

Contexte de l'entreprise

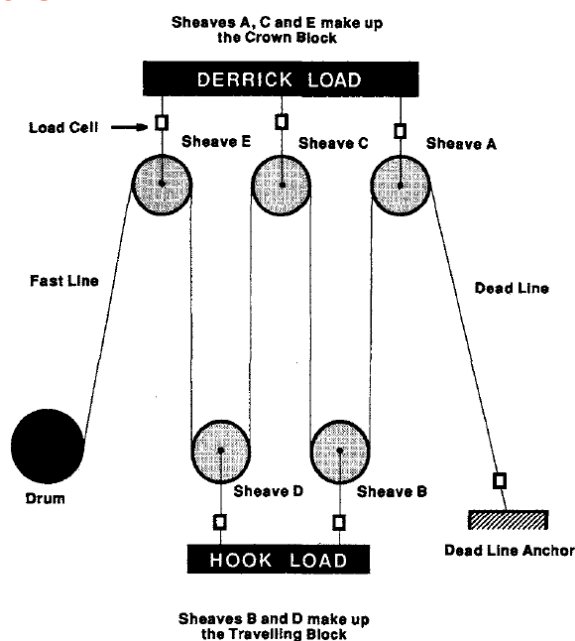
Excellence Logging (ExLog) est une entreprise de *Surface Data Logging* établie au Royaume-Uni dont le département R&D est basé en France à Colombes (92). Elle intervient principalement sur les puits pétroliers ou géothermiques, en récoltant des données au cours des différentes opérations de forage. Son objectif est alors de traiter et d'analyser le plus finement possible ces données afin de s'assurer du bon déroulement des opérations (analyses de gaz/roches, etc.) et de détecter le moindre problème pendant le forage (stabilité du puits, comportement et conditions du train de tiges, état d'usure de l'outil de forage, etc.).

L'un des enjeux majeurs d'*Excellence Logging* est de s'assurer que le forage s'effectue dans des conditions optimales, ce qui passe entre autres par la détermination des efforts qui s'exercent sur l'outil en fond de puits. Afin d'estimer ces efforts à l'outil, seules des mesures d'efforts en surface sont disponibles, mesures qui sont malheureusement perturbées par diverses sources de frottements. L'objectif de ce stage sera de s'intéresser plus particulièrement aux frottements interférant sur la mesure en surface du poids du train de tiges.

Introduction au sujet, vocabulaire et notations

Lors d'un forage, un *outil de forage* est entraîné en rotation par une *tige de forage*. Comme les zones à atteindre sont très profondes, on n'utilise non pas une seule tige mais un assemblage de tiges, que l'on appelle *train de tiges*. Quelques milliers de mètres de tiges sont couramment utilisés en forage, ce qui est très lourd et doit être soutenu de façon contrôlée. C'est pourquoi le train de tiges est soutenu en surface par un système de palan comme schématisé ci-contre.

Ce système se compose de deux blocs de poulies, un bloc supérieur fixé au *derrick*, dit *Crown Block*, et un bloc inférieur mobile, dit *Traveling Block*, sous lequel un crochet porte le train de tiges.



Un câble passe d'un bloc à l'autre via ce système de poulies. Une de ses extrémités est fixée au sol, et la longueur de câble entre cette fixation (*Dead Line Anchor*) et le *Crown Block* est appelée *brin mort (Dead Line)*. À son autre extrémité le câble est enroulé autour d'un *treuil (Drum)*, et on ajuste la hauteur du *Traveling Block* en déroulant ou enroulant du câble. On appelle *Fast Line* la longueur de câble entre le treuil et le *Crown Block*.

Les notations utilisées par la suite sont les suivantes :

- $F_{dl}(N)$ est la *tension du brin mort (Dead Line* sur le schéma),
- $HKL(N)$ est le *poids au crochet (Hook Load)*, qui inclut le poids du *Traveling Block*,
- n est le *nombre de brins* issus des poulies du *Traveling Block* (ici 4),

Le sujet : quelle relation unit le poids au crochet et la tension du brin mort ?

HKL est donc la mesure en surface disponible qui permet le mieux d'estimer le poids exercé sur l'outil au cours d'un forage. Comme il n'est ni connu ni directement mesurable, seule la mesure de F_{dl} peut permettre de déduire HKL .

Si le *Traveling Block* est immobile, les tensions de chacun des n brins soutenant le *Traveling Block* sont alors égales, et de plus égales à F_{dl} . Ainsi $HKL = n \cdot F_{dl}$. En revanche, lorsque le *Traveling Block* se déplace (montée/descente), les n brins n'ont plus la même tension à cause des frottements générés par les poulies... Un premier modèle de frottement élémentaire avait été développé au sein d'*Excellence Logging*, un modèle qui suppose un frottement de poulie indépendant de HKL , mais il est limité. Un nouveau modèle de frottement au niveau des poulies a ainsi été développé en 2017 qui révèle l'influence de HKL sur l'intensité du frottement.

Afin de valider ce modèle, une expérience a été réalisée au LMA (Marseille). Si les prédictions du nouveau modèle ont été validées lors de la montée du bloc, elles étaient très loin des mesures relevées lors de la descente bloc. Limites de l'expérience ? Mauvaises hypothèses du modèle ? Déformations du câble négligées ? La question est actuellement ouverte et fait l'objet du stage proposé ici.

Organisation du stage et compétences

Le stage s'articulera autour de trois axes principaux :

1. Une analyse bibliographique des connaissances existantes sur le sujet, incluant l'étude des travaux déjà réalisés sur le nouveau modèle de frottement ;
2. Une étude théorique basée sur la modélisation des frottements par éléments finis dans le système câble/poulie/axe, où le câble est soumis à des tensions variables (Abaqus, etc.) ;
3. Une étude expérimentale des frottements à l'aide du banc d'essais existant.

D'une durée de 6 mois, le stage se déroulera alternativement chez *Excellence Logging France* à Colombes et au *Laboratoire de Mécanique et d'Acoustique* (LMA) à Marseille en fonction des besoins. Le stagiaire devra manifester des compétences en mécanique des milieux continus et en calcul par éléments finis. Il devra également montrer des capacités expérimentales, de l'initiative, de l'autonomie, et un goût pour le travail en équipe.

Contacts

Excellence Logging (Colombes) :
M. Jacques LESSI
Directeur scientifique
Mail : jlessi@exlog.com

Laboratoire de Mécanique et d'Acoustique (Marseille) :
M. Iulian ROSU
Ingénieur de Recherche
Mail : rosu@lma.cnrs-mrs.fr