

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

Ministère de L'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Université Kasdi Merbah Ouargla

Faculté des Hydrocarbures et des Energies Renouvelables et Sciences de la Terre et l'Univers

Département de Forage et Mécanique des Chantiers Pétroliers



MÉMOIRE DE FIN D'ETUDE

En Vue De L'obtention De Diplôme du Master en Mécanique des Chantiers Pétroliers

Option : Mécanique des Chantiers Pétroliers Présenté par :

SILARBI SOFIANE

THÈME

Optimisation de la configuration d'un radiateur pour le refroidissement d'une unité hydraulique (HPU) – Étude de cas TP187

Soutenu publiquement le :

Devant le jury compose de :

Hafsa Daoui	President	Pr	UKM Ouargla
Fatiha Chelgham	Examineur	MCA	UKM Ouargla
Zineb Chaich	Promoteur	MCA	UKM Ouargla
Djamel Belatrache	Co-Promoteur	MCA	UKM Ouargla

Année universitaire 2025-2026

Dédicace

Il me fait grand honneur de dédier ce travail à ma mère bien-aimée, qui a été un soutien indéfectible dans ma vie et m'a encouragé à poursuivre mes études avec passion. Elle a toujours prié pour moi et m'a prodigué ses conseils avisés, me donnant la force et la confiance nécessaires pour réaliser mes rêves.

Je tiens également à dédier ce travail à mon père, qui a été un exemple inspirant de détermination et de sacrifice pour moi. Son amour et son soutien indéfectible ont été essentiels pour surmonter les obstacles que j'ai rencontrés dans mes études.

Je n'oublie pas mes sœurs et mes frères, ainsi que toute ma famille, proche et éloignée, qui ont toujours été une source de motivation et d'encouragement pour moi.

Enfin, je souhaite dédier ce travail à mes chers amis, qui ont partagé avec moi cette aventure passionnante de l'apprentissage et de la découverte.

Remerciements

Je souhaite exprimer mes plus sincères remerciements à toutes celles et ceux qui, de près ou de loin, ont contribué à la réalisation de ce mémoire.

Je remercie les plus profonds s'adressent à Madame Zineb Chaich, ma encadrante, et mon co-encadrent Monsieur Belatrache Djamel pour leur accompagnement méthodique, leur disponibilité constante, la pertinence de leurs conseils, ainsi que pour la confiance et le soutien qu'ils nous a accordés tout au long de ce travail.

J'exprime également ma reconnaissance à l'ensemble du corps professoral et administratif de la Faculté des Hydrocarbures, pour la qualité de l'enseignement dispensé, leur encadrement rigoureux et leur engagement tout au long de mon parcours académique.

Ma famille trouve ici l'expression de ma gratitude la plus profonde, pour son appui moral et matériel, sa patience inestimable et sa présence bienveillante durant les périodes d'incertitude.

Enfin, je remercie chaleureusement mes amis et collègues, pour leur solidarité, leurs conseils, ainsi que pour les échanges intellectuellement enrichissants qui ont marqué cette expérience universitaire.

Résumé

Les unités hydrauliques (HPU) utilisées dans les équipements de forage nécessitent un système de refroidissement efficace pour maintenir la température de l'huile hydraulique dans des limites optimales et garantir la fiabilité des composants. Ce travail porte sur l'optimisation des configurations de radiateurs du système HPU TP187 à l'aide de la simulation numérique CFD sous ANSYS Fluent. Plusieurs configurations de radiateurs ont été étudiées afin d'évaluer leur efficacité de dissipation thermique. Les résultats obtenus ont montré que la configuration présentant un diamètre de tube de 3 cm offre les meilleures performances thermiques, permettant de réduire la température de l'huile hydraulique de 60 °C à 34 °C. Cette amélioration contribue à une meilleure stabilité de fonctionnement de l'unité HPU, limite la dégradation du fluide hydraulique, réduit l'usure des composants et diminue les besoins en maintenance.

Mots clés : Unité de puissance hydraulique (HPU), radiateur, refroidissement, CFD, huile hydraulique.

Abstract

Hydraulic Power Units (HPU) used in drilling equipment require an efficient cooling system to maintain the hydraulic oil temperature within optimal limits and ensure the reliability of the components. This work focuses on the optimization of radiator configurations for the HPU TP187 system using Computational Fluid Dynamics (CFD) simulation performed with ANSYS Fluent. Several radiator configurations were investigated and compared to evaluate their heat dissipation performance. The obtained results showed that the configuration with a tube diameter of 3 cm provides the best thermal performance, reducing the hydraulic oil temperature from 60 °C to 34 °C. This improvement contributes to better operational stability of the HPU, limits hydraulic fluid degradation, reduces component wear, and decreases maintenance requirements.

