

N° Série :/2021



Faculté des hydrocarbures et des énergies renouvelables et des Sciences De la terre et l'univers

Département de forage et mécanique des chantiers pétroliers.

MEMOIRE DE FIN D'ETUDE

Pour Obtenir le Diplôme de Master

Option: Forage

Présenté par :

Benhanni Mohammed El-Mounir, Medkour Loubna, Neki Aya

THEME

**Etude la fatigue du cas coiled
Tubing**

Soutenu publiquement Le : 26/06/2021

Devant le jury :

Encadreur :	Mr. Khelifa Cherif	enseignant	Univ.KM Ouargla
Président :	Mr. Ziari Saber	enseignant	Univ.KM Ouargla
Examineur :	Mr. Dada Saada	enseignant	Univ.KM Ouargla

Années Universitaire : 2020/2021

Résumé :

Les tubes enroulés sont utilisés dans différents emplois dans l'industrie pétrolière, et ils doivent être utilisés jusqu'à ce que la production maximale soit atteinte , et chaque type de tube enroulé a une durée de vie, et il est déterminé par différents facteurs qui décrivent une formule de la fatigue, la formule de dommage que nous utilisons provient d'Haliburton, les dommages dus à la fatigue des tubes enroulés sont un problème grave car la contrainte excessive sur les tubes enroulés peut entraîner un cisaillement mécanique et pour éviter une perte de temps et d'argent, nous utilisons un programme de simulation qui calcule les dommages dus à la fatigue. Prévoyez quand cela se produira et prévenez-le, prolongez la durée de vie des tubes enroulés et utilisez-les au maximum.

Mots clés : Tubes enroulés, limites, fatigue, défaillances, système de suivi de durée de vie.

Abstract:

Coiled tubing are used in different jobs in the oil industry, and they should be used until the achieve maximum production, and each type of coiled tubing have a life span, and it's determined by different factors that can be summarized in one formula, the fatigue damage formula we use is from Halliburton, Fatigue damage of coiled tubing is a serious concern because the excessive stress on the coiled tubing can lead to mechanical shear and to avoid a loss of time and money we use a simulation program that calculate the fatigue damage to predict when it will happen and prevent it and extend the life of the coiled tubing and make use of them to the maximum.

Key words: Coiled tubing, limits, fatigue, failures, fatigue life tracking system.

المخلص:

تُستخدم الأنابيب الملفوفة في وظائف مختلفة في صناعة النفط ، ويجب استخدامها حتى الوصول إلى أقصى إنتاج ، ولكل نوع من الأنابيب الملفوفة عمر افتراضي ، ويتم تحديده من خلال عوامل مختلفة يمكن تلخيصها في صيغة واحدة ، التعب معادلة التلف التي نستخدمها هي من شركة Halliburton ، يعد تلف إجهاد الأنابيب الملتفة مصدر قلق كبير لأن الضغط المفرط على الأنابيب الملتفة يمكن أن يؤدي إلى القص الميكانيكي ولتجنب ضياع الوقت والمال ، نستخدم برنامج محاكاة يحسب الضرر الناتج عن الإجهاد توقع وقت حدوث ذلك ومنع حدوثه وإطالة عمر الأنابيب الملتفة والاستفادة منها إلى أقصى حد.

الكلمات الدالة: أنابيب ملفوفة، حدود، تعب، أعطال، نظام تتبع نسبة التعب.




REMERCEMENT

En tout premier lieu, nous remercions le bon Dieu, Tout Puissant, de nous avoir donné La force pour survivre, Ainsi que l'audace pour Dépasser toutes les difficultés.

Nous aimerions à remercier toutes les Personnes qui m'ont aidé lors de la rédaction de ce Mémoire.

Nous voudrions dans un premier temps Remercier Notre encadreur de mémoire **MR. Cherif Khelifa** Professeur à l'université de **kasdi merbah-Ouargla** Pour Sa patience, sa disponibilité et Surtout ses Judicieux Conseils, qui ont Contribué à Alimenter notre Travail.

Nous remercions également toute l'équipe Pédagogique de L'université **Kasdi merbah-Ouargla** Et les intervenants professionnels responsables de Notre mémoire.



Enfin, nous remercions s'adressent au Membres de jury qui nous feront L'honneur de juger notre Travail.



Dédicace

Toutes les lettres ne sauraient trouver les mots qu'il faut... Tous les Mots sauraient exprimer la gratitude, L'amour, le Respect, la Reconnaissance... Aussi, c'est tout simplement que

Je dédie ce travail...

A mes chers parents, Je vous remercie pour tout soutien et l'amour que vous me portez depuis mon enfance et j'espère que votre bénédiction M'accompagne toujours.

A MES CHERS ET ADORABLE FRERE ET SŒUR,
Rahile et yakoub, à toute ma Famille surtout mes tantes et oncles, A mon cher oncle AbedRahman, Je te suis Très reconnaissante, et je ne te remercierai jamais assez pour ton amabilité, Générosité, ton aide précieuse.

Et bien sûr sans oublié mes amies de toujours,

Boukarboua khouloud, Ben nawi marwa, Belhisse aya, DJihene, Bousabouaa Malak, Medkour loubna, Ben hani

Mohammed ...merci pour tout.

Et à MR Cherif Khelifa, et à toute l'équipe pédagogique de

L'université Kasdi merbah _Ouargla.

Que dieu vous protège

Aya....





Dédicace

Toutes les lettres ne sauraient trouver les mots qu'il faut... Tous les Mots sauraient exprimer la gratitude, L'amour, le Respect, la Reconnaissance... Aussi, c'est tout simplement que

Je dédie ce travail...

A mes chers parents, Je vous remercie pour tout soutien et l'amour que vous me portez depuis mon enfance et j'espère que votre bénédiction M'accompagne toujours.

A MES CHERS ET ADORABLE FRERE ET SŒUR, et à toute ma Famille surtout mes tantes et oncles

*Et bien sûr sans oublié mes amies de toujours,
, Ben hani Mohammed, neki aya ...merci pour tout.*

*Et à MR Cherif Khelifa, et à toute l'équipe pédagogique de
L'université Kasdi merbah _Ouargla.*

Que dieu vous protège

Loubna.....





Dédicace

There are no words that can express the amount of gratitude and Love for the people who contributed to my life and made a huge impact.

I dedicate this work to:

**My mother who raised me and transformed me into the man I am today.
My father, despite his absence and his distance, I felt his interest in my future.**

My brothers Zineb, Zahra and Abdlmoumen for giving me encouragement and smiles.

My friend Baguigui Abdorrnouf, despite our different origins and ideas, our friendship will continue.

To all the people I loved despite the circumstances that separated us.

Mohammed.....



Liste des figures

Figure 1.1 : L'unité de coiled tubing (SCHLUMBERGER COILED TUBING, 2015)	12
Figure 1.2: la cabine de control.	15
Figure 1.3: La configuration de tension des chaînes à l'intérieure et l'extérieure.....	18
Figure 1.4: Groupe de Puissance.	19
Figure 1.5 : Cole de Cygne (coiled tubing manual, 2005).....	19
Figure 1.6: Quad BOPS ET Compi BOP (Coiled Tubing Operation., 2004).....	21
Figure 1.7: Stripper (coiled tubing manual, 2005).....	21
Figure 2.1: les étapes de l'analyse complète des défaillances des CT [5]	25
Figure 2.2: statiques de défaillance de BJ service [6].....	26
Figure 2.3:évènement du cycle de flexion des tubes enroulés.....	28
Figure 2.4: effet de la pression interne sur la durée de la vie en fatigue pour CT (1.75"et 2.375") [7].....	30
Figure 3.1: comparaison les résultats avec l'expérience et théorique.[8].....	30
Figure 3.2:les constantes de la ligne de fatigue S-N à cycle bas	36
Figure 3.4 : médian fatigue line [12]	37

Liste des tableaux

Tableau 2.1 : Des facteurs de corrosion	page 29
Tableau 2.2 : Des facteurs de soudage.....	page30
Tableau 4.1 : Job opération data	page 37
Tableau 4.2 : nombre de coup à dommage on fonction de pression Avec programme Matlab.	page40
Tableau 4.3 : nombre de coup à dommage on fonction de pression Avec CTLIFE2.....	page 41

Nomenclature

Abbreviation	Signification
CT; CTU	Coiled tubing
BOP	Blow out preventer
PSI	Pound per square inch.
Ft	Feet
TD	Total depth
In	Inch
H2S	Hydrogène sulfuré
TMP	The tubing management program
MM	Material model.
D	Depth
W	Width
X	Length
t	Epaisseur de paroi du tube enroulé
% SL	Pourcentage de douceur de vivre
CF1	Cycles à l'échec après une exposition acide avec des dommages mécaniques
CF2	Cycles à l'échec sans exposition aigre préalable et sans dommages (c'est-à-dire douceur de vivre)
HIC	Fissuration induite par l'hydrogène
SSC	Fissuration sous contrainte sulfurée
BFM	Bending fatigue machine
DM	Dommage mécanique
MIC	Concentration minimale inhibitrice
LPM	Longitudinal plowing marks
HCL	Chlorure d'hydrogène
OCTG	Oil country tubular goods
RT	Radiographic testing
PT	Liquid penetrant testing
NDT	No destructive testing
NDE	No destructive evaluation
N2	Nitrogène
Re	Limite d'élasticité
Rm	Résistance à la traction
DSPC	Diametrical strain per cycle

Table des Matières



Sommaire

remerciment	I
Dédicace.....	II-IV
liste des figures	V
liste des tables.....	VI
Nomenclature	VII
Table des matières.....	VII-XI
Introduction général.....	1

Recherche bibliographique

Recherche Bibliographie	2
-------------------------------	---

Chapitre1 : Généralité sur le coiled tubing

1 Introduction :	12
1.2 Application De Coiled Tubing :	12
1.3 Les avantages De CT :	13
1.4 Les inconvénients de CT :	13
1.5 Forces appliquées sur le coiled tubing :	13
1.6 Equipements De CTU (Fonctions / Composants) :	14
1.6.1 La cabine de contrôle (Control Cabine) :	14
1.6.2 Tambours de stockage du tubing (Working Reel).	15
1.6.3 La Tête d'injection (Injecteur Head) :	16
1.6.3 Groupe de puissance power pack :	18
1.6.4 Cols de cygne (Gosse Neck/ Guide Arch) :	19
1.6.5 Équipements de contrôle de pression :	20
1.7 Les Equipements De Fonds :	22
1.7.1 Train d'outil d'une opération :	22
1.7.2 Train d'outil de forage par coiled tubing :	22
1.7.3 Train d'outil de l'opération de fishing :	22
1.8 Conclusion.....	22

Chapitre 2 Etude de la fatigue de coiled tubing

2.1 Introduction.....	24
2.2 Définitions de coiled tubing.....	24
2.3 Étape d'analyse des défaillances (Failure analyses step).....	24
2.4 Mécanismes de défaillance.....	26
2.5 Statistiques de défaillance des tubes enroulés.....	26
2.6 La fatigue du CT.....	27
2.7 Facteurs influençant la durée de vie du CTU.....	29
2.7.1 Effet de pression interne.....	29
2.7.2 Effet de l'épaisseur de la paroi CT (CT Wall thickness).....	31
2.7.3 Effet de corrosion.....	31
2.7.4 Effet de la taille des tubes enroulés (CT size).....	31
2.7.5 L'influence de la limite d'élasticité CT (CT yield strength).....	32
2.7.6 Effet du diamètre de la bobine et du rayon de col de cygne (réel diamètre and Goose neck radius).....	33
2.7.7 Effet de la connexion soudée bout à bout (butt-welded connection).....	33
2.7.8 Influence environnementale.....	33
2.7.9 Dommages de surface.....	33
2.8 Le modèle de vie de fatigue coiled tubing (Vladimir Avakov of Haliburton)	34
2.8.1 Définition du programme :	34
2.9 Problèmes en services associés à la fatigue du coiled tubing.....	39
2.10 Conclusion :	39

Chapitre 3 modélisation et simulation

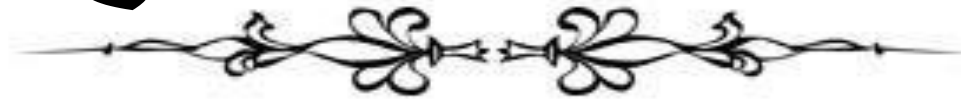
4. Application et résultats.....	40
4.2 Coiled tubing data	40

4.3 Calcule et simulation:.....	41
4.3.1 Coup à rupture :.....	44
4.4 Résultats :.....	46
4.5 Conclusion :	46

Conclusion et Recommandation

Conclusion.....	47
Recommandation	48
Refernce bibliographique.....	49

Introduction



Générale

Introduction

Pour récupérer les hydrocarbures, le forage d'un puits est le seul moyen pour l'extraire avec un prix de revient le plus minimal possible et dans les meilleures conditions de sécurité Possibles.

Dans le cadre de l'amélioration et le développement de la production en Algérie, on utilise plusieurs techniques en l'occurrence : le coiled tubing.

Le tube enroulé (CT) est un tube en alliage d'acier à faible teneur en carbone. C'est une technologie révolutionnaire dans le domaine pétrolier. Elle s'appelle une machine de travail universelle et est largement utilisée dans les opérations de diagrapie, de reconditionnement et de forage des champs pétrolifères. Dans les conditions réelles, CT est enroulé autour de l'arc de guidage et du tambour, provoquant sa flexion et sa déformation. De plus, le CT est également soumis à une pression interne. [12]

En raison des forces et de la pression qui sa exercées, ce qui provoque la fatigue de coiled tubing, ce qui note que pour mieux, appréhender le fonctionnement du CT aussi que, sa durée de vie, nous élaborer cette étude à travers laquelle nous abordons :

- Recherche bibliographique
- Chapitre 1 : Généralité sur le coiled tubing
- Chapitre 2 : étude de la fatigue de coiled tubing
- Chapitre 3 : modalisation et simulation

Recherche



Bibliographique

1.1 Recherche Bibliographie

-Shaohu, Liu et all ils ont trouvé que La technologie des tubes enroulés (CT) est largement utilisée dans le développement pétrolier et gazier. Dans le processus de fonctionnement, les défauts sont courants et accélèrent la rupture par fatigue du CT. Par conséquent, il est nécessaire de prévoir la durée de vie en fatigue du CT avec des défauts. Dans cet article, la méthode de combinaison de l'analyse par éléments finis et de l'analyse expérimentale est utilisée pour analyser les paramètres affectant la durée de vie en fatigue du scanner, tels que la profondeur, la longueur, la largeur et la distribution des défauts. Les résultats expérimentaux montrent que le paramètre de défaut le plus important est la profondeur du défaut. Compte tenu de l'effet de ces paramètres significatifs, basés sur la mécanique élastique-plastique et le modèle théorique de la résistance à la fatigue de Brown-Miller, un modèle théorique de la durée de vie en fatigue du TC avec défauts de puits a été établi, et il a été modifié en fonction des résultats expérimentaux pour l'obtention modèle théorique plus précis de la durée de vie en fatigue du CT. Le modèle théorique convient au scanner avec des défauts ellipsoïdaux, et les défauts sont des défauts de réduction de volume causés par des dommages mécaniques ;(March 2020), Elsevier.

