



Université KASDI MERBAH OUARGLA
Faculté des Hydrocarbures, des Énergies
Renouvelables et des Sciences
de la Terre et de l'Univers



Département : Forage et Mécanique des chantiers pétroliers

Mémoire

MASTER PROFESSIONNEL

Domaine : Sciences et techniques

Filière : Hydrocarbures

Spécialité : Forage

Thème

Évaluation des performances mécanique du système Top
Drive (BENTEC.GDS.NOV.TESCO.CANRING) comparé
aux système conventionnels de forage

Présenté par :

KOUIDRI Fouad

NAOUIHA Meftah

DEHMANI Moulay

Soutenu publiquement le : 07/06/2025

Devant le jury:

M. LAGHRIB Youssef	MCA	 Président	UKMO
M. Hadjab Riad	MCA	 Examineur	UKMO
M. Gharbi Abderrezak	MCA	 Examineur	UKMO

Année Universitaire : 2025/2026

REMERCIEMENTS

Avant tout, nous remercions Allah le Tout-Puissant de nous avoir donné la force et la patience nécessaires pour réaliser ce travail.

Nous adressons nos sincères remerciements à notre encadreur, Dr. GHARBIA Abderrazak, pour ses conseils, son accompagnement et son soutien durant l'élaboration de ce mémoire.

.Nos remerciements vont également aux membres du jury ainsi qu'à tous les enseignants du Département de Forage et Mécanique des Chantiers Pétroliers.

Enfin, nous exprimons notre gratitude à nos familles et à nos amis pour leurs encouragements et leur soutien.

Dédicaces

Nous dédions ce travail à ceux qui ont semé en nous les valeurs essentielles et nous ont enseigné la patience, le courage et la détermination : nos chers parents.

À ceux qui ont toujours été la lumière éclairant notre chemin, notre premier soutien à chaque étape de notre vie, quelles que soient les difficultés rencontrées.

À ceux qui nous ont appris le sens du dévouement, du travail acharné et de l'amour inconditionnel.

À ceux dont les sacrifices ont rendu possible notre parcours et nous ont permis d'atteindre ce que nous sommes aujourd'hui.

À nos chers frères et sœurs, les mots ne suffisent pas pour exprimer toute l'affection, la gratitude et la reconnaissance que nous vous portons. Votre présence à nos côtés a toujours été un soutien précieux tout au long de ce parcours.

À tous les membres de nos familles, petits et grands, veuillez recevoir, à travers ce travail, l'expression de notre profond attachement, de notre reconnaissance et de notre sincère affection.

À nos ami(e)s et collègues, vous avez été bien plus que de simples compagnons de route : des frères, des sœurs et des soutiens fidèles. En souvenir des moments partagés, des efforts accomplis ensemble et de l'amitié sincère qui nous unit, nous vous dédions ce travail et vous souhaitons une vie pleine de bonheur, de réussite, de santé et de prospérité.

SOMMAIRE

REMERCIEMENT

DEDICACE

INTRODUCTION GENERALE.....10

CHAPITRE I : GENERALITES SUR L'APPAREIL DE FORAGE

I.1) Introduction.....	11
I.1.1) Description de l'appareil de forage.....	11
I.1.2) Classification.....	11
I.2.3) Principe de fonctionnement de l'appareil de forage.....	12
I.1.4) Équipements d'un appareil de forage.....	15
I.1.5) Le matériel de fond.....	15
I.1.6) Le matériel de surface.....	16
I.2) Mouflage et câble de forage.....	18
I.2.1) L'équipement de pompage (circulation).....	19
I.3) Les équipements de sécurité.....	19
I.4) Les équipements mécaniques.....	20
I.5) Les équipement de rotation.....	20
I.5.1) La tête d'injection.....	20
I.5.2) La table de rotation.....	21
I.6) Système de forage:.....	21
I.6.1) Forage par la table de rotation	21
I.6.2) Forage par l'entraînement supérieur (TOPDRIVE).....	22
I.6.3) Historique	22
I.6.4) Différents types de top drive.....	22
I.conclusion.....	24

Chapitre II : Description de la top drive et la table de rotation

II.2 Le Top Drive	26
II.2.1 Définition du Top Drive	26
II.2.2 Principe de fonctionnement du Top Drive	26
II.2.2 .1 Fonction de rotation	26
II.2.2 .2 Fonction de pompage	26
II.2.2 .3 Fonction de forage	27
II.2.3 Classification de top drive	28
II.2.3.1 Selon le constructeur	28
II.2.3.1.1 BENTEC TD 500 HT	29
II.2.3.1.2 GDM-500	30
II.2.3.1.3 TESCO ES I	31
II.2.3.1.4 CANRIG 8050AC	32
II.2.3.1.5 NOV TDS-11SH.....	33
II.2.3.2 Selon le type de moteur d'entraînement	34
II.2.3.2.1 Top Drive à moteur hydraulique	34
II.2.3.2.2 Top Drive à moteur électrique.....	34
II.2.4 Les fonctions du Top Drive	34
II.2.5 Caractéristiques	34

II.2.5.1 Description des ensembles du Top Drive	35
II.2.5.2 Caractéristiques de conception du Top Drive.....	36
II.2.5.3 Caractéristiques Technique de TOP DRIVE	36
II.2.6 Les avantages et les inconvénients du Top Drive	36
II.2.6.1 Les avantages	36
II.2.6.2 Les inconvénients	37
II.2.7 Sécurité du Top Drive	37
II.3 La Table De Rotation	38
II.3.1 Définition de la table de rotation	38
II.3.2 Description d'une table de rotation.....	38
II.3.3 Fonctionnement de la table de rotation	38
II.3.4 Caractéristiques de conception	39
II.3.5 Les dispositifs d'entraînement	41
II.3.6 Avantages et Inconvénients de la table de rotation	42
II.4 Conclusion	43

Chapitre III : Analyse du coût de maintenance des systèmes Top Drive et table de rotation

III.1 Introduction.....	45
III.2 Les indicateurs de Maintenance.....	45
III.2.1 Défaillance $F(t)$	45
III.2.2 Densité de probabilité $f(t)$	45
III.2.3 Taux de défaillance $\lambda(t)$	45
III.2.4 MTBF (Mean Time Between Failure)	45
III.2.5 Durée d'arrêt (Hr).....	46
III.2.6 MUT (Mean Up Time)	46
III.2.7 Nombre de classe (r)	46
III.3 Analyse de la fiabilité du système Top Drive GDS /CANRIG.....	47
III.3.1 Historique de pannes pour TDS-GDS 500 T ENF 07	47
III.3.1.1 Nombre des pannes de chaque intervalle ΔT TDS-GDS 500 T ENF 07.....	48
III.3.1.2 Récapitulatif des données de fonctionnement TDS-GDS 500 T ENF 07.....	48
III.3.2 Historique de pannes pour TDS-CANRIG 500 T ENF 13.....	51
III.3.2.1 Nombre des pannes de chaque intervalle ΔT TDS-CANRIG 500 T ENF 13.....	53
III.3.2.2 Récapitulatif des données de fonctionnement TDS-CANRIG 500 T ENF 13.....	53
III.4 Étude de la fiabilité de la table de rotation dans les systèmes de forage conventionnels.....	56
III.4.1 Historique de pannes pour table de rotation ENF 24.....	56
III.4.1.1 Nombre des pannes de chaque intervalle ΔT pour table de rotation ENF.24	57
III.4.1.2 Récapitulatif des données de fonctionnement pour table de rotation ENF 24.....	58
III.4.1.3 Représentation graphique des résultats pour table de rotation ENF 24.....	59
III.5 Évaluation et comparaison du MTBF des équipements Top Drive au sein d'ENAFOR (2023-2024-2025)	61
III.5.1 Historique de pannes pour TDS-NOV ENF 55.....	61
III.5.2 Historique de pannes pour TDS - BENTEC ENF 50.....	62
III.5.3 Historique de pannes pour TDS – TESCO ENF 41.....	63
III.5.4 Représentation graphique des résultats MTBF.....	66
III.5.5 Description graphique des résultats MTBF.....	66
III.6 Évaluation de la durée d'arrêt des Top Drive dans l'entreprise ENFOR (période 2023–2025)...	67
III.6.1 Représentation graphique des résultats Durée d'arrêt (Hr).....	67
III.6.2 Description graphique des résultats Durée d'arrêt (Hr).....	67
III.7 Analyse comparative de la performance et du NPT des systèmes Top Drive : Application aux données d'ENAFOR (2023–2025).....	70

III.7.1 Évolution, classification et affectation des Top Drives par chantiers (2023–2025).....	71
III.7.2 Moyenne des NPT par marque (2023–2025).....	73
III.8 Sensibilisation sur les causes des NPT des Top Drive.....	75
III.8.1 Identification des organes majeurs liés aux défaillances – CANRIG (2023–2025).....	75
III.8.2 Identification des organes majeurs liés aux défaillances – BENTEC (2023–2025).....	76
III.8.3 Identification des organes majeurs liés aux défaillances – TESCO (2023–2025).....	77
III.8.4 Identification des organes majeurs liés aux défaillances – NOV (2023–2025).....	78
III.8.5 Identification des organes majeurs liés aux défaillances – GDS (2023–2025).....	79
III.8.6 Exemples sur les problèmes liés à la conception	80
III.9 Recommandations.....	86
III.10 CONCLUSION GENERALE	87
Résumé.....	88
BIBLIOGRAPHIE.....	89
abstract.....	90
Résumé.....	91

Liste de tableau

Chapitre III: Analyse du coût de maintenance des systèmes Top Drive et table de rotation

Tableau (III .1) : Historique de pannes pour TDS-GDS 500 T ENF 07	
Tableau (III .2) : Nombre des pannes de chaque intervalle ΔT TDS-GDS 500 T ENF 07	
Tableau (III.3) : Récapitulatif des données de fonctionnement TDS-GDS 500 T ENF 07	
Tableau (III.4) : Historique de pannes pour TDS-CANRIG 500 T ENF 13	
Tableau (III.5) : Nombre des pannes de chaque intervalle ΔT TDS-CANRIG 500 T ENF 13	
Tableau (III.6) : Récapitulatif des données de fonctionnement TDS-CANRIG 500 T ENF 13	
Tableau (III.7) : Historique de pannes pour table de rotation ENF 24	
Tableau (III.8): Nombre des pannes de chaque intervalle ΔT pour table de rotation ENF 24	
Tableau (III.9): Récapitulatif des données de fonctionnement pour table de rotation	
Tableau (III.10): Historique de pannes pour TDS-NOV ENF 55	
Tableau (III.11): Historique de pannes pour TDS - BENTEC ENF 50	
Tableau (III.12): Historique de pannes pour TDS – TESCO ENF 41	
Tableau (III.13): Représentation graphique des résultats MTBF	
Tableau (III.14): Évolution, classification et affectation des Top Drives par chantiers (2023–2025	
Tableau (III.15): Moyenne des NPT par marque (2023–2025)	

Liste de Figure

Chapitre I: GENERALITES SUR L' APPAREIL DE FORAGE	
Figure(I.1): Vue de l'appareil de forage Figure(I.2): Schéma de fonctionnement de l'appareil de forage Figure (I.3): Équipements de fond Figure(I.4): Schéma cinématique d'un mécanisme de levage Figure(I.5): Moufle fix Figure(I.6): Moufle Movable et crochet	
Chapitre II: Description de la top drive et la Table de rotation	
Figure (II.1) : Coupe verticale du top drive Figure (II.2.3.1) : BENTEC TD-500-HT Figure (II.2.3.2) : GDM-500 Figure (II.2.3.3) : TESCO ESI 500T Figure (II.2.3. 4): CANRIG 8050AC Figure (II.2.3. 5): NOV TDS-11SH Figure (II.2.5.1): TOP DRIVE Figure (II.3.2): TABLE DE ROTATION Figure (II.3.4): TABLE DE ROTATION NOV D-375 DAS-001 Figure (II.3.5): FOURRURES DE TYPES MONOBLOC	
Chapitre III: Analyse du coût de maintenance des systèmes Top Drive et table de rotation	
Figure (III.1) : type de Top Drives Figure (III.2): corrigé dans le model AC Torque Boost Figure (III.3): corrigé dans le model AC moteur principal Figure (III.4): conception améliorée dans le model AC avec 4 points de fixations Figure (III.5): Emplacement du Wash Pipe model AC	

INTRODUCTION GENERALE:

La production industrielle a connu un développement considérable grâce aux avancées technologiques, ainsi qu'à l'amélioration du contrôle et de la maintenance des machines et des équipements industriels. Ce progrès vise principalement l'augmentation de la productivité ainsi que l'optimisation de l'utilisation des machines et des équipements tout en réduisant les temps de maintenance à assurer une meilleure performance des installations, à augmenter la productivité et à garantir un fonctionnement plus fiable et plus sécurisé.

L'optimisation de l'utilisation des machines et équipements tout en réduisant les temps de maintenance.

Dans le secteur pétrolier, l'opération de forage joue un rôle fondamental puisqu'elle permet de relier les couches souterraines contenant les ressources naturelles à la surface afin d'en assurer l'exploitation. Cette opération représente une part très importante des investissements, dépassant souvent 60 % des dépenses totales. Son coût étant directement lié au temps de réalisation, il devient crucial de réduire la durée de forage afin d'atteindre des performances économiques optimales.

Dans cette optique, de nouveaux équipements ont été développés pour améliorer l'efficacité du forage, parmi lesquels le système Top Drive.

Ce dispositif permet de remplacer plusieurs équipements de rotation traditionnels tels que la table de rotation, la tige carrée, la tête d'injection et la clé automatique, offrant ainsi un gain significatif en temps et en performance.

Cependant, l'un des principaux inconvénients de ce système réside dans son moteur d'entraînement, généralement un moteur à courant continu. Bien que ce type de moteur soit naturellement adapté aux applications à vitesse variable, il présente certaines limites, notamment la présence du collecteur. Ce dernier est particulièrement sensible aux conditions sévères d'exploitation, comme celles rencontrées dans le forage pétrolier, et impose des contraintes en termes de vitesse et de puissance.

Ces limitations ont conduit au développement de solutions alternatives basées sur des machines électriques sans collecteur, notamment les moteurs à courant alternatif asynchrones. Ces derniers, associés à des techniques modernes de commande à vitesse variable, offrent une meilleure robustesse, une réduction des besoins en maintenance ainsi qu'une amélioration de l'efficacité énergétique et de la disponibilité des installations.

GÉNÉRALITÉS SUR L'APPAREIL DE FORAGE :

I.1)Introduction:

Le forage joue un rôle capital dans l'exploitation pétrolière ,ce rôle est d'autant plus important que le forage représente dans toute prospection, l'opération la plus onéreuse.

La pratique montre que les fonds engagés dans les travaux en forage comprennent de 30 % de tous les investissements concentrés dans l'industrie du pétrole et du gaz.

A l'heure actuelle, le rôle de toujours si l'on peut admettre que les gisements faciles sont maintenant reconnus on peut aussi avancer en recherchant qu'il reste encore beaucoup du pétrole à découvrir

Les indices qualitatifs et quantitatifs du forage sont assurés essentiellement par un emploi habile et rationnel de l'équipement et des outils nécessaires. La méthode la plus répandue actuellement est le forage rotatif où les roches de fond subissent à la charge imposée sur l'outil et à l'action decouplée de l'outil qui assure la destruction des roches. L'opération de forage est assurée par un appareil dit appareil de forage ou sonde de forage [7]

I.1.1) Description de l'appareil de forage:

Un appareil de forage doit accomplir dans les meilleures conditions techniques et de sécurité, la réalisation d'un puits reliant un gisement à la surface.

I.1.2) Classification:

Il existe toute une gamme d'appareils : légers, moyens et lourds, appropriés aux forages, peu moyen et très profonds.

Deux caractéristiques relativement liées interviennent dans la classification d'un appareil de forage:

La capacité de profondeur de forage maximale

La puissance au treuil

La règle du pouce donne d'une manière pragmatique:

«Pour 100 foot de forage, il faut 10HP de puissance au treuil ». D'ou

● Appareil léger	4921foot-6561foot	1500m-2000m	650HP
● Appareil moyen	11482ft	3500m	1300HP
● Appareil lourd	19685ft	6000m	2000HP
● Appareil super lourd	26246ft-32805ft	8000m-10000m	3000HP

I.1.3) Principe de fonctionnement de l'appareil de forage:

L'outil de forage (trépan) est entraîné dans son mouvement de rotation au fond du trou par une colonne de tiges creuses vissées les unes aux autres. A l'extrémité supérieure de ce train de tiges à la hauteur du plancher de la tour de sondage se trouve la tige d'entraînement qui est creuse également, mais de section extérieure carrée ou hexagonale,

Passant à travers la table de rotation par laquelle elle est entraînée donnant à la tige un mouvement rotatif. La table de rotation est liée au moteur par l'intermédiaire de chaînes et de roues dentées [1], [2], [6].

L'ensemble des trains de sonde est suspendu au crochet de levage par l'intermédiaire de la tête d'injection qui joue le rôle de palier de rotation pour l'ensemble de train de tiges, elle comprend une partie mobile solidaire au train de sonde et une partie fixe solidaire au crochet.

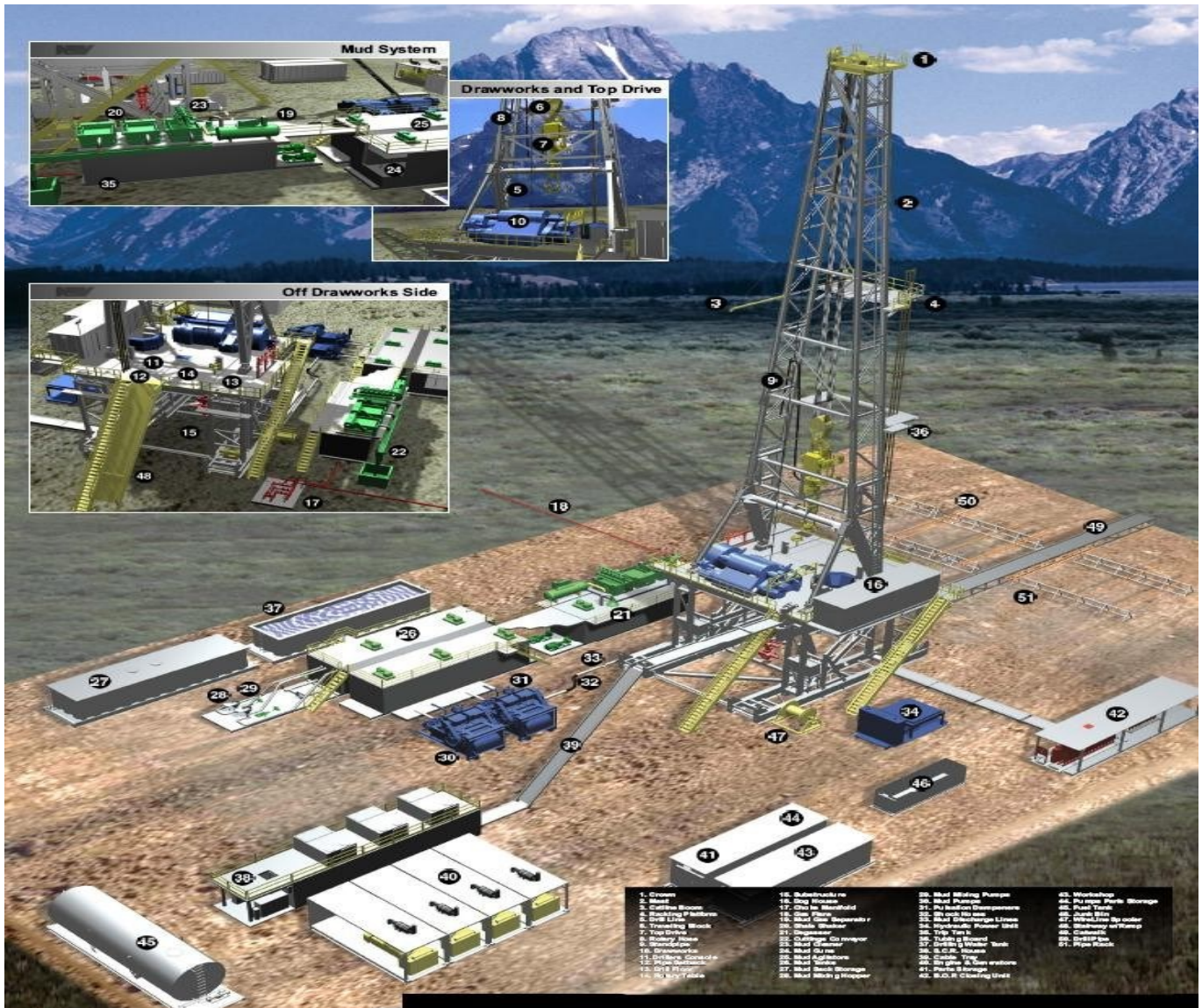
Ce crochet de levage peut être manœuvré du haut en bas de la tour métallique grâce à un système de Mouflage composé d'un moufle mobile auquel est suspendu le crochet et d'un moufle fixe en haut du mât de la sonde [1],[6].

Le brin du câble va s'enrouler sur le tambour de treuil de forage lequel est entraîné par les moteurs par l'intermédiaire d'un jeu de transmission et d'embrayages. Une injection continue de boue dans le trou est assurée pendant toute la durée de forage.

Les pompes à boue aspirant la boue dans les bacs et la refoulant par l'intermédiaire de la colonne montante du flexible et de la tête d'injection dans l'intérieur du train de sonde, la boue descend aussi jusqu'au fond du trou, sort par les événements du trépan et remonte par l'espace annulaire compris entre les tiges et le trou foré, cette boue qui remonte du fond du trou et chargée du déblai de forage [1], [6].

Ainsi dès son arrivée à la surface, elle passe sur le tamis vibrant qui la sépare des déblais, elle retourne dans les bacs d'aspiration, La boue effectue donc un circuit fermé dans le forage. Aux deux tiers (2/3) environ du mât de forage se trouve la manœuvre de remontée ou descente. Le train tige est donc remonté puis redescendu par deux ou trois tiges grâce au système de levage qui est constitué de: Le treuil, le câble, les moufles et le crochet. Le mât de forage repose sur une substructure de 3m de hauteur ce qui élève d'autant le plancher de travail et permet

l'installation sur la tête du puits d'un ou plusieurs obturateurs de sécurité[26]



- | | | |
|---------------------------|----------------------------|-------------------------|
| 1 Mufle | 21 Dégazeur | 41 Unité de stocke |
| 2 Mat | 22 Décilîtres | 42 Unité de BOP |
| 3 Détonation | 23 Mud cleaner | 43 Atelier |
| 4 Passerelle d'accrochage | 24 Fusil de boue | 44 Pompe d'alimentation |
| 5 Cable de forage | 25 Agitateur a boue | 45 Bac à gasoil |
| 6 Moufle mobile | 26 Bac à boue | 46 Bac en rebut |
| 7 Top drive | 27 Sac de stockage de boue | 47 Bobine de fil |
| 8 Tuyau de rotation | 28 Mixeurs | 48 Escalier |
| 9 Flexible d'injection | 29 Pompe de mixeurs | 49 Bonde de tiges |
| 10 Treuil de forage | 30 Pompe à boue | 50 Tiges de forage |
| 11 Consoler de forage | 31 Accessoires de pompe | 51 Tiges de râtelier |
| 12 Tiges de recul | 32 Tuyau de choc | |
| 14 Sol de foreuse | 33 Tube de déchargement | |
| 15 Table de rotation | 34 Unité hydraulique | |
| 16 Substructure | 35 Bac externe | |
| 17 Maison de control | 36 Passerelle de tubage | |
| 18 tube de gaze | 37 Bac à eau | |
| 19 De sableurs | 38 Unité de SCR | |
| 20 Tamis vibrant | 39 Plateau | |
| | 40 Moteurs et alternateurs | |

Figure.I-1 :Vue de l'appareil de forage

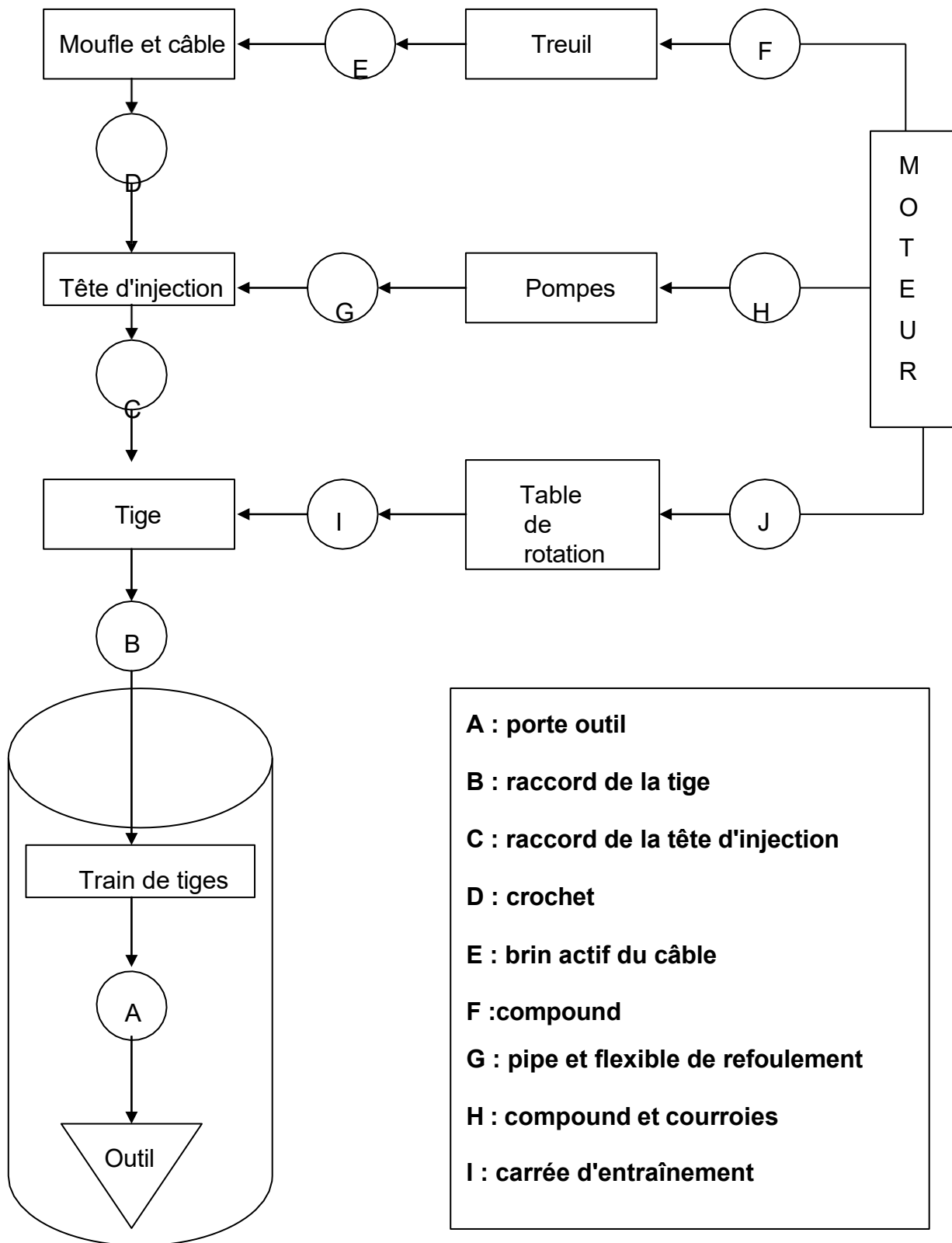


Figure.I-2 : Schéma de fonctionnement de l'appareil de forage

I.1.4) Équipements d'un appareil de forage:

L'appareil de forage ou plus généralement le chantier de forage peut être décrit sous forme de deux catégories de matériel (Figure.I.1 et Figure.I.2) [1], [2].

I.1.5) Le matériel de fond:

Cette partie regroupe l'ensemble de la garniture de forage:

- Masse tige DC (Drill collar).
- Tige de forage DP (Drill pipe)** (figure. I-3-b)
- Raccord de réduction.

Le rôle de cet ensemble c'est-à-dire (Masse tige DC, Tige de forage DP et Raccord de réduction) est de :

Entraîner le trépan en rotation



Appliquer un certain effort;

Apporter l'énergie hydraulique qui sera nécessaire à l'évacuation des déblais ;

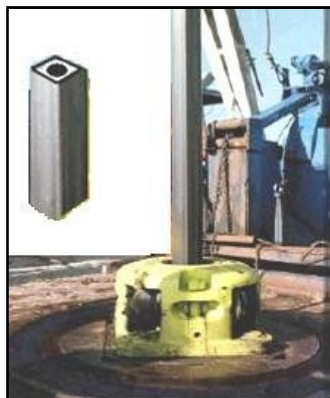
-Trépan: (figure. I-3-a):C'est l'outil qui fore le puits sous l'action de la charge axiale et du couple du moteur, le rôle de cet élément est de cisailer les roches (i.e. Écraser et éroder les roches) [6]

Tiges carrées : (figure. I-3-c)

C'est la tige qui transmet le mouvement de rotation de la table de rotation au train de tige. [1]



I-3-a :



I-3-c : tige



I-3-b : tige de

Figure I-3 Équipements de fond. [1]

I.1.6)Le matériel de surface:

Cette catégorie est répartie en plusieurs groupes mettant en œuvre l'outil de forage et assurant la sécurité du puits [6].

Pour forer un puits il faut préparer trois mouvements à l'aide des équipements suivants :

- L'équipement de levage.
- L'équipement de pompage(circulation).
- L'équipement de rotation.

A)L'équipement de levage

La garniture de forage représente une masse importante, les équipements assurant la fonction levage de cette garniture sont :

B) Derrick (mât):

Les derricks métalliques sont généralement composés de pieds, reliés par des traverses horizontales et par croisillons. La base carrée du derrick repose généralement sur une substructure. Les derricks sont munis de

plates formes, l'une au sommet destinée à supporter le moufle fixe une autre plate forme d'accrochage aménagée à une hauteur telle qu'elle permette à l'accrocheur de travailler dans la position la plus favorable lorsqu'il manœuvre l'élévateur

A sa partie inférieure le derrick comporte un certain nombre d'ouvertures dont l'une fait face d'elle au treuil c'est la porte qui permet l'entrée des tiges.

Des échelles ou des escaliers permettent d'accéder aux plates formes et au sommet du derrick [1], [6].

C)Treuil:

Le treuil de forage est l'organe principal de la sonde, par sa capacité il caractérise

Le rig en indiquant la profondeur de forage que peut atteindre l'appareil de forage) [3],[6]. Le treuil regroupe un ensemble d'éléments mécaniques et assure plusieurs fonctions:

-Les manœuvres de remontée et de descente (levage) du train de sonde à des vitesses rapides et en toute sécurité, ce qui constitue sa principale utilisation.

-L'entraînement de la table de rotation quand celle-ci n'est pas entraînée par un **moteur indépendant**.

-Les vissages et dévissages du train de sonde ainsi que les opérations de curage.

*les éléments constitutifs d'un treuil sont :

*Le châssis ski : la structure qui supporte les organes du treuil.

* Le tambour : auquel s'enroule le câble de forage, il doit être très rigide et solide,

Un tambour et son arbre.

-Une jante de frein et des pignons fous.

-Une conduite d'eau et un ensemble d'embrayage.

***Des freins: il y a deux types:**

a)-Un frein mécanique :qui sert à contrôler la descente du train de sonde au furet à mesure de l'avancement du trépan,

il est constitué de deux bandes de formes circulaires chaque bande enveloppe une jante de grand diamètre solidaire au tambour.

b)-Un frein auxiliaire: On distingue deux types des freins auxiliaires :

☐Frein hydraulique: Il est constitué d'une roue à aubes qui tourne dans un carter d'eau qui assure le freinage.

☐Frein électromagnétique : Il est constitué d'un rotor qui tourne dans un entrefer ménagé dans le stator où règne un champ électromagnétique, utilisé pour ralentir la vitesse de descente rapide

Cabestan : Pour le vissage et dévissage de la garniture de forage à l'aide des clés, et pour la manutention des charges sur le plancher.

☐Le tambour de curage : Porte les cabestans et le câble cabestan, au milieu le tambour reçoit le câble de forage destiné aux opérations de repêchage et vissage du puits.

☐Boite de vitesse : Elle permet pour une vitesse donnée des moteurs, d'entraîner les différents arbres du treuil à des vitesses diverses et dans les deux sens.

☐Embrayage : permettant l'accouplement des arbres du treuil (seulement lorsque les arbres sont à l'arrêt

ou à vitesses très faibles), sont généralement de type pneumatique à sabot dont le principe réside dans le gonflement d'une chambre annulaire à air qui mis en contact deux cylindres concentrés.

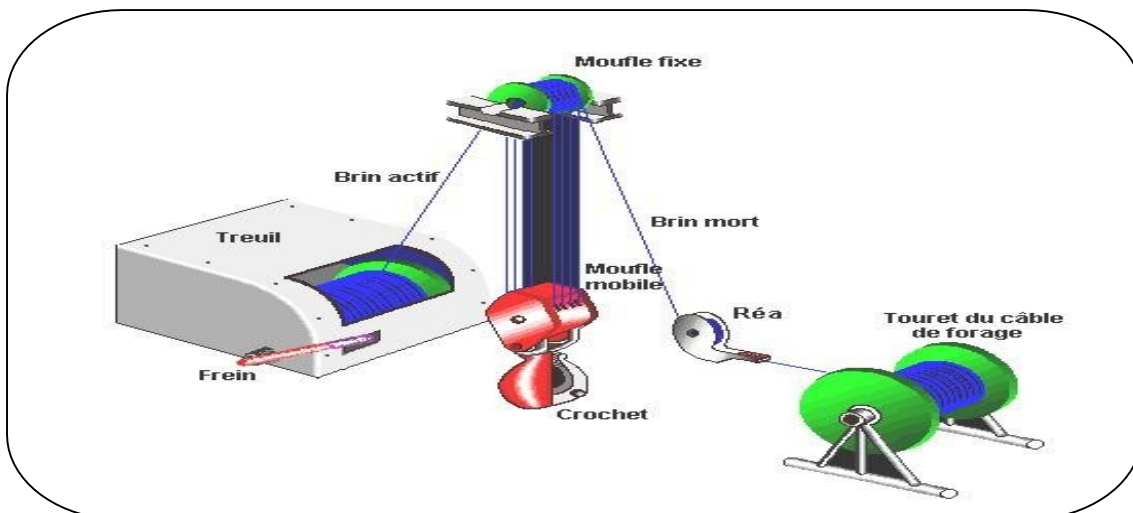


Figure I-4 : Schéma cinématique d'un mécanisme de levage. 1

I.2) Mouflage et câble de forage:

Le moufle mobile et le moufle fixe et le câble constituent un ensemble dont la fonction est de relier le derrick avec la charge en mouvement dans le trou et de la répartir sur Plusieurs brins.

Le moufle fixe à leurs poulies alignées sur le même axe qui est supporté à ses extrémités par deux paliers qui sont fixés au sommet du derrick, le moufle mobile comporte une poulie de moins que le moufle fixe correspondant les poulies sont sur le même axe, cet axe est monté sur des paliers situés sur des flasques, en tôle très épaisse qui reçoivent à leur partie inférieure le crochet ou l'attache de crochet, un carter entoure complètement les poulies, laissant seulement passer les brins du Mouflage [6].

Le moufle fixe et le moufle mobile sont caractérisés par:

- La capacité, nombre et diamètre des poulies, dimension des gorges, poids et diamètre de l'axe.
- Le câble passe successivement sur les poulies du moufle fixe et sur les poulies du moufle mobile avant de s'enrouler sur le tambour du treuil l'autre extrémité est fixée à un point fixe ou réa, la partie du câble comprise entre le tambour et le treuil est appelée brin actif, le brin mort est la partie sortant du moufle fixe et allant directement au point fixe.

Remarque :Le matériel annexe de la fonction de levage est : Crochet ,réa, élévateur, Clés.