Keywords: Hydraulic Power Unit (HPU), radiator, cooling, CFD, hydraulic oil.

الملخص

نمضي كيلورديهلا تيزلا قراره تجردى لىء ظافحلل لاعف ديربت ماضن رفلط تادعم في فتمدختسلا تيكيلورديهلا تادحوللا بلطنتت فاكاحملا مادختساب 187 تيكيلورديهلا ءحوللا ماضن تىصاخلا تاريتايدارلا تاميمصت نيسحت لىل لمعلا اذه فدهي لىلثما دودحلا ترهظا قرارحلا ديدبت ءفافك مبيقتل تيرارحلا تلاباملا تاميمصت ءدع تتراقمو تسارد تمت تقياسحلا عناوملا اكيمايدل تيددعلا تيزلا قراره تجرد ضفخ لىل اىءا شيد، يرارح ءادأ لضافا مدقي مس 3 مردق بوبنأ رطقب زيمتي يذلا ميمصت نأ جئاتنلا دحلاو، تيكيلورديهلا ءحوللا ليغشت رارقنسا زيزعت في نيسحتلا اذه مھاسي. تيؤئم تجرد 34 لىل تيؤئم تجرد 60 ن م ي كيلورديهلا. تقياسحلا تابلطتم ليلقت لىل ي دؤي امم، تانوكملا لكات ليلقتو، ي كيلورديهلا تيزلا ص ناصخرو هدت ن م.

ي كيلورديهلا تيزلا، تقياسحلا عناوملا اكيمايد، ديربتلا، ريتايدارلا، تيكيلورديهلا ءحوللا: تيجاتقملا تاملكلا

SOMMAIRE

Chapitre I : Généralités sur les équipements de forage

I.1	Introduction	1
I.2	Classification des appareils de forage	1
I.3	Description des principaux équipements de forage	2
I.3.1	Fonction levage	2
I.3.2	Fonction rotation	8
I.3.3	Fonction pompage	9
I.3.4	Fonction motrice et transmission	10
I.3.5	Fonction de sécurité	11
•	Pompe hydraulique	13
•	Domaine d'utilisation	14
I.5	Huile hydraulique	15
I. 7	Conclusion	16

Chapitre II : Recherche bibliographique

II.1	Introduction:	19
II. 2	Problèmes liés à l'élévation de la température	19
II.3	Performances des systèmes de refroidissement par radiateurs	20
II.3.1	Modèle mathématique du système hydraulique:	22
II.1.1	Analyse du coefficient de transfert de chaleur :	24
II.4	Synthèse des travaux expérimentaux et des études de simulation CFD portant sur le refroidissement par radiateurs	25
II.5	Conclusion	31

Chapitre III : Optimisation des configurations de radiateurs pour une unité HPU

III.1	Introduction :	33
III.2	Description du problème :	33
III.3	Modèles physiques:	34
III.3.1	Modèle du radiateur de refroidissement :	34
III.3.2	Hypothèses :	35

III.3.3	Équations Gouvernantes :	35
III.3.4	Modèles de turbulence:	36
III.3.5	.Conditions aux limites:	38
III.4	Domaine de calcul :	41
III.4.1	. Principe de fonctionnement thermique:	42
III.4.2	. Les dimensions proposées de notre radiateur :	42
III.4.3	Les conditions aux limites :	43
III.5	Résultat de simulation :	43
III.5.2.	Convergence des Solutions :	45
III.6	Conclusion	55
Conclusion Générale		57

Liste des figures :

