

MODÉLISATION DE LA DYNAMIQUE NON LINÉAIRE D'UN TRAIN DE TIGES DE FORAGE IMMERGÉ DANS UN Puits DE TRAJECTOIRE 3D

Résumé

La thèse réalisée s'inscrit dans le cadre du projet de Labcom DrillLab entre le LaMCoS UMR 5259 – INSA Lyon et la PME DrillScan dont l'objectif de développer des modèles non linéaires pour simuler le comportement dynamique de train de tiges de forage pour l'extraction pétrolière et l'exploitation géothermique. La compréhension et la maîtrise du comportement vibratoire des éléments en rotation améliorent la vitesse de pénétration et réduisent le MTBF, le temps moyen entre deux défaillances. Dans cette thèse, le train de tiges est modélisé par des éléments finis de poutre droite en prenant en compte des couplages axial/torsion- flexion, des interactions tige-puits, fluide-structure. L'effet de la trajectoire 3D du puits provoquant l'état pré-chargé initial du train de tiges est considéré par le calcul du parcours : la tige en position initiale verticale est ramenée à la ligne neutre du puits en utilisant la méthode co-rotationnelle. La position d'équilibre quasi-statique du train de tiges confiné dans le puits sous des actions de la gravité, du poids et du couple sur l'outil, du fluide pulsé et des réactions de contact est obtenue par la méthode itérative Newton-Raphson. Les analyses modales, le diagramme de Campbell, et les réponses dynamiques non linéaires sont investigués à partir de cette position d'équilibre initial du train de tige dans le puits. Les réponses dynamiques sous différentes sources d'excitation (de balourd, harmonique, asynchrone, transitoire, etc.) peuvent être obtenues par la résolution du système des équations dynamiques non linéaires à l'aide du schéma numérique de Runge-Kutta d'ordre 4 avec un pas de temps adaptatif pour réduire significativement le temps de calcul. Afin de suivre le comportement dynamique de tout le train de tiges qui peut atteindre en réalité quelques kilomètres de longueur, la technique de réduction de modèle de type Craig-Bampton est mise en œuvre. Ainsi, la rapidité de simulation dynamique du modèle proposé dans cette thèse est bien améliorée. La modélisation développée a été implémentée dans un outil de simulation (DrillSim – Drilling Simulation) dans le cadre du projet DrillLab.

Mots-clés : dynamique des rotors, dynamique non-linéaire, interaction fluide-structure, interaction tige-puits, réduction du modèle, simulation numérique.