise du comportement mécanique des outils de forage est critique. L'expérimentation de ces phénomènes de fond de puits étant difficile, les fabricants d'outils de forage ont recours à des simulateurs pour optimiser la conception des outils de forage.

C'est dans ce cadre que s'est développée la collaboration entre le centre de Géosciences de Mines-ParisTech (1) et le fabricant d'outil de forage Varel en vue du développement d'un simulateur 3D d'outils de forage PDC (2). Ce simulateur, actuellement utilisé en production (3), s'appuie notamment sur un moteur de calcul géométrique qui permet de simuler le comportement des outils de forage PDC dans une variété de contextes usuels.

Un module spécifique en cours de développement à Mines-ParisTech a pour but de généraliser le mouvement imposé à l'outil afin de traiter des trajectoires de forage quelconques. Ce module permet à la fois de calculer la géométrie du trou foré, les volumes enlevés par les taillants de coupe, les contacts entre l'outil et le trou ainsi que les efforts de coupe et de contact associés.

Objectif du stage :

L'objectif du stage est d'éprouver, d'analyser et d'améliorer le comportement du nouveau module de calcul dans des contextes de forage très perturbés. Des aspects communs à tout type de simulateur seront couverts lors de ce stage : la gestion des entrées/sorties, la robustesse et la rapidité du code de calcul, la gestion de la volumétrie de données.

Le stagiaire aura pour principales tâches:

- Générer des trajectoires complexes et perturbées, via des processus stochastiques notamment
- Construire un plan de tests et de validation du module de calcul, plan qui pourra être automatisé sur la base de scripts de tests
- Benchmarker le nouveau module avec le simulateur existant
- Déterminer les limites des différents processus de calcul suivant les contextes envisagés ainsi que leur sensibilité aux différents paramètres numériques fondamentaux
- Suggérer et implémenter des voies d'amélioration et d'optimisation liées à des aspects géométriques, algorithmiques ou informatiques
- Consigner par écrit et par oral les résultats de ses travaux et recommandations

Contexte opérationnel du stage :

Le stagiaire travaillera au sein d'une équipe de recherche spécialisée notamment dans la modélisation et l'expérimentation des processus de forage. Il sera en interaction régulière avec les ingénieurs R&D Varel en charge du simulateur industriel (basés à Paris et Pau). Une visite des équipes et de l'usine Varel (basées à Pau) ainsi que des installations expérimentales du Centre de Géoscience (basées à Pau) est envisagée.

Le profil du stagiaire:

Le stagiaire, de niveau master 2 ou école d'ingénieur, aura idéalement des compétences en mathématiques appliquées, en informatique, en programmation et en physique.

Sans qu'il soit attendu qu'il participe au développement du code, le stagiaire devra être à l'aise avec le système linux, les langages de script sous linux, les langages C/C++ et en moindre mesure python, la structuration de projets logiciels et de codes de calcul scientifique.

Les conditions du stage :

Le stage de 5 ou 6 mois se déroulera au centre de recherche en Géosciences de MINES-ParisTech à Fontainebleau. Le stagiaire sera rémunéré au SMIC et pourra bénéficier d'un logement à la cité universitaire à Fontainebleau à un tarif préférentiel.

Adresse : MINES ParisTech - Centre de Géosciences, 35 rue Saint Honoré 77305 Fontainebleau, France

L'encadrement :

Olivier STAB (Mines ParisTech) : olivier.stab@mines-paristech.fr, 01.64.69.48.29

Gilles PELFRENE (Varel) : gpelfrene@varelintl.com

Pour aller plus loin:

1. S. Menand, H. Sellami, M. Tijani, O. Stab, D. Dupuis, C. Simon (2006). Advancements in 3D drilling mechanics: from the bit to the topdrive. SPE/IADC International Drilling Conference and Exhibition, 2006, Florida, USA.
2. G. Pelfrene, O. Stab, et al (2019). Modelling the 3D Bit-Rock Interaction Helps Designing Better PDC Bits. SPE/IADC International Drilling Conference and Exhibition 5 - 7 Mar 2019 World Forum Hague, The Netherlands
3. <http://www.vareloilandgas.com/index.php/en/technology/pdc-bit-design-optimization/impacts2/dig-it>
4. L. Gerbaud (2006). PDC bits: all comes from the cutter rock interaction, IADC/SPE Drilling Conference. Miami, Floride. SPE International
5. F. Real, A. Batou, T. Ritto, C. Desceliers (2019). Stochastic modeling for hysteretic bit-rock interaction of a drill string under torsional vibrations.