Figure I.1:Classification des appareils de forage	1
Figure I.2. Description simplifiée d'un appareil de forage.[2].....	4
Figure I.3. Treuil de forage TP 127 [3].	5
Figure I.4:Schéma du mouflage [4].	6
Figure I.5:Moufle fixe.[4].....	6
Figure I.6:Moufle mobile.[4]	7
Figure I.7:Crochet de lavage.[4]	7
Figure I.8:Table de rotation	8
Figure I.9:Tête d'injection [2]	8
Figure I.10:Pompes de forage TP 127.	9
Figure I.11:Transmission de la puissance diesel.	10
Figure I.12:Modules accumulateurs TP 127. (1) Vanne by-bass (2) Pompe pneumatique (3) Pompe électrique (4) Vanne à 4 voies (5) accumulateurs (6) Vanne de purge. [5]	11
Figure I.13:Unité hydraulique de top drive	12
Figure I.14:Schéma d'une pompe hydraulique à pistons axiaux [7].....	13
Figure II.1. (a) centrale hydraulique du système d'entraînement ; (b) dispositif de test de performance du radiateur. [18]	21
Figure II.2:Schéma de l'ailette du radiateur.	28
Figure II.3:Schéma structurel de l'ailette du radiateur. [32]	28
Figure II.4:Modèle de calcul structurel du radiateur.[32]	30
Figure III.1 : Schéma hydraulique du système de refroidissement de l'unité hydraulique (HPU) TP187 utilisant un radiateur à air forcé.	34
Figure III.2:Maillage structuré (Quadrilatéral / Hexaédrique)	39
Figure III.3:Maillage non structuré (Triangulaire / Tétraédrique)	40
Figure III.4:Maillage hybride	40
Figure III.5:Domaine de calcul et maillage du radiateur de refroidissement de l'unité HPU	41
Figure III.6: Test de maillage	44
Figure III.7:Évolution de résidu.	45
Figure III.8:Distribution de la vitesse dans le radiateur	46
Figure III.9:Distribution de la pression dans le canal serpentin	46
Figure III.10:Distribution de la température dans le canal serpentin	47
Figure III.11:Variation de la vitesse largeur de la section du canal (line-7)	48
Figure III.12:Distribution de la vitesse dans le radiateur	49
Figure III.13:Distribution de la pression dans le canal serpentin	49
Figure III.14:Distribution de la température dans le canal serpentin	50
Figure III.15:Variation de la vitesse selon la largeur du canal (line-4)	50
Figure III.16:Distribution de la vitesse dans le radiateur	51

Figure III.17:Distribution de la pression dans le radiateur	52
Figure III.18:Distribution de la température dans le radiateur	52
Figure III.19:Variation de la vitesse selon la largeur du canal (line-4)	53
Figure III.20:Effet du diamètre sur la variation de la température (a) 1cm, (b) 2cm, (c) 3 cm	54

Liste des tableaux :

Table I1: Classification des appareils de forage par la puissance du treuil [1] .	2
Table II-1:Paramètres structurels de l'ailette du radiateur. [32]	29
Table III-1:Propriétés thermo physiques de l'air, de l'huile et du matériau du radiateur appliquées à la simulation [46]	42
Table III-2:Les conditions aux limites de tour à vent	43
Table III-3:Test d'indépendance du maillage.	44

Introduction Générale

Introduction

Dans le domaine industriel, les unités hydrauliques (HPU – Hydraulic Power Units) jouent un rôle essentiel dans le fonctionnement de nombreux systèmes mécaniques et automatisés. Leur performance et leur fiabilité dépendent fortement de la gestion thermique, notamment du maintien de la température de l'huile hydraulique dans des plages optimales. Une élévation excessive de cette température peut entraîner une dégradation des propriétés du fluide, une usure prématurée des composants, ainsi qu'une diminution globale de l'efficacité du système.

Dans ce contexte, le radiateur constitue un élément clé du système de refroidissement. Il permet de dissiper la chaleur générée par les pertes énergétiques au sein du circuit hydraulique. Cependant, le choix et la configuration de ce radiateur ne sont pas toujours optimaux, ce qui peut engendrer des performances thermiques insuffisantes ou une surconsommation énergétique.

Ce travail de recherche s'inscrit dans une démarche d'optimisation de la configuration d'un radiateur destiné au refroidissement d'une unité hydraulique, à travers l'étude de cas TP187. L'objectif principal est d'analyser les paramètres influençant les performances thermiques du système de refroidissement, tels que le débit d'air, la surface d'échange ou encore les conditions de fonctionnement, afin de proposer une configuration améliorée répondant aux exigences de performance et d'efficacité énergétique.

Pour atteindre ces objectifs, une approche méthodologique combinant analyse théorique, modélisation et étude pratique sera adoptée. Cette étude contribuera à l'amélioration de la fiabilité du système, tout en permettant une réduction des coûts de maintenance et une amélioration de l'efficacité opérationnelle dans des conditions environnementales sévères.

La structure de l'étude s'articule autour de trois chapitres fondamentaux :

- **Chapitre 1** : Généralités sur les équipements de forage
- **Chapitre 2** : Recherche bibliographique
- **Chapitre 3** : Étude de cas – Optimisation des configurations de radiateurs