-T. Padron ; S et H. Craig ils ont trouvé que à la suite de nombreux efforts de l'industrie, la rupture prématurée par fatigue des cordons de tubes enroulés (CT) non endommagés est presque négligeable. Cependant, malgré la compréhension et le contrôle actuels de la fatigue à bas cycle, les défaillances des chaînes de TC restent présentes dans l'industrie Plusieurs publications techniques montrent qu'environ 80% à 90% des pannes de chaînes de tomographie par ordinateur entre 1994 et 2005 étaient associées à de la corrosion, des dommages mécaniques, des erreurs humaines et des problèmes de fabrication de chaînes. Les mesures prises au cours des deux dernières décennies par les sociétés de services de tomographie par ordinateur et les améliorations constantes mises en œuvre par les fabricants de TC ont réduit l'influence de certaines de ces causes. Cependant, le travail dans des conditions de puits de plus en plus difficiles (telles que des pressions, des températures et des profondeurs plus élevées), la nécessité d'utiliser des TC de plus grand diamètre et de plus grande résistance, et l'utilisation de fluides recyclés pour les interventions, ont créé de nouveaux introduit de nouveaux mécanismes de défaillance du TC. Les nouveaux mécanismes de l'industrie comprennent : la corrosion sous influence microbiologique (MIC), les ruptures de fatigue prématurées sur les soudures en biais de nuances à haute résistance et les dommages mécaniques associés aux glissements de tuyaux ; article

Recherche Bibliographique

présenté à SPE/ICoTA Coiled Tubing and Well Intervention Conference and Exhibition, The Woodlands, Texas, USA, Mars 2018.

-James Andrew Campbell est étudié il est trouvé que les tubes enroulés qui fonctionnent depuis plus de deux ans dans les opérations européennes et ouest-africaines. Des enregistrements complets de tubes pour jusqu'à 20 unités de tubes enroulés à la fois et plus de 100 chaînes de tubes enroulés ont été enregistrés par le système. Les données ont été extraites du système, couvrant la quantité totale de tubes parcourus au cours de la période et ont été ventilées pour montrer les séquences de fonctionnement entre différentes tailles de tubes, le nombre de pannes et la maintenance effectuée sur les tubes enroulés. Cet article traite des méthodes permettant de prolonger la durée de vie des chaînes de travail à tube spiralé (CT). Le document se concentre sur six considérations : la gestion de la fatigue, le choix de la conception des cordes, les systèmes d'acquisition de données, la prévention de la corrosion, la prévention des dommages mécaniques et le choix de l'équipement ; Article présenté à the SPE Gulf Coast Section/ICoTA North American Coiled Tubing Round table, Conroe, Texas Février 1996.

-A. Bruce Conrad et al ont étudié ils ont trouvé que le programme ciblé de gestion des tubes (TMP) peut réduire considérablement les défaillances des tubes, un TMP qui a été mis en œuvre Dans la zone d'opérations du golfe du Mexique (GOM) a réduit le taux de défaillance des tubes De 300%. Les efforts combinés du personnel de recherche, de formation et des opérations sur le terrain ont aidé à prévenir trois mécanismes de défaillance prédominants : la fatigue du cycle, La corrosion interne et la corrosion externe. Des programmes informatiques basés sur des Algorithmes de fatigue dérivés ont été utilisés pour suivre la fatigue de toutes les chaînes du Théâtre d'opérations. En plus les applications hautes et basse pression peuvent avoir sur le choix De la conception des cordes. L'article conclut en discutant des moyens par lesquels le choix et L'entretien approprié de l'équipement peuvent minimiser la fatigue du cycle et éviter les Dommages mécaniques aux tubes enroulés et La corroboration des prédictions de fatigue du Système est également discutée, les résultats des tests de tubes ayant atteint leur durée de vie

Sûre sous le système CYCLE étant testés jusqu'à destruction sur une plate-forme de fatigue pour évaluer la pertinence de l'algorithme de fatigue utilisé ; Ce document a été préparé pour être présenté à la SPE/ICoTA Coiled Tubing Conférence tenue à Houston, Texas, U.S.A., 8–9 Avril 2003.

Recherche Bibliographique

-Vladimir A. Avakov ; John Martin ils ont trouvé que à la suite d'essais de fatigue accélérés et à grande échelle, de nouvelles données sur la résistance à la fatigue des tubes enroulés (CT) sont désormais disponibles. Pour un test sur le terrain à grande échelle, les opérateurs ont mis en place une unité de tubulure enroulée opérationnelle et induisent des conditions de contrainte / déformation identiques aux conditions sur le terrain en déplaçant le CT sous pression de la bobine au puits et de nouveau à la bobine. Des tests accélérés sont effectués avec une cintreuse de laboratoire qui applique des cycles de contrainte / déformation à l'éprouvette sous pression. Ces cycles sont similaires aux cycles de contrainte / déformation réels appliqués au TC sur la bobine ou sur le guide-tube. Dans ce cas, le spécimen mesure 6 à 7 pieds de long ; Article présenté à la SPE/ICoTA North American Coiled Tubing Round table, Montgomery, Texas, Avril 1997.

-K.R. Newman ET P.A. Brown ils ont trouvé que la compréhension et la modélisation des tubes enroulés (CT) la résistance à la fatigue a continué d'être un domaine majeur inquiétude Car les diamètres CT ont augmenté, l'utilisation et la variété d'applications continue de croître et les tubes est soumis à des pressions plus élevées. Ce papier présente un procédé et un appareil d'essai qui a été développé dans le but de simplifier et normaliser les tests de fatigue CT. Résultats préliminaires à partir de cette méthode de test sont comparés à des tests à grande échelle et à un modèle de prédiction de la démontrer que cette méthode est valide ; Ce document A été préparé pour être présenté à la 68th Annual Technical Conference and Exhibition of the Society of Petroleum Engineers tenue à Houston, Texas, du 3 au 6 Octobre 1993.

-Tomas Padron et Bill Aitken ils ont de montrer l'approche utilisée pour établir les ajustements nécessaires au modèle de durée de vie en fatigue pour tenir compte de ces types de défaillances. Les travaux présentés dans cet article comprennent une brève caractérisation des défaillances, un résumé des données de fatigue sur le terrain, des tests en laboratoire (à faible et forte déformation) et l'analyse des données qui en résulte. Avant d'analyser les données, on pensait qu'une sorte d'accélération de la fatigue de la soudure en biais, par rapport à la fatigue des tuyaux, en fonction de la déformation serait nécessaire. Les résultats de l'étude ont confirmé que, pour les cordons de tubes enroulés CT100, la résistance à la fatigue des soudures en biais, par rapport à la fatigue des tuyaux, était affectée par le niveau de déformation. À un niveau de déformation élevé (environ 2,1%), la résistance à la fatigue de la soudure en biais était d'environ 60% de celle mesurée pour le matériau de base du tuyau. À faible niveau de déformation (environ 1,4%), les performances de fatigue de la soudure en biais étaient proches de celles du

Recherche Bibliographique

matériau de base du tuyau. Par conséquent, des ajustements du modèle ont été nécessaires afin de réduire la durée de vie à la fatigue en fonction du niveau de déformation auquel chaque soudure en biais est soumise. Les interventions de tubes enroulés qui utilisent des cordes CT100+, de 2 pouces et plus de diamètre extérieur [OD], qui sont enroulées sur de petites bobines (diamètres de bobine de noyau de l'ordre de 80 à 84 pouces) deviennent courantes dans l'industrie. Ces interventions imposent une forte contrainte sur les soudures de polarisation. Un moyen efficace de contrôler et de gérer la durée de vie de ces soudures en biais est nécessaire pour éviter les pannes imprévues qui ont un impact sur les coûts d'intervention des puits, la sécurité du travail et la satisfaction des clients ; article présenté à la SPE/ICoTA Coiled Tubing and Well Intervention Conference and Exhibition, Houston, Texas, USA, Mars 2016.

-W.J. Sisak et D.J. Crawford ils ont trouvé que le modèle de fatigue des tubes enroulés est présenté. Les défaillances à haute pression interne sont prévues lorsque la déformation plastique axiale cumulative nette atteint une déformation de rupture critique qui peut être approximée comme la déformation de rupture locale mesurée dans un essai de traction uni axial. Les défaillances à basse pression interne peuvent être prédites à l'aide d'approches standard de fatigue à cycle bas. Les prévisions de fatigue-durée de vie utilisant le nouveau modèle sont en accord étroit avec les résultats des tests à grande échelle de tubes enroulés en acier de 70 ksi de rendement, de 1 ¼ pouce de diamètre extérieur et de 0,087 pouce d'épaisseur de paroi fabriqués par le procédé conventionnel de soudage par résistance et de recuit. Des graphiques sont développés qui relient la durée de vie en fatigue à la contrainte de cercle et à l'amplitude de la déformation axiale. Sur la base de ces courbes, une méthodologie est proposée qui peut être utilisée avec des données à pleine échelle comme guide pour sélectionner les conditions de forage afin d'optimiser la résistance à la fatigue des tubes ; Article présenté à la IADC/SPE Drilling Conference, Dallas, Texas, Février 1994.

-V.A. Avakov et all ont étudié ils ont trouvé que condition de contrainte-déformation du tube enroulé est unique et est principalement caractérisée par un état de contrainte élastique plan induit par une pression interne et superposé à des déformations de flexion alternées en plastique extrêmement élevées. Le modèle wm a été développé en utilisant des tests de fatigue des tubes à grande échelle. Dans ces tests, trois niveaux de résistance du matériau de tube enroulé ont été testés à des niveaux de pression discrets dans des plages de 0 à 7500 psi en utilisant deux types de blocs de préhension : demi-cercle standard et en forme de V universel. Il est révélé que la composante de contrainte tangentielle constante, induite par la pression,

Recherche Bibliographique

affecte la durée de vie en fatigue de manière non linéaire. Les théories de défaillance conventionnelles ne fonctionnent pas pour décrire et prédire la durée de vie des tubes enroulés. Au lieu de cela, un algorithme basé sur la déformation équivalente en fonction des déformations principales est proposé. Les constantes de la fonction sont définies de manière à obtenir une corrélation maximale entre la vie prévue par le modèle et la vie réelle. Le coefficient de corrélation est devenu aussi élevé que 0,973. La résistance à la fatigue du matériau des tubes enroulés est exprimée en termes de ligne de fatigue S-N (déformation contre durée de vie) à cycle bas. Cette ligne est définie par le point de référence et la pente. La dispersion de la durée de vie en fatigue est définie par une distribution log-normale et son coefficient de variation (écart-type en termes de moyenne) est de 0,11. Autrement dit, les résultats des tests sont en accord étroit avec la prédiction du modèle. Les dommages cumulatifs sont exprimés en utilisant la règle de Miner et la déformation équivalente. La déformation équivalente non linéaire conduit respectivement à l'expression de dommages cumulatifs non linéaires ; Article présenté à Offshore Technology Conference, Houston, Texas, Mai 1993.

-Newman, K.R et Newbury, D.A. ils ont trouvé que pour éviter les pannes de TC sur le terrain, il est important que ces limites soient bien comprises. Il existe trois principaux types de limites de TC : Les limites de vie dues à la fatigue à faible cycle et à la corrosion du TC. Limites de pression et de tension du TC [1]. Limites de diamètre et d'ovalie. Ces limites sont interdépendantes à certains égards, mais peuvent être analysées séparément. L'effet de la corrosion sur le TC doit être considéré pour les deux premières limites ; mais la durée de vie en fatigue du TC n'affecte pas de manière significative les limites de pression et de tension. Cet article traite des limites de levée CT. Il décrit comment un modèle de prévision de la vie CT a été développé, présente les conclusions du modèle et discute de l'application pratique du modèle ; Article présenté à la SPE Annual Technical Conference and Exhibition, Dallas, Texas, Octobre 1991.

-Andrew S. Zheng et Willem P. van ils ont commencé par une nouvelle façon d'exprimer la courbe de tension et de limite de pression du tube enroulé. L'utilisation d'une force efficace pour générer la courbe limite facilite la tâche d'identification de la section critique du tube enroulé pendant le fonctionnement. Pour identifier la section critique, les distributions de la force du tube et de la différence de pression le long du tube enroulé en fond de trou sont calculées pendant l'opération. Ces informations sont utilisées pour calculer le facteur de sécurité le long de la colonne de tubulure enroulée, à partir de laquelle la section critique est identifiée.

Recherche Bibliographique

Un logiciel basé sur cette approche a été développé, qui permet aux opérateurs de suivre et de surveiller dynamiquement les sections critiques pendant le fonctionnement. En couplant avec des mesures de surface (telles que l'ovalité) en temps réel, il améliore considérablement la capacité des opérateurs à surveiller les limites des tubes ; Article présenté à la SPE/ICoTA Coiled Tubing Round table, Houston, Texas, Avril 2000.

-Andrew S. Zheng et Sarma ils ont trouvé que l'utilisation accrue de tubes enroulés dans les puits à haute pression, l'effondrement des tubes enroulés entre l'injecteur et le strippeur a récemment reçu beaucoup d'attention. Dans les puits à haute pression, la rupture de cette section de tube (généralement moins de 2 pieds de longueur) se produit généralement sous les charges combinées de compression axiale et de pression interne. Les modèles analytiques antérieurs pour prédire la rupture dans de telles conditions de chargement se sont principalement concentrés sur le comportement au flambement de la section de tube spiralé court avec une modification mineure de la limite d'élasticité pour tenir compte de l'effet de la pression interne. De telles approches sous-estiment l'effet de la pression interne sur l'échec de l'effondrement, en particulier pour une pression interne plus élevée. Dans cet article, un nouveau modèle analytique est développé pour prédire l'effondrement de tubes courts enroulés sous les charges combinées de compression axiale et de pression interne.

Le modèle analytique analyse d'abord la charge de flambement de la section de tube spiralé courte sous compression axiale uniquement, et la pression d'éclatement du tube enroulé uniquement sous pression interne, respectivement. Ensuite, un critère de rupture d'interaction est utilisé pour modéliser le lieu de rupture du tube court enroulé sous les charges combinées de compression axiale et de pression interne. Des données expérimentales sont utilisées pour valider ce nouveau modèle ; Article présenté à la SPE/ICoTA Coiled Tubing Conference and Exhibition, Houston, Texas, Mars 2004.

-Andrew S. Zheng est étudié " An Improved Model il est présenté une nouvelle technique de modélisation pour prédire la pression d'effondrement d'un tube ovale enroulé. Grâce à l'analyse par éléments finis, un mécanisme de défaillance pour l'effondrement des tubes est identifié et un modèle d'effondrement proposé. Ce modèle met en relation la pression d'effondrement du tube avec sa limite d'élasticité, son ovalité et son rapport D/t . Les pressions d'effondrement prédites par ce modèle sont en bonne corrélation avec la prédiction FEM. Des expériences d'effondrement ont également été effectuées pour générer des données de test pour la pression d'effondrement sous diverses ovalités. Pour mieux simuler le comportement réel du

Recherche Bibliographique

matériau dans une opération de tuyauterie typique, l'ovalité dans les expériences d'effondrement a été générée par une machine de fatigue.

Les prédictions de ce modèle sont comparées aux données expérimentales ainsi qu'à d'autres données de test publiées et un bon accord est obtenu. Ce nouveau modèle prédit très bien l'effet de l'ovalité et de la force axiale sur la pression d'effondrement. L'article se termine par une introduction à un logiciel amélioré qui incorpore cette nouvelle technique de modélisation pour la prédiction d'effondrement ; SPE J. 4 (1999).

-Rolovic, Radovan et Tipton, Steven M ils ont trouvé que les tubes enroulés sont une longue chaîne continue de tubes en acier qui est utilisée dans l'industrie du forage et de l'entretien des puits de pétrole. Les contraintes de flexion imposées aux tubes enroulés lors de leur déploiement et de leur extraction dans un puits sont considérablement dans le régime plastique et peuvent atteindre 3%. Une croissance progressive du diamètre du tube se produit lorsque le tube est cycliquement plié-redressé sous une pression interne constante, indépendamment du fait que la contrainte de cercle imposée par des niveaux de pression typiques est bien inférieure à la limite d'élasticité du matériau. Un nouveau modèle de plasticité incrémentale est proposé dans cette étude qui peut prédire le cliquet cyclique multiaxial dans des tubes enroulés plus précisément que les modèles de plasticité conventionnels. Une nouvelle règle de durcissement est présentée sur la base d'observations expérimentales publiées. Le modèle implémente également une nouvelle fonction de module plastique. Les prédictions basées sur la nouvelle théorie correspondent bien aux résultats expérimentaux présentés dans la partie II de cet article. Certaines tendances inattendues du comportement de déformation des tubes enroulés ont été observées et correctement prédites à l'aide du modèle proposé. [S0094-4289 (00) 00402-3] ; Septembre, 21, 1999.

-Y. Q. Li, et all ils ont trouvé que le fonctionnement des tubes enroulés l'exige pour voyager à travers la bobine et le col de cygne à plusieurs reprises sous haute charge de pression interne, qui conduit à la fatigue de flexion endommagement du tube enroulé. Par conséquent, il est très important de comprendre les mécanismes de l'endommagement par fatigue et prédire la durée de vie des tubes enroulés. Les dommages de fatigue des tubes enroulés a été largement étudié en utilisant expériences, simulations par éléments finis et modèles analytiques. Il a été constaté que la plupart des dommages de fatigue des enroulés la tubulure se produit dans des conditions de fatigue à faible cycle. Des modèles basés sur le stress et sur la déformation ont été utilisés pour décrire les dommages de fatigue des tubes enroulés. En raison de la sévère conditions de

Recherche Bibliographique

fonctionnement des tubes enroulés à l'intérieur d'un puits, corrosion, l'ovalité, la pré-flexion, la rotation et les dommages mécaniques doivent tous être pris en compte dans l'analyse de fatigue des tubes enroulés. Dans ce papier, mécanismes et facteurs d'influence pour le tube enroulé les dommages de fatigue sont examinés et les modèles existants la fatigue des tubes enroulés est comparativement étudiée, Phoenix, Arizona, USA. Novembre 11–17, 2016.

-Paul A. Brown et all ils ont présenté une analyse d'un nouveau modèle analytique pour prédire la croissance du diamètre et compare la durée de vie estimée d'un train de tubes lorsque l'on considère à la fois la fatigue et la croissance du diamètre. Les prédictions du modèle sont comparées aux données observées à partir d'essais à grande échelle et de machines d'essai de fatigue. L'utilisation du modèle dans un logiciel de surveillance des tubes en temps réel comme moyen d'identifier les problèmes potentiels est discutée ; Article présenté à la SPE/ICoTA North American Coiled Tubing Roundtable, Montgomery, Texas, Avril 1997.

-Azerradj Massina et all ont trouvé « Coiled tubing »" grandes tailles de tubes enroulées sont en cours de développement pour répondre aux nouvelles exigences de service. Le coiled tubing est poussé plus près de ses limites de performance pour bon nombre de ces services. Pour éviter les pannes de CT sur le terrain, il est important que ces limites soient bien comprises. Notre travail se base sur les causes et les facteurs qui accélèrent la fatigue du coiled tubing en réduisant sa durée de vie. Et pour cela plusieurs techniques ont été utilisées au fil des ans pour suivre l'historique de travail des tubes enroulées et leur durée de vie restante en fatigue. L'objectif ultime de tout système de suivi de la durée de vie en fatigue serait de minimiser les défaillances tout en maximisant la durée de vie de l'investissement en capital. Les techniques vont d'assez simple à assez avancées et la Précision des méthodes de prédiction suit de façon similaire ; mémoire de fin d'études présenter à Université Kasdi Merbah Ouargla, 2019/2020.

-Zhao-Ming Zhou et all ils ont trouvé que Le modèle de prévision de la durée de vie en fatigue ne peut pas prédire avec précision la durée de vie des opérations de tubes enroulés, ce qui entraîne des déchets. Et fracture accidentelle du tube enroulé. Cet article présente le modèle de prédiction de la durée de vie en fatigue des tubes enroulés et un système de détection développé en utilisant une méthode de détection magnétique faible et une méthode de détection par courants de Foucault. La détection l'appareil est utilisé pour détecter la dimension précise du défaut, la réduction de l'épaisseur de la paroi et la déformation du diamètre pour améliorer la précision de la prévision de la durée de vie en fatigue. En outre, la dimension réelle du défaut

Recherche Bibliographique

est incluse dans le calcul de l'évaluation de la durée de vie en fatigue pour éliminer l'influence du modèle existant sur l'immobilisation des défauts et les facteurs d'influence de la corrosion. En analysant les cas d'opérations sur le terrain et les valeurs mesurées, les effets des défauts, la réduction de l'épaisseur de la paroi et le diamètre la croissance de la durée de vie en fatigue est étudiée pour améliorer la précision des paramètres et l'intégrité des données de base dans le calcul processus. L'influence de la flexion inversée et de la soudure sur la résistance à la fatigue est discutée. La durée de vie résiduelle peut être prédite davantage avec précision en combinant la technologie d'essai sur le terrain et la méthode d'évaluation de la durée de vie en fatigue. Entrée de mesure de la fatigue sur le terrain le modèle de prévision de la vie est le principal moyen d'améliorer sa précision et sa praticabilité ; Research Article présenter à Advances in Mechanical Engineering ; Septembre 2019.

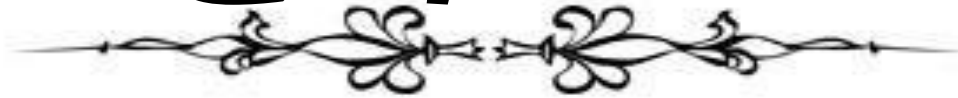
- Traugott, D. est de démontrer comment un appareil de mesure d'épaisseur de paroi peut améliorer et améliorer les calculs effectués par un algorithme de fatigue CT. Un travail expérimental a été effectué qui montre comment l'épaisseur de la paroi peut varier en fonction des débits de pompe, du fluide pompé et de la quantité de tube qui est enroulée sur la bobine. La référence quatre fournit des informations détaillées sur la réduction des parois du TC pendant les opérations de pompage. En règle générale, les modèles de fatigue utilisent une épaisseur de paroi estimée, nominale ou minimale pour effectuer les calculs de fatigue. La quantité de réduction de paroi dans CT peut varier considérablement et comme une colonne CT acquiert de la fatigue, il est possible que l'épaisseur de paroi estimée ne reflète pas l'épaisseur réelle de la paroi du tuyau. Les modifications récentes apportées au logiciel de suivi de la fatigue permettent à l'utilisateur d'incorporer l'épaisseur de paroi mesurée en temps réel (ou enregistrée) dans les calculs de fatigue. Cet article discutera des travaux expérimentaux, des modifications apportées au modèle et des histoires de cas dans lesquelles l'appareil de mesure d'épaisseur de paroi a été utilisé. Le calcul de la fatigue CT à l'aide de l'épaisseur de paroi mesurée augmentera la précision du profil de fatigue CT. Cela permettra aux entreprises de services CT de fonctionner avec une efficacité accrue. Les sociétés d'exploitation bénéficieront également de cette technologie car il y aura moins de ruptures de fatigue sur le site du puits en raison de la précision accrue des calculs de fatigue ; article présentée à la SPE / ICoTA Coiled Tubing & Well Intervention Conference & Exhibition, The Woodlands, Texas, USA, mars 2015.

- Newman, Kenneth R a développé un nouveau processus pour suivre la durée de vie des chaînes de tubes enroulés (CT). Cet article documente le développement de ce processus, y

Recherche Bibliographique

compris les modèles de matériaux et les outils logiciels utilisés par le processus. Les résultats de ce processus sont une prédiction de la durée de vie du CT et du changement diamétral sur la longueur du CT. Lorsque le processus est utilisé pour plusieurs chaînes CT, des mesures statistiques sur les chaînes peuvent être extraites d'une base de données Web ; Article présenté à la SPE / ICoTA Coiled Tubing & Well Intervention Conference & Exhibition, The Woodlands, Texas, USA, mars 2013.

Chapitre 1



Généralité sur Coiled Tubing

1.1 Introduction :

Le coiled tubing (CT) ainsi que Wells service Tools, ont été développés à l'origine au début des années 1960 et sont devenus le composant clé de nombreux services de puits sur les opérations d'entretien. Au cours des années 1980, les matériaux et la garniture de CT se sont considérablement améliorés, et la taille maximale des tubes enroulés "CT" pratique augment à 1.75 in. En 1990, le première CT de 2 in était en cours de production, suivi peu après par 2.375 ,2.875 et 3.50 in.

Les services de CT sont effectués sur des puits plus profonds, plus longs, plus tortueux avec une pression plus élevée, des fluides plus corrosifs et érosifs en utilisant des tuyaux de plus grande taille, des lubrificateurs plus longs, des plates-formes mobiles.

Généralement les matériaux utilisés pour la fabrication des tubes enroulés sont à base d'acier de haute performance, sont rigoureusement contrôlés et qui présentent une meilleure résistance à la corrosion et l'hydrogène sulfurique.



Figure 1.1 : L'unité de coiled tubing (SCHLUMBERGER COILED TUBING, 2015)

1.2 Application De Coiled Tubing :

Les tubes enroulés sont utilisés dans un grand nombre d'applications sur le terrain qui sont :

- Stimulation matricielle par CT.
- Traitement chimique : injecté radialement depuis le puits de forage dans le réservoir à une pression inférieure à la pression de fracturation pour éliminer ou contourner les dommages de la formation.

- Cimentation CT : Processus consistant à forcer la suspension de ciment à travers des perforations, des trous ou des fuites dans le tubage / la doublure pour obtenir un joint hydraulique.
- Logging CT et applications câblées : pour fournir une alimentation électrique au système d'outils de fond de trou.
- Fracturation par CT.
- CT pour le forage.

1.3 Les avantages De CT :

La vitesse et l'économie sont les principaux avantages de l'application de la technologie des tubes enrôlées, également la taille de l'unité relativement petit et le temps de montage et démontage cours favorablement avec d'autres options de forage de puits et work over. La caractéristique bénéfique (les avantages) de CT comprend les éléments suivants :

- Coût relativement faible.
- Capacité de mobilisation et de préparation du site de puits.
- Réduire trips time, donc moins de temps d'arrêt de production.
- Capacité à circuler tout en intervention sur puits vivants sûre et efficace
- Réduire l'équipage, les exigences personnelles
- Moindre impact et risque sur l'environnement.

1.4 Les inconvénients de CT :

- La nécessité d'une grande expérience en fonctionnement, car le travail a lieu dans des puits productifs et une erreur dans ce domaine n'est pas acceptable.
- Faible résistance à la traction.
- Facile à endommager à cause de son épaisseur et sa flexibilité.
- Limitation à la pression maximale et la durée de vie à cause des forces de flexion.
- La pression différentielle ne doit pas dépasser 1500 Psi pour ne pas collapser le Coiled Tubing.

1.5 Forces appliquées sur le coiled tubing :

- Les forces appliquées au coiled tubing durant sa vie de service sont :
- Les contraintes d'écrasement dues à la pression extérieure

- Les contraintes d'éclatement dues à la pression intérieure
- Les contraintes de traction qui peuvent causer l'allongement ou la rupture de tubing
- Les contraintes de compression dans les puits déviés qui peuvent causer le flambage
- Les contraintes de flexion cycliques entre le touret et la tête d'injection
- La combinaison de toutes les forces réduit la durée de vie de coiled tubing.

1.6 Equipements De CTU (Fonctions / Composants) :

Il existe de nombreuses conceptions et configurations différentes d'unité de tube enroulé (CTU). La plupart ont évolué sur une période relativement courte à mesure que la compréhension des critères essentiels à la fiabilité des services de tomographie est devenue mieux comprise. Chaque CTU comprend les éléments principaux suivants :

- Cabines De Contrôle (Control Cabin).
- Tambours De Stockage Du Tubing (Working Reel).
- Têtes d'injection (Injector Head).
- Groupes De Puissance (Power Pack).
- Cols De Cygne (Goose Neck).
- Équipement de contrôle de pression.

1.6.1. La cabine de contrôle (Control Cabine) :

La cabine de contrôle contient tous les dispositifs et tous les instruments nécessaires pour permettre au CT d'être actionné à partir du poste de contrôle. L'emplacement du contrôleur variera en fonction de la configuration et du type de la CTU, mais la cabine est généralement située derrière Le tambour, en ligne avec la tête d'injecteur Pour vous aider à obtenir une visibilité maximale depuis le poste de contrôle La tête d'injection.

Les fonctions de la Cabines de contrôle sont comme suit :

- Tension interne de la chaîne d'injecteur.
- Tension externe de la chaîne d'injecteur.
- Entraînement de la tête d'injecteur.
- Le tambour.
- Commandes de lubrification.
- Groupe de puissance.

- BOP, Stripper.
- Jauges principales.
- Équipements d'alimentation hydraulique d'urgence.
- Équipement électronique.

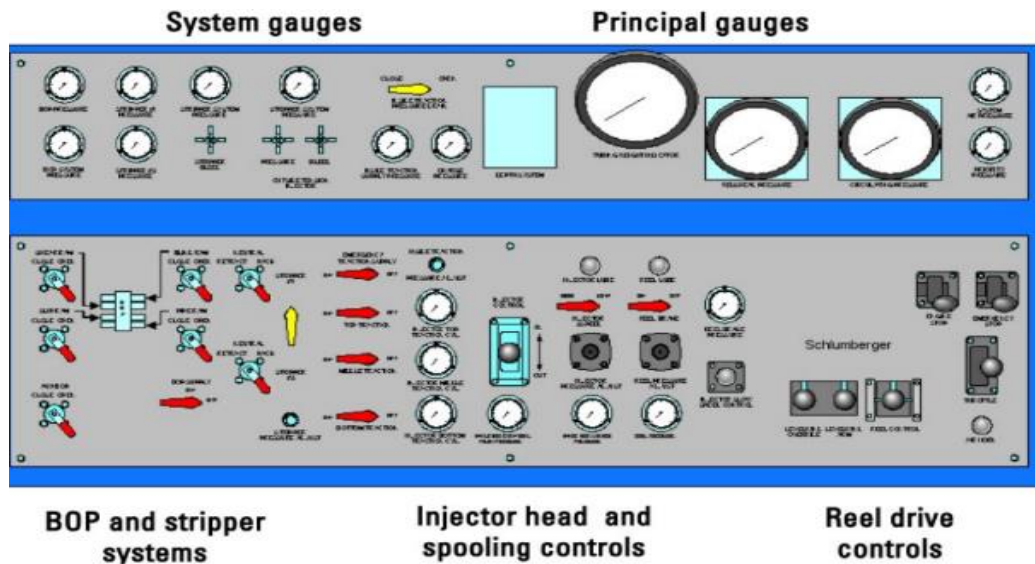


Figure1.2 : la cabine de control.

1.6.2. Tambours de stockage du tubing (Working Reel).

La fonction principale du CT tambour est de stocker et de protéger en toute sécurité la chaîne de CT, Ceci doit être réalisé tout en évitant d'endommager excessivement la corde par fatigue (flexion) ou dommages mécaniques dus au bobinage.

a - Les compositions du tambour de stockage :

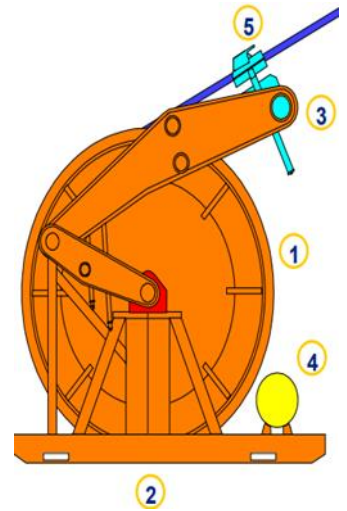
1- Stockage et protection de la chaîne CT, maintenir Une tension appropriée entre reel et la tête d'injecteur (Entraînement de bobine système).

2-Spooling efficace de la chaîne CT sur le tambour De bobine (système de vent de niveau).

3- Circulation des fluides avec le tambour Rotatif.

4-Application d'un revêtement protecteur où Inhibiteur sur la ligne de tube (tube système de lubrification).

5-Mesure de profondeur de secours.



b -La capacité de la bobine :

- 1 1/4" - 9,383 ft.
- 1 1/2" - 7,744 ft.
- 2" - 3,665 ft.
- 2 3/8" - 2,403 ft.
- 2 7/8" - 1,455 ft.
- 3 1/2" - 772 ft.

1.6.3. La Tête d'injection (Injecteur Head) :

La tête d'injection est un organe principal de l'unité coiled tubing, utilisée pour manœuvrer à l'aide de deux moteurs hydraulique, L'entraînement des deux moteurs hydrauliques est assuré par la même source de pression afin d'éviter le déphasage entre les deux chaînes.

Les fonctions de base requises de toutes les têtes d'injecteur des tubes enroulées dans les conditions de forage et de traitement spécifiques sont :

Appliquant une force de traction : La capacité de traction de la tête d'injecteur doit être compatible avec le poids de la chaîne c'est pour l'effet de la densité du fluide à l'intérieur / à l'extérieur du câble CT ; l'effet du frottement causé par la BHA et frottement créée par les strippers.

Force d'amortissement (snubbing force) : La capacité d'amortissement de la tête d'injecteur doit être compatible avec la force nécessaire pour surmonter la pression de la tête de puits et la friction créée par le décapant.

Maintenir CT string : la tête d'injecteur doit être capable de maintenir en toute sécurité la chaîne CT stationnaire, cette fonction de maintien doit être disponible avec les systèmes hydrauliques ou le bloc d'alimentation dans les conditions de fonctionnement normales et les modes désactivés.

Guidez le CT : les composants de la tête d'injecteur servent à soutenir et à guider la colonne CT de l'angle de livraison de la bobine dans le puits de forage.

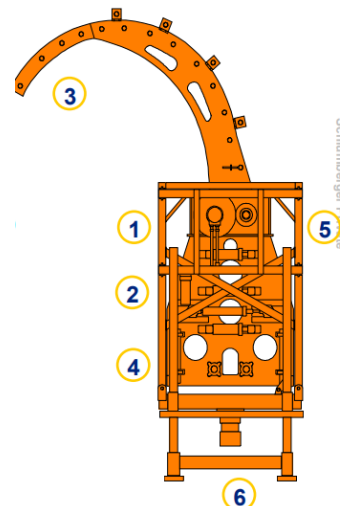
Support de l'indicateur de poids : Les têtes d'injecteur sont généralement configurées avec les composants de traction et d'entraînement montés sur le châssis interne FLOTTANT. Ceci est contenu dans un cadre extérieur fixe avec les capteurs d'indicateur de poids connectés entre les deux cadres

Capteur de profondeur : la tête d'injecteur offre une position de montage pratique pour les systèmes de mesure de profondeur.

Monture Stripper : Le stripper primaire est généralement monté en permanence sur la tête d'injecteur. Sauf si la tête d'injecteur est prise en charge autrement.

Les principaux composants comprennent :

1. chaîne / système d'entraînement
2. chaînes et système de freinage
3. col de cygne
4. indicateur de poids
5. capteur de profondeur
6. strippers



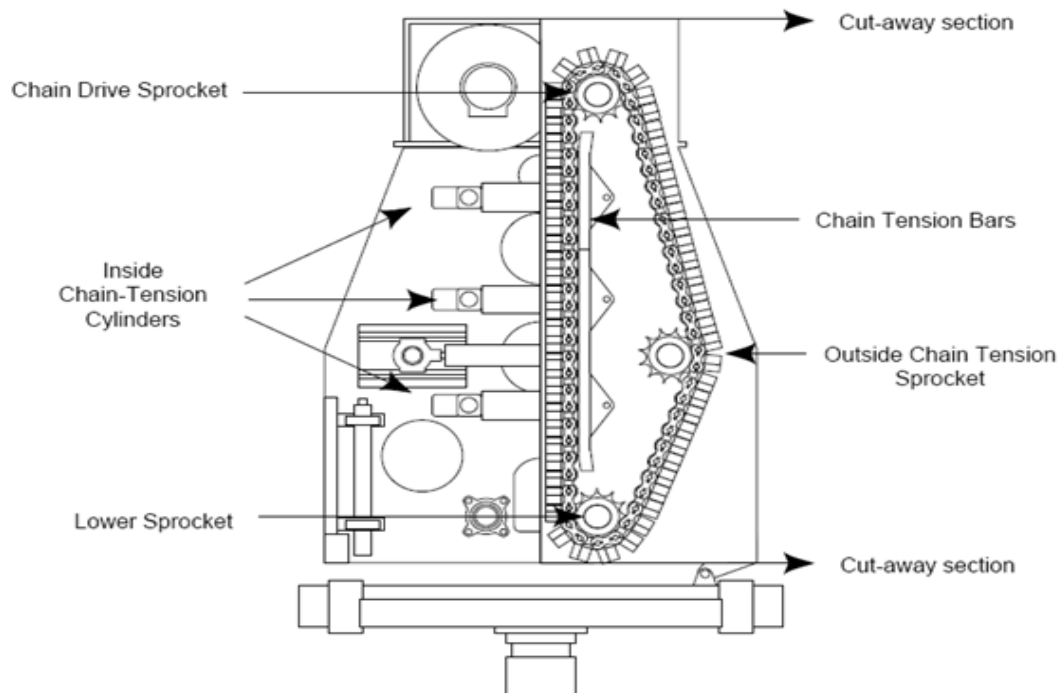


Figure 1.3. : La configuration de tension des chaînes à l'intérieure et l'extérieure

1.6.3. Groupe de puissance power pack :

La fonction groupe de puissance peut être simplement énoncée comme fournissant la puissance hydraulique pour faire fonctionner la CTU et l'équipement de contrôle de pression, par ex. Système BOP. Afin d'exécuter cette fonction de manière satisfaisante dans diverses conditions et pendant toute opération de TC, l'alimentation de génération de courant est conçue pour fonctionner indépendamment de la source d'air externe après le démarrage. En plus de la puissance hydraulique fournie pendant le fonctionnement, le bloc d'alimentation comprend également un accumulateur qui permet un fonctionnement limité du dispositif de commande de pression après l'arrêt du moteur.

Le groupe de puissance est normalement équipé d'un système d'arrêt d'urgence automatique en cas de :

- Variation importante de la température.
- Variation de la pression d'huile.



Figure 1.4 : Groupe de Puissance.

1.6.4. Cols de cygne (Gosse Neck/ Guide Arch) :

Pendant les opérations du CT les injecteurs ont une structure incurvée montée au-dessus d'eux pour supporter et guider le CT. Ce dispositif à un certain nombre de rouleaux sur sa longueur pour supporter le tube enroulé.

Guide Arch à deux objectives :

- Fournir un rayon de courbure contrôlé pour que le tube enroulé puisse entrer et sortir du haut des chaînes et cet objectif est important pour la résistance à la fatigue du tube enroulée.
- S'adapter à l'angle de la flotte entre l'injecteur et le tambour en raison du bobinage sur/hors le tambour.



Figure 1.1 : Cole de Cygne (coiled tubing manual, 2005)

1.6.5. Équipements de contrôle de pression :

L'équipements de contrôle de la pression associée aux opérations de CT est conçu et préparés pour fournir un degré élevé de fiabilité de la sécurité. L'équipement de contrôle de pression requis et sélectionné pour toute application dépend de nombreux facteurs. Ces facteurs peuvent être liés aux conditions du puits de forage, à l'application ou au traitement à effectuer ou aux exigences réglementaires applicables au site de puits spécifique.

Les définitions énumérées ci-dessous sont basées sur une compréhension générale de certains termes couramment utilisés :

Contrôle de la pression primaire : Equipements et opérations qui fournissent ou assurent une barrière primaire contre la pression du puits de forage, comme les stripper.

Contrôle de pression secondaire : Equipement et pratiques qui fournissent ou assurent une barrière secondaire contre la pression et les fluides du puits de forage. Un tel équipement est généralement utilisé dans des conditions de fonctionnement normales ou en tant que mesure d'urgence, comme des BOP.

Troisième contrôle de pression : Equipements et opérations qui fournissent ou assurent une troisième couche de barrière contre la pression et les fluides du puits de forage. Ce type d'équipement est généralement utilisé dans les situations d'urgence, par exemple, Shear/Seal BOP, l'équipement de contrôle de la pression peut être divisé dans les catégories suivantes :

- ✓ Stripper.
- ✓ Obturateur anti-éruption (BOP)
- ✓ Well head connections and cross overs.
- ✓ Lubrificateur et colonne montante.

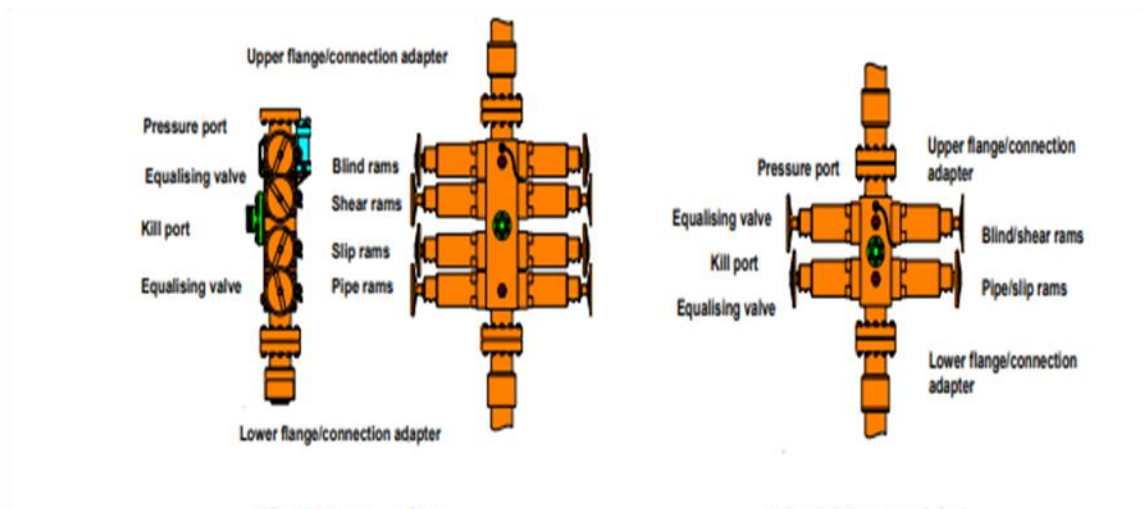


Figure 1.2 : Quad BOPS ET Compi BOP (Coiled Tubing Operation., 2004)



Figure 0.3: Stripper (coiled tubing manual, 2005)

. Les Equipements De Fonds :

Le train de forage du CT peut être simple ou tout à fait complexe. Il existe train d'outil d'une opération train d'outil de forage par coiled tubing, train d'outil de l'opération de phishing.

1.7.1. Train d'outil d'une opération :

- Connecteur de CT.
- Clapet anti-retour (check valves).
- Déconnecteur (release joint).
- Rotule (knuckle joint).
- Stem.
- L'outil.

1.7.2. Train d'outil de forage par coiled tubing :

- La garniture de CT.
- Connecteurs de CT.
- Clapet anti-retour.
- Déconnecteur.
- Masses tige.
- Motors.
- L'outil.

1.7.3. Train d'outil de l'opération de fishing :

- Connecteur de CT.
- Release joint.
- Stem.
- Coulisse «jar ».
- L'outil de repêchage.

. Conclusion :

L'utilisation des tubes enroulés (coiled tubing) pour les services perforation, complétion et work over d'augment rapidement. En particulier comme méthode de déploiement pour l'acide et d'autres matériaux corrosifs. La plupart des services précédemment fournis avec le

snubbing, wireline, slickline, work over et les plates-formes de forage sont maintenant effectués avec des CT.

La technologie des tubes enroulés (CT) présente des avantages uniques en termes de réduction des coûts, de gain de temps et d'augmentation de la sécurité. La tomographie devinant le centre d'intérêt partout dans le monde.

L'ensemble des équipements (surface et fond) de coiled tubing rend l'unité plus coordonnée et performante ce qui distingue des différentes unités, les unités de coiled tubing sont auto-propulsées et possèdent un système de manœuvre motorisé du touret de tubing et de bâtis de levage.

Chapitre 2



Etude de la fatigue du Coiled tubing

2.1 Introduction

Toute pièce mécanique en fonctionnement normal est soumise à un certain nombre de sollicitations d'origines diverses, de valeurs maximales généralement connues mais variables dans le temps - modestes par rapport aux caractéristiques mécaniques du matériau utilisé. La répétition de ces efforts mène la pièce ou la structure à la rupture, ce qui est appelé phénomène de fatigue [1]. Il est associé au plastique cyclique qui provoque des changements systématiques de la structure cristalline du métal et tous ces définitions s'appliquent au CT en tant que métal.

Les tubes enroulés sont fabriqués en longueurs continues pouvant dépasser 20 000 pieds. Comme il n'y a pas de connexions, le tube se plie lorsqu'il est trébuché dans et hors d'un puits pendant les opérations de forage et des opérations de workover.

2.2 Définition de CT :

Le tube enroulé (CT) est un tube en acier allié. C'est une technologie révolutionnaire dans le domaine pétrolier.

Coiled tubing consiste à pousser un tube avec des outils de fond fixés à son extrémité dans un puits de pétrole ou de gaz pour effectuer des travaux sans perturber, pour compléter le puits existant. Les plages de longueur généralement de 3000 m à 9000 m, le diamètre extérieur de 19,05 mm à 114,3 mm et l'épaisseur de paroi de 1,7018 mm à 6,096 mm [4]

CT est appelé une machine de travail universel et largement utilisé dans l'exploitation et le forage des champs pétrolifères.

2.3 Étape d'analyse des défaillances (Failure analyses step) :

La méthodologie comprend les étapes suivantes :

1. Obtenir toutes les informations pertinentes concernant la colonne de tubulure enroulée et les circonstances dans lesquelles elle a échoué.
2. Inspection visuelle pour déterminer si une force mécanique externe a conduit à la mesure dimensionnelle de fin de défaillance.
3. Des tests non destructifs sont effectués si l'emplacement de la défaillance n'est pas évident.
4. L'examen métallurgique de coupes sélectionnées proches de l'échec dans des conditions publiées et gravées avec la microscopie optique donne une quantité considérable d'informations et est effectuée comme une procédure de routine.
5. Corrosion provenant d'une source externe.
6. Défaut matériel, surcharge dommages externes.

- 7. Rupture ductile due à une surcharge.
- 8. Fatigue à faible cycle
- 9. Fabrication.

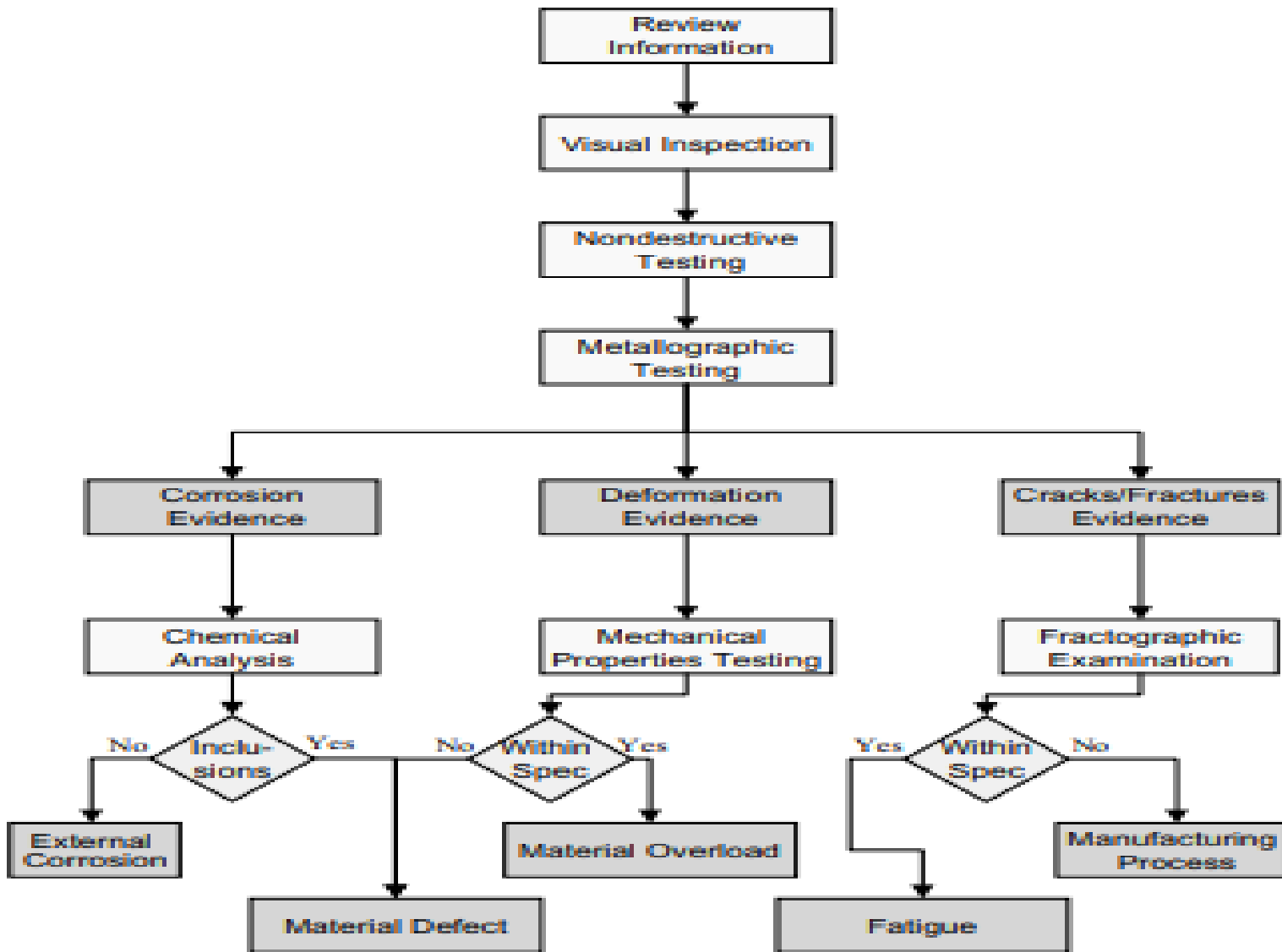


Figure 2.1 : les étapes de l'analyse complète des défaillances des CT [5]

2.4. Mécanismes de défaillance :

Le mécanisme de défaillance provoque finalement la défaillance finale ou la panne qui rend le tube inutilisable et ne doit pas être confondu avec la cause de la défaillance, il y a donc 09 mécanismes de défaillance définis avec le code de défaillance :

- M1 : surcharge de traction.
- M2 : flambage.
- M3 : rupture à cause de la pression interne excessive.
- M4 : collapse à cause de la pression externe excessive.
- M5 : fatigue due à l'initiation et à la propagation de fissures de fatigue.
- M6 : perte matérielle.
- M7 : distorsion.
- M8 : dommage mécaniques.
- M9 : autres.

2.5. Statistiques de défaillance des tubes enroulés :

Différentes études statistiques ont montré que la corrosion et les dommages mécaniques sont les causes les plus courantes de défaillance des TC. Selon les dernières statistiques de panne obtenues par BJ Service Company à partir d'un examen détaillé de la panne entre mars 2004 et septembre 2006, il est démontré que les dommages mécaniques majeurs sont la principale cause de panne de TC, représentant 35% du total. Ces dommages peuvent provoquer une concentration locale de contraintes et des microfissures, qui peuvent conduire à une rupture prématurée par fatigue et réduire la durée de vie à la fatigue à des cycles bas.

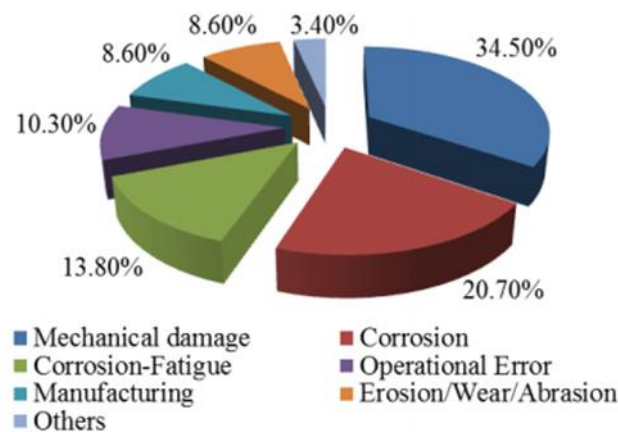


Figure 4: statistiques de défaillance de BJ service [6]

2.6. La fatigue du CT :

Lors du tripping dans et hors du puits, le tube enroulé subit des flexions répétées sur et hors de l'enrouleur et du col de cygne, Cette flexion répétée entraîne une alternance de contraintes

de flexion (traction et compressive) au-delà de la limite d'élasticité CT et provoque une déformation plastique et une fatigue Failure sur le tube enroulé.

La pression de travail interne du tube enroulé produit également une contrainte circulaire et accélère la déformation plastique du tube enroulé. Comme les courses de travail du tube enroulé (une course signifie un aller-retour du tube enroulé dans et hors du puits, y compris un cycle de flexion sur et hors de la bobine et deux cycles de flexion sur et à l'extérieur du col de cygne) augmente pour l'opération d'ingénierie, le diamètre du tube enroulé augmente progressivement de petites fissures se développent sur la bobine, provoquant finalement la défaillance du tube enroulé.

Les contraintes de flexion maximales atteintes par la flexion de la bobine et du col de cygne CT sont [7] :

$$S_{a,r} = \frac{d_o E}{2R_r} \dots\dots\dots (1)$$

$$S_{a,g} = \frac{d_o E}{2R_g} \dots\dots\dots (2)$$

Contrainte de cercle sur le diamètre extérieur de la bobine Tuyauterie (the hoop stress) due à la pression interne

$$S_t = \frac{2d_i^2 P_i}{d_o^2 - d_i^2} \dots\dots\dots (3)$$

Selon le modèle de fatigue de la bobine d'Avakov et d, la contrainte alternative unie axiale équivalente (combinée) de la bobine peut être exprimée comme :

$$S_r = S_{a,r} + (S_t)^{1.895} \dots\dots\dots (4)$$

$$S_g = S_{a,g} + (S_t)^{1.895} \dots\dots\dots (5)$$

Le nombre total de cycle jusqu'à rupture peut être formulé comme :

$$N_1 = 1 \left(\frac{S_r}{S_m} \right)^2 + 2 \left(\frac{S_g}{S_m} \right)^2 \dots\dots\dots (6)$$

Où :

E : Modules d'élasticité

D_i : ID de la perruque enroulée

D_0 : OD de coiled tubing

P_i : Pression interne du tube spiralé [Psi]

S : contrainte équivalente (combinée) pour la section de tube soumise à une pression interne et pliée sur le col de cygne [Psi].

S_r : contrainte équivalente (combinée) pour une section de tube soumise à une pression interne et pliée sur la bobine (reel) [Psi].

S_g : Contrainte alternative uniaxiale équivalente sur goosneck [Psi].

S_m : Résistance moyenne à la fatigue des tubes S_m (termes de contrainte ou déformation) définie à vie malienne, Nm. [Psi]

R_s : Rayon du col de cygne [in]

K_c : Facteur de corrosion de fonctionnement du CT.

K_m : CT compensation factor de limite d'élasticité.

K_Q : Facteur de fiabilité de la prédiction de la durée de vie du scanner

K_s : facteur de concentration de la contrainte CT

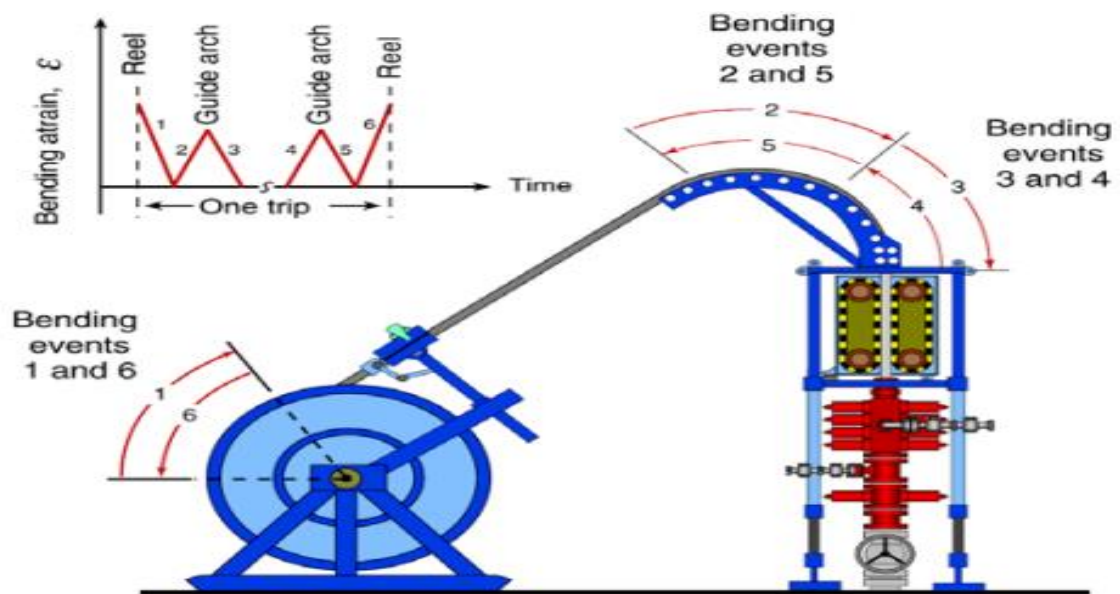


Figure 2.2: évènement du cycle de flexion des tubes enroulés

2.7.Facteurs influençant la durée de vie du CTU :

Les tubes enroulés sont déformés plastiquement car ils sont enroulés sur une bobine de plus à chaque aller-retour dans le puits et le dos déforme plastiquement le tube.

La vie du CTU est influencée par les plusieurs facteurs ci-dessous :

2.7.1 Effet de pression interne :

CT fonctionne généralement à une pression de 40 MPa, atteignant parfois 70 MPa ou plus. Le fluide de circulation interne haute pression peut facilement provoquer des dysfonctionnements tels que :

Plus la pression interne du CT est élevée, plus les surfaces de cercle (Eq. 3) sont grandes ; et plus la contrainte alternative uni axiale équivalente est grande (Eq 4 et 5), plus la course totale que la bobine puisse supporter avant la rupture (Eq.6) est grande. Par conséquent, la pression interne à travers le CT réduit considérablement le nombre total de courses.

L'influence de la pression interne sur la durée de vie en fatigue du CT Différents types :

L'influence de la pression interne sur la résistance à la fatigue du TC est étudiée. Il a un II a une certaine importance de guidage pour le contrôle de la pression CT sur site.

Afin d'étudier la durée de vie en fatigue du CT (1,75 " et 2,375 ") est sélectionné dans la figure 9, avec la pression interne. Comme le montre la figure 8 la durée de vie en fatigue est donnée sous différentes pressions internes pour deux types de CT.

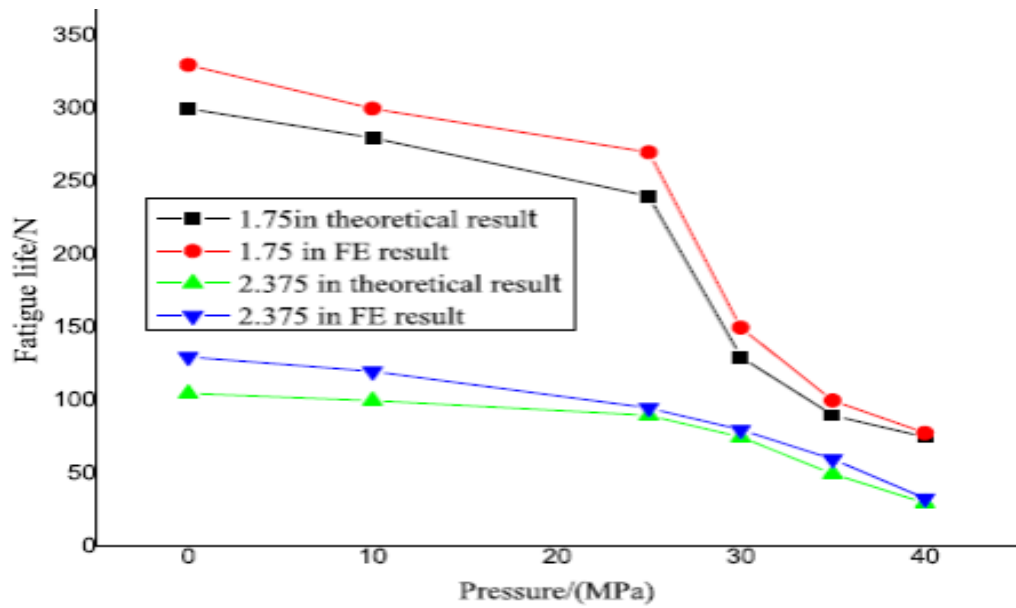


Figure 2.3: effet de la pression interne sur la durée de la vie en fatigue pour CT (1.75"et 2.375") [7]

La résistance à la fatigue du CT a été de 0 MPa, 30 MPa et Ils font respectivement 50 MPa. Les résultats expérimentaux sont présentés sur la figure 7. Les résultats des calculs théoriques sont en bon accord avec les données expérimentales du temps de cycle de fatigue sous différentes pressions. L'erreur minimale est de 5,5% et l'erreur maximale de 19,5%, ce qui est acceptable en ingénierie. La figure 8 montre la fonction de l'échec CT après l'expérience.

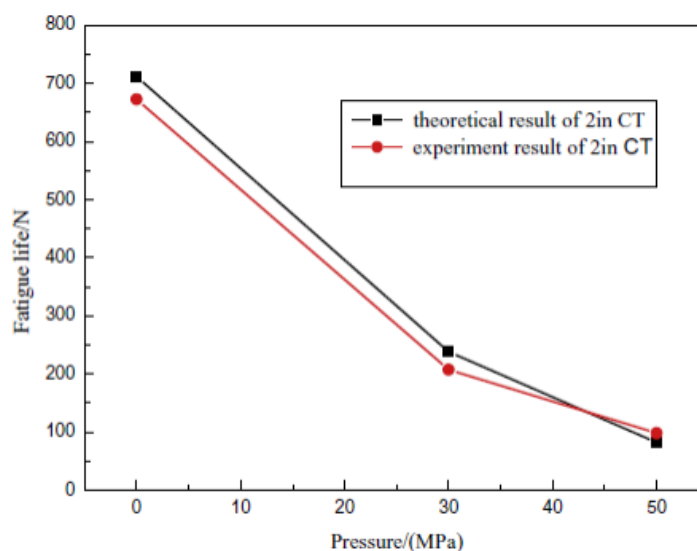


Figure 2.4: comparaison les résultats avec l'expérience et théorique. [8]

2.7.2 Effet de l'épaisseur de la paroi CT (CT Wall thickness) :

Selon Eq. 3, la contrainte de cercle diminue à mesure que le diamètre intérieur du CT diminue ou que l'épaisseur de la paroi augmente. Par conséquent, la contrainte alternée équivalente d'uni axial (Eq 4 et 5) diminuera et les courses totales jusqu'à la rupture (Eq. 6) augmenteront à mesure que l'épaisseur de la paroi CT augmente.

2.7.3 Effet de corrosion :

Un tube enroulé est souvent utilisé pour placer de l'acide pendant le processus de stimulation. L'acide est supprimé pour réduire son impact sur les matériaux tubulaires de CT et de puits de forage ; cependant, il y a encore une certaine corrosion acide. En fait, le tube spiralé est parfois utilisé pour réduire l'exposition du tube du puits de forage à l'acide. La corrosion peut également être due à Oxydation de surface et exposition H₂S.

Environnement	Facteur de corrosion
Eau	1
Acide	0.66
H ₂ S	0.5

Tableau 01 : Des facteurs de corrosion

2.7.4 Effet de la taille des tubes enroulés (CT size) :

La contrainte du tube enroulé diminue à mesure que la taille du tube enroulé diminue, car il est en fait effectué par le rapport des diamètres extérieurs et intérieurs de la tubulure enroulée, Où le nombre total de courses diminue que la taille du tube enroulé diminue.

Type de soudage	Facteur de soudage
Section de tube non soudée	1
Section de tube soudée en biais	0.9
Section tubing conique soudée	0.6
Section de tube soudée bout à bout orbitale (automatique)	0.45
Section de tube soudée bout à bout manuelle	0.35
Section soudée bout à bout conique orbitale (automatique)	0.2
Section manuelle conique soudée bout à bout	0.15

Tableau 02 : Des facteurs de soudage.

2.7.5 L'influence de la limite d'élasticité CT (CT yield strength) :

Le facteur de compensation de limite d'élasticité K_m est utilisé dans Eq (6). Pour tenir compte de l'effet des différents niveaux de résistance à l'élasticité du tube enroulé dans la prédiction du tube enroulé, le niveau de résistance du tube enroulé le plus élevé. Plus la durée de vie du CT est longue. La limite d'élasticité compensation factor calculée comme suit [9] :

$$K_{us} = \left[\frac{\ln(1-RA)}{\ln(0.47)} \right]^2 \dots\dots\dots (7)$$

RA est le facteur de réduction de la surface du tube. Suite Plus la valeur de limite d'élasticité Coiled Tubing RA est élevée, plus la valeur de Coefficient K_m est élevée, où le nombre total de courses (strokes) à échouer pour CT est à l'origine plus haut.

2.7.6 Effet du diamètre de la bobine et du rayon de col de cygne (réel diamètre and Goose neck radius)

D'Eq. 1 et 2, plus le diamètre de la bobine est grand (ou diamètre actuel de la bobine) et le rayon du col de cygne, plus la contrainte de flexion. Par conséquent, uniaxiale équivalent inférieur (combiné) stress alterné (Eq 4 et 5) et durée de vie plus longue du scanner (Eq. 6) sont attendus pour des conditions de diamètre de bobine et de rayon de col de cygne plus grands, et le nombre total à l'échec augmente que le diamètre de la bobine augmente. Cependant, le taux d'augmentation dépend de la pression interne du CT. Plus la pression interne du TC est élevée, plus le taux d'augmentation est faible.

2.7.7 Effet de la connexion soudée bout à bout (butt-welded connection) :

La concentration de contraintes due à la connexion soudée bout à bout réduira également la durée de vie du tube enroulé.

2.7.8 Influence environnementale :

Puisqu'une unité de tubulure enroulée est placée à l'intérieur d'un puits, elle est exposée à un environnement acide. D'autres résultats montrent que la durée de vie en fatigue du tube enroulé sans aucun inhibiteur peut être réduite de 80 à 85% en raison des effets environnementaux, tandis qu'il ne diminue que d'un tiers de sa durée de vie à la fatigue d'origine après l'ajout de l'inhibiteur de corrosion H₂S.

2.7.9 Dommages de surface :

Padron [9] a étudié les effets de différents types de dommages mécaniques sur la durée de vie en fatigue du TC. Leurs résultats ont démontré que les dommages mécaniques externes sur la surface CT peuvent induire des microfissures, qui jouent un rôle décisif dans les dommages de fatigue CT et conduisent à une grande réduction de la durée de vie en fatigue CT.

2.8. Le modèle de vie de fatigue coiled tubing (Vladimir Avakov of Haliburton)

Le service de tubes enroulés dispose de trois modèles de fatigue pour déterminer la durée de vie de CT :

- Steve Tipton De Tulsa University.
- Vladimir Avakov Of Halliburton.
- BJ Services.

L'objectif de chaque modale de fatigue est de prédire la durée de vie restante d'un segment de tube :

- A n'importe quel endroit dans une chaîne de propriétés variées.
- Après une séquence complexe d'évènements de pliage.
- Soumis à des conditions de pression changeantes.

Dans notre étude, nous sommes basé sur un modèle de Vladimir Avakov Of Haliburton.

2.8.1.Définition du programme :

Ce modèle est basé sur des travaux expérimentaux et théoriques menés par le Dr V.A. Avakov de Haliburton. Pour aider à prédire la défaillance des tubes enroulés, Maurer Engineering Inc. a développé une durée de vie des tubes enroulés.

Programme Windows, CTLIFE2, dans le cadre du projet DEA-67 pour « Développer et évaluer la technologie Coiled-Tubing and Slim-Hole ». Ce programme est écrit en Visual Basic 3.0 s'exécute en mode standard ou amélioré de Microsoft Windows 3.0 ou supérieur.

Le programme décrit la rupture complexe de fatigue des tubes enroulés due à la déformation plastique et à la flexion répétée de l'enrouleur et du col de cygne.

Le programme prédit la durée de vie consommée des tubes enroulés le long de la colonne de tubes enroulés après diverses opérations (par exemple, journalisation et reconditionnement). On considère que la rupture par fatigue du tube enroulé se produit lorsque 100% de la durée de vie du tube enroulé est consommée.

La fenêtre de sortie (output) montre un graphique du pourcentage de la durée de vie du tube spiralé consommé dans toutes les opérations précédentes, et la quantité supplémentaire qui sera consommée dans l'opération en cours. Ces données sont également présentées dans un tableau.[10].

a. Données d'entrée requises :

Il existe quatre fichiers de données associés à CTLIFE2 :

1. Fichier d'informations sur le puits (.WDI) - nom du puits, emplacement du puits, société d'exploitation, date, etc.

2. Fichier de données de fonctionnement des tubes enroulés (.CF2) :

3. Fichier d'historique de durée de vie en fatigue des tubes enroulés (.CLH) - durée de vie précédemment consommée tous les 50 pieds intervalle sur la chaîne de tubes enroulés.

4. Project file (.PCT) - contenant les trois noms de chemin de fichier ci-dessus pour charger les fichiers de données et données automatiquement.

Toutes les données d'entrée enregistrées sur le disque ou en mémoire sont dans le système d'unités anglais. [11]

b. Definition de Haliburton model:

Haliburton model a été développé par le Dr V.A. Avakov et coll. (1993) ; Des essais de fatigue des tubes à grande échelle ont été menés pour obtenir les constantes de la ligne de fatigue S-N à cycle bas (déformation en fonction de la durée de vie) (équation Coffin-Manson, figure).

$$s = GN^b + FEN^c \dots\dots\dots (8)$$

Où : GN^b : la partie élastique de la déformation totale

FEN^c : La partie plastique de la déformation totale

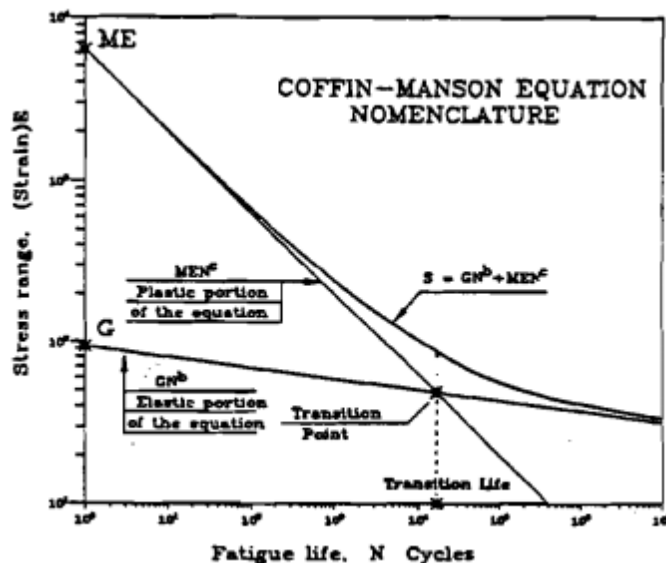


Figure 5: les constantes de la ligne de fatigue S-N à cycle bas

Étant donné que le tube enroulé est plié à plusieurs reprises dans une plage de déformation plastique, la partie plastique de la déformation totale dans l'Eq.8 est dominant et la chaux de fatigue S-N est simplifiée et définie comme :

$$s = FEN^c \dots\dots\dots (9)$$

Pour $c = -1/2$ la vie de CT a une distribution Log Weibull pour l'évaluation de la fiabilité, nous avons :

$$\frac{N}{N_m} \left(\frac{s}{s_m} \right)^2 = K_Q \dots\dots\dots (10)$$

$$K_Q = 11.47 \frac{\ln Q^{1/15}}{\ln 0.5}^{-1} \dots\dots\dots (11)$$

Où N_m , and S_m , are empirical tubing median life.

Résistance à la fatigue médiane trouvée par les données de test. La ligne de fatigue moyenne devient ($K_Q = 1$)

$$NS^2 = N_m S_m^2 = 1 \dots\dots\dots (12)$$

Où K_Q est le niveau de fiabilité, et :

$K_Q = 1.00$	à	$Q = 0.50$
$=0.8373$		$=0.80$
$=0.7498$		$=0.90$
$=0.6779$		$=0.95$
$=0.5991$		$=0.98$
$=0.5488$		$=0.99$
$=0.422$		$=0.999$

Les données des tests de fatigue à grande échelle indiquent que la ligne de fatigue médiane ($Q = 0,5$) est donnée par :

$$\begin{cases} N_m = 130 \\ S_m = 1000 \end{cases}$$

Qui est illustré à la figure 9 :

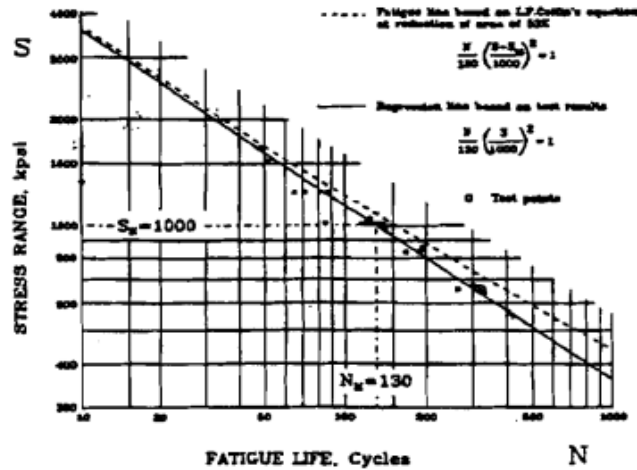


Figure 6 : médian fatigue line [12]

Pour un niveau de fiabilité plus élevé ($Q > 0,5$), la durée de vie de la tubulure est réduite de N à N_R par le facteur K_Q :

$$N_R = K_Q \left(\frac{S_m}{S_R}\right)^2 N_m = K_Q N_m \dots\dots\dots (13)$$

Afin de modéliser les dommages dus à la fatigue, le tube enroulé à contrainte alternée uni axiale équivalente complète est alors défini :

$$\begin{cases} S = S_a + S_t^{1.895} & \text{si } S_a > S_y \\ S = 0 & \text{si } S_a \leq S_y \end{cases}$$

S_a : Contrainte axiale du cycle imposée aux fibres extérieures pliées sur la bobine ou le col de cygne.

S_t : Contrainte de boucle sur la surface extérieure induite par la pression interne Tube spiralé OD

Pour une course d'opération de tube enroulé, il y a un cycle de flexion-redressage sur la bobine et les deux cycles de flexion-redressage sur le col de cygne :

Cycle de flexion-redressage sur la bobine $S_r = S_{ar} + S_t^{1.895}$

Les deux cycles de flexion-redressage sur le col de cygne $S_g = S_{ag} + S_t^{1.895}$

Le nombre total de cycles pendant une course de tube, convertie en résistance à la fatigue médiane S_m des tubes empiriques, sera :

$$N_1 = 1 \left(\frac{S_r}{S_m}\right)^2 + 2 \left(\frac{S_g}{S_m}\right)^2 \dots\dots\dots (14)$$

L'endommagement par fatigue ou la durée de vie consommée en pourcentage d'une course de tube à un niveau de fiabilité donné est alors :

$$FD_1 = \frac{N_1}{Kc \ k_s \ K_{us} \ K_q \ N_m} * 100\% \dots\dots\dots (15)$$

Les dommages de fatigue cumulés ou la durée de vie consommée correspondent à la somme de chaque course de tube. Quand les dommages de fatigues cumulées ou la durée de vie consommée atteignent 1001, une rupture de fatigue se produira.

$$TFD = \sum FD_1 \dots\dots\dots (16)$$

Problèmes en services associés à la fatigue du coiled tubing :

Malheureusement de nombreux événements peuvent survenir pour endommager le tubing (même au premier emploi) et fournir des régions dans lesquelles le modèle ne fait tout simplement pas la bonne prédiction [4].

Les problèmes avec les tubes ont maintenant été déterminés, les éléments suivants sont inclus :

- Perte de paroi générale.
- Piqûres de corrosion (Corrosion putting).
- Piqûres de corrosion dues au CO2 humide.

- Endommagement de la surface externe.
- Weld-line pin holes.
- Perte générale de la paroi due à l'usure.
- Croissance diamétrale.
- Ovalité.
- Fissuration de la soudure à l'extrémité.
- Fissuration de surface sous tension.
- Mauvaises soudures bout à bout Gouges allongées

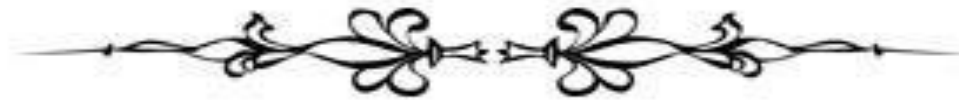
- La prévention de la rupture par fatigue repose sur :
 - La maîtrise de différents ingrédients.
 - La connaissance du chargement
 - La conception de la pièce
 - Choix du matériau
 - Optimisation des formes
 - Concentration de contraintes
 - État de surface
 - Maîtrise des températures, maîtrise du processus d'élaboration (caractéristiques minimales du matériau) et maîtrise des contraintes résiduelles.
 - Prévion de la durée de vie et des durées entre inspections (tolérance au dommage basée sur la mécanique de la rupture).
 - Le contrôle de son utilisation : inspections périodiques, validation des hypothèses initiales (températures, chargement). [4].

2.9.Conclusion :

La durée de vie des tubes enroulés est grandement affectée par la pression interne du CT, la taille du CT et l'épaisseur de la paroi, la limite d'élasticité du CT, les tailles des bobines et col de cygne, le fonctionnement corrosif et la connexion par soudure bout à bout.

La durée de vie de l'aile enroulée peut être prédite pour l'utilisation sur le terrain, en utilisant les modèles de durée de vie CT publiés développés sur la base des données CT fidi-siz.test.

Chapitre 4



Modalisation et simulation

4. Application et résultats

Dans ce chapitre on va étudier l'endommagement par la fatigue de coiled tubing, et on prend le modèle d'Avakov de la compagnie Halliburton pour calculer nos résultats.

Donc nous avons adopté sur Matlab pour obtenir un programme permet à l'ingénieur de prédire la fatigue de coiled tubing, qui présente une boucle de calcul pour compter le nombre de cycles de fatigue qui va être transformé en nombre de jobs restant à faire avant d'avoir le risque d'avoir une défaillance de coiled tubing.

A la fin, nous avons comparé entre la fatigue calculée par un logiciel appelé CTLIFE et notre programme a été développé par MTLAB.

Présentation du cas étudié par Avakov

On présente les caractéristiques du coiled utilisé, dans notre cas.

Coiled tubing data

OD: 2 in

ID: 0.188 in

Depth: 10000 feet

Wild location:

3000 feet 6000 feet 9000 feet

CT Young's modulus (psi): 30000000

CT yield strength (psi): 70000

CT job corrosion factor: 1

CT weld reduction factor: 0.6

Reel drum diameter (in.): 72

Reel drum width (in.): 44

Goose-neck radius (in.): 72

Design reliability: 0.95

Job steps	description	Depth (feet)	Pressure (PSI)
1	Start job	0	1000
2	Run into hole	3000	1000
3	Check weight	2900	1000
4	Run into hole	4000	1000
5	Check weight	3900	1000
6	Run into hole	5000	1000
7	Check weight	4900	1000
8	Run into hole	6000	1000
9	Check weight	5900	1000
10	Run into hole	7000	1000
11	Check weight	6900	1000
12	RIH, TD	8000	1000
13	POOH, wash	7500	1000
14	RIH, TD	8000	1000
15	POOH	6500	1000
16	End job	0	1000

Tableau 4-1 : Job operation data.

4.2. Calcule et simulation:

Pour calculé la fatigue de coild-tubing, on utilise la relation () de V.A de Halliburton pour un coup.

$$FD_1 = \frac{N_1}{Kc k_s Kus Kq Nm} * 100\%$$

Les calculs de la fatigue de coiled tubing en fonction de changement du diamètre de reel ‘Rr’ présenter comme suivant :

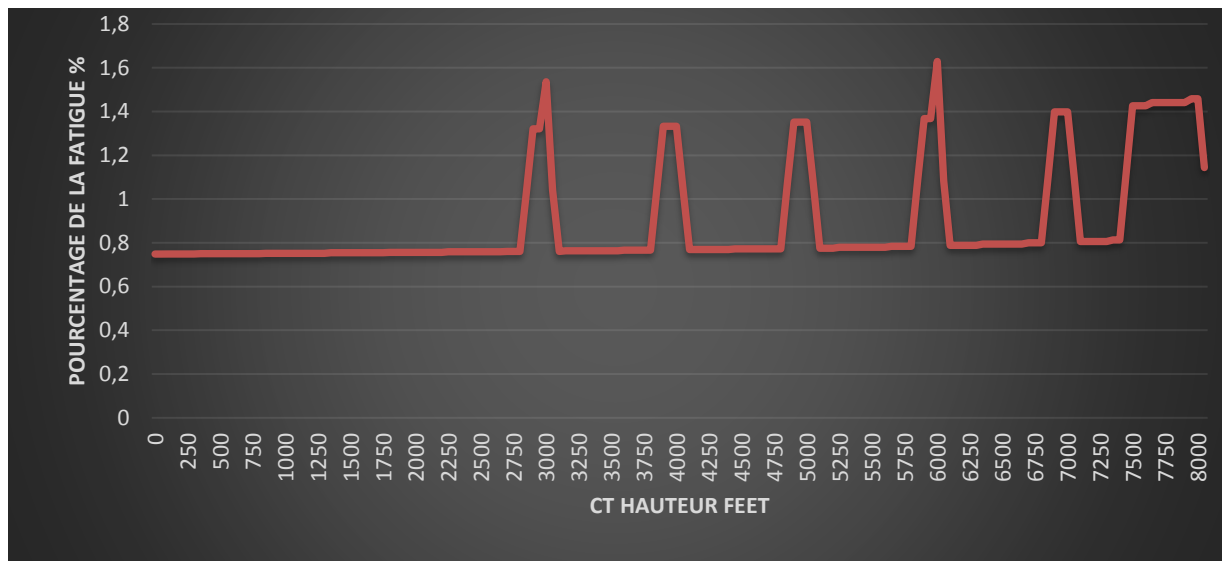


Figure4.1. la fatigue de coiled tubing en fonction de la hauteur

Ce graphe de la figure 4.1 présente le changement d'un pourcentage de la fatigue en fonction de la hauteur, et le graphe se reparte en trois formes :

- **Première sections (les traits horizontaux) :** où on remarque que la courbe augmente légèrement, à cause de la diminution graduelle du diamètre de la bobine.
- **Deuxième section (les déflexions) :** due au poids de contrôle où le coefficient de fatigue est de 4 et cela est dû au nombre de coups.
- **Troisième section (les piques) :** elles se composent de deux parties à 3000 pieds et 6000 pieds où la fatigue est égale à sa valeur maximale pour deux raisons principales : La première raison, comme ci-dessus dans la deuxième section, est qu'il y a un facteur de 4 qui est multiplié par l'équation de fatigue. Une deuxième raison est d'ajouter un coefficient de soudage à l'équation de fatigue, ce qui donne à la courbe cette valeur maximale.

On utilise CTLIFE2 pour calculé les résulta suivant :

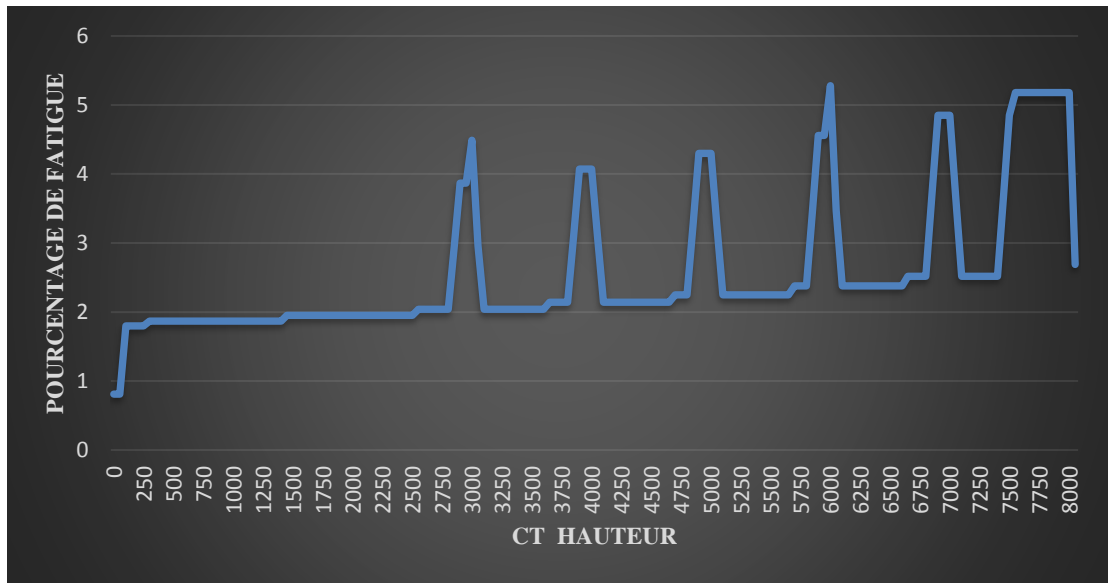


Figure.4.2. Pourcentage de fatigue avec programme CTLIFE2

La figure 4.2 réalisée par le logiciel CTLIFE2 développé par Haliburton, on remarque qu'il y a les mêmes évolutions que la courbe précédente.

Comparaison entre les résultats :

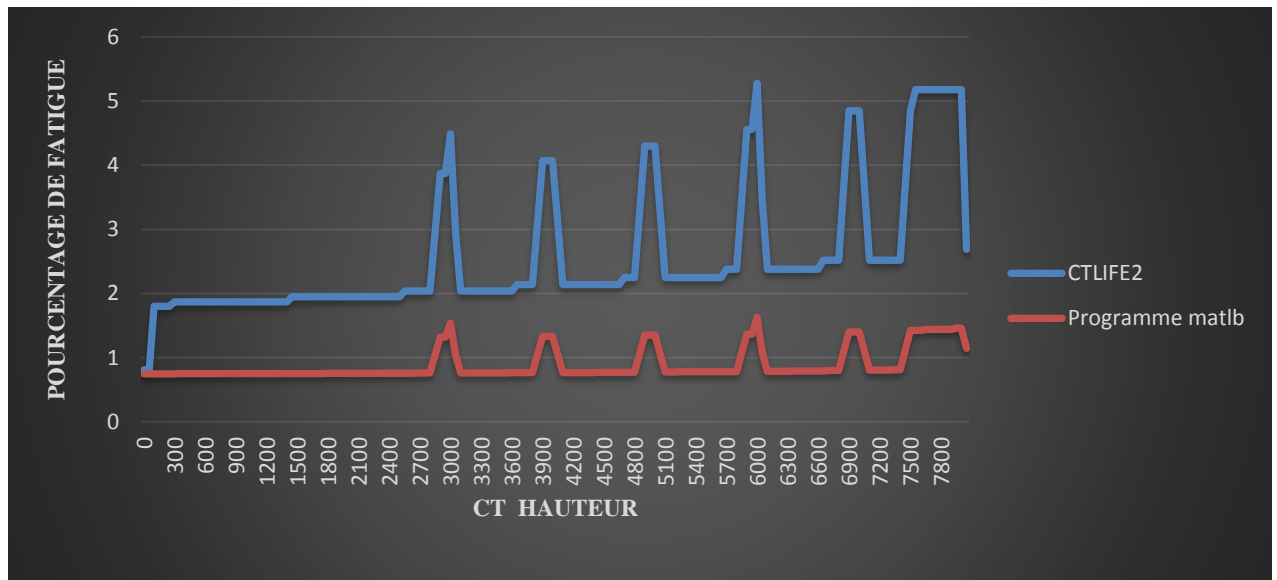


Figure.4.3 Comparaison entre le graphe par Matlab et le graphe par CTLIFE2

Sur cette figure 4.3, nous comparons la différence entre la courbe de Matlab et la courbe de CTLIFE2, où l'on constate que deux courbes passent par les mêmes étapes de développement et qu'il existe une différence constante entre deux courbes et cette différence est due à deux raisons principales :

- Il existe une factorielle dans l'équation de Fatigue utilisée par Haliburton dans le programme CTLIFE2.
- La raison du manque de données nécessaires pour déterminer les facteurs résultant de niveau de fiabilité. Ces facteurs sont : Nm et Sm.

4.2 Coup à rupture :

Pour calculer le nombre de coup on utilise la même relation avec le changement de pressions et divisé le pourcentage 100% sur le FD d'un coup.

$$\text{Nombre de coup} = 100/\text{FD1}$$

Pression PSI	Nombre de coup
0	187,344356
1000	187,290095
2000	187,142546
3000	186,164068
4000	185,848578
5000	185,4535
6000	184,980733
7000	184,431821
8000	183,808077
9000	183,110664
10000	182,340648
11000	181,499034
12000	179,789223
13000	178,808084
14000	177,758438
15000	187,344356

Tableau 4-2 : nombre de coup à dommage on fonction de pression Avec programme Matlab.

0	55,6
1000	49,9
2000	43,4
3000	35,5
4000	27,8
5000	21,2
6000	16
7000	12
8000	9,1
9000	6,9
10000	5,3
11000	4,1
12000	3,2
13000	2,6
14000	2
15000	1,7

Tableau 4-3 : nombre de coup à dommage on fonction de pression Avec CTLIFE2.

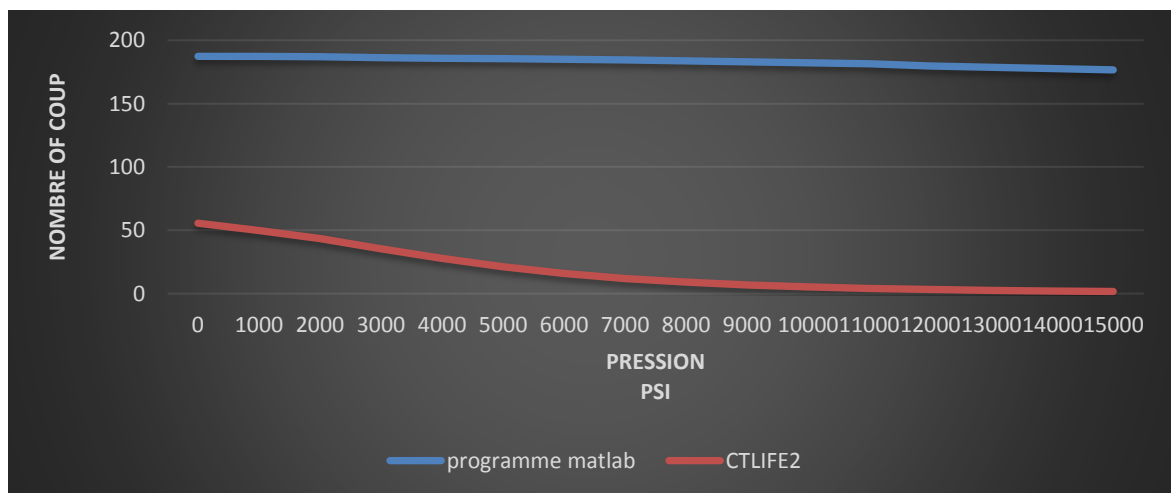


Figure.4.4 Comparaison entre graphe Coup à dommage du programme Matlab et CTLIFE2

Sur cette figure 4.4, nous comparons la différence entre une courbe issue de Matlab et une courbe issue de CTLIFE2, ce deux graphes représente le coup à dommage en fonction de pression on remarque un grand margent d'erreur entre les deux courbes.

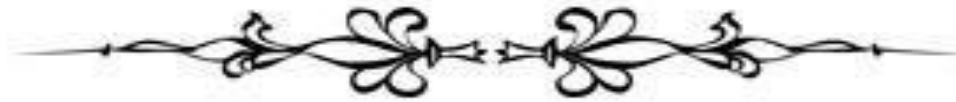
4.3 Résultats :

- La courbe de la fatigue en fonction de la profondeur montre l'évolution de la fatigue du fond jusqu'à la surface
- On constate que plus que le coiled tubing subit un mouvement plus la fatigue augment (check weight)
- La pression est un facteur qui accélérer le taux de la fatigue du coiled tubing
- Les points représentant un taux de fatigue considérable sont les points de soudures, cela nous implique de les minimiser plus possible pour diminuer le risque.
- Les points de soudures nécessitent une inspection périodique tant qu'ils sont considérés les points faibles du coiled tubing
- L'absence de l'environnement corrosif ralenti le taux de fatigue et par conséquent une durée de vie longue de coiled tubing.

4.5 Conclusion :

- Le coiled tubing durant sa descente il est soumis à des contraintes mécaniques de flexion et redressement durant sa descente et encours de sa remontée
- Ces différents cycles provoquent des fatigues qui non contrôles peuvent provoquer une rupture nous devons estimer son utilisation optimale pour éviter un endommagement
- Le programme réalisé est une approche d'évaluation qui nécessite d'être améliorer compte tenu l'expérience sur terrain

Conclusion



Recommandation

Conclusion

L'étude réalisée nous a permis de tirer les conclusions suivantes :

- Ce travail n'est qu'un début pour atteindre des résultats proches de la réalité et représentatifs de la réalité du phénomène de fatigue de coiled-tubing.
- On note que la différence entre les valeurs générées par le programme Matlab et CTLIFE2 de Haliburton relativement large et c'est pour les raisons suivantes :
 - La rareté des recherches sur ce sujet, qui rend difficile la réduction d'erreur.
 - Le modèle qui est utilisé dans le document n'est pas suffisamment expliqué.
 - L'exemple utilisé dans ce cas existe depuis 1996 et est le seul exemple disponible, il n'y a aucun moyen de réduire l'erreur par comparaison.
- On constate que le coiled tubing subit un mouvement, plus la fatigue augmente (check weight)
- La pression est un facteur qui accélère le taux de la fatigue du coiled tubing
- Les points représentant un taux de fatigue considérable sont les points de soudures, cela nous implique de les minimiser plus possible pour diminuer le risque.
- Les points de soudures nécessitent une inspection périodique tant qu'ils sont considérés les points faibles du coiled tubing
- L'absence de l'environnement corrosif ralentit le taux de fatigue et par conséquent une durée de vie longue de coiled tubing.

Conclusion et recommandation

RECOMMANDATION

Pour éviter les échecs dans votre travail ... ou dans votre puits :

- Nous proposons d'exécuter un autre logiciel dans ce cas pour faciliter le travail.
- Utilisez la nouvelle version de programme de Haliburton pour obtenir des résultats dans les normes.
- Contrôlez les facteurs qui contribuent à l'accumulation des dommages dus à la fatigue.
 - Minimiser le diamètre des tubes.
 - Maximisez les tailles de bobine et de col de cygne.
 - Sélectionnez le matériau le plus adapté à l'application.
 - Minimiser les trébuchements.
 - Minimisez le mouvement des tubes avec une pression élevée.
- Évitez les défauts.
 - Eliminer les sources de défauts - manipulation, débris injecteurs...
 - Surveiller / inspecter.
 - Fissuration induite par l'environnement.
- Corrosion de stockage.
 - Réparer les défauts peu profonds en utilisant des techniques de réparation par broyage. [4]

Référence



Bibliographique

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES :

[1] (2015)

[2] ("coiled tubing manual," 2005)

[3] ("Coiled Tubing Operation.," 2004)

[4] 2019/2020). Etude de la fatigue des tubes enroulés « Coiled tubing ». Département de Forage et MCP, Kasdi Merbah(A Christian, 2009) .

[5] Adrichem, w. P. V. (2002). "coiled tubing failure statiques used to develop CT performance indicator " SPE DRILLING AND CMPLETION

[6] Yafeng, J., Z. Hong, et al. (2011). Research on the Analysis Method of Coiled Tubing Fatigue Life. ICPTT 2011: Sustainable Solutions For Water, Sewer, Gas, And Oil Pipelines: 918-926.

[7] Wu, J. (1995). Coiled Tubing Working Life Prediction. SPE Production Operations Symposium.

[8] Padron dommages mécaniques sur la durée de vie en fatigue du TC.

[9] Wu, J. (1995). Coiled Tubing Working Life Prediction. SPE Production Operations Symposium

[10] . NC., M. E. ((1995-1998). Coiled-Tubing Technology, Drilling Engineering Association: 460.

[11] Avakov, V., J. Foster, et al. (1993). Coiled tubing life prediction. Offshore Technology Conference, Offshore Technology Conference.

[12] Zhao-ming Zhou¹, Jin-song Tan¹, FuWan²and Bo Peng, Handling Editor: Jie Zhang, Date received: 26 April 2019; accepted: 23 August 2019, 'Improvement and determination ofthe influencing factors of coiled tubingfatigue life prediction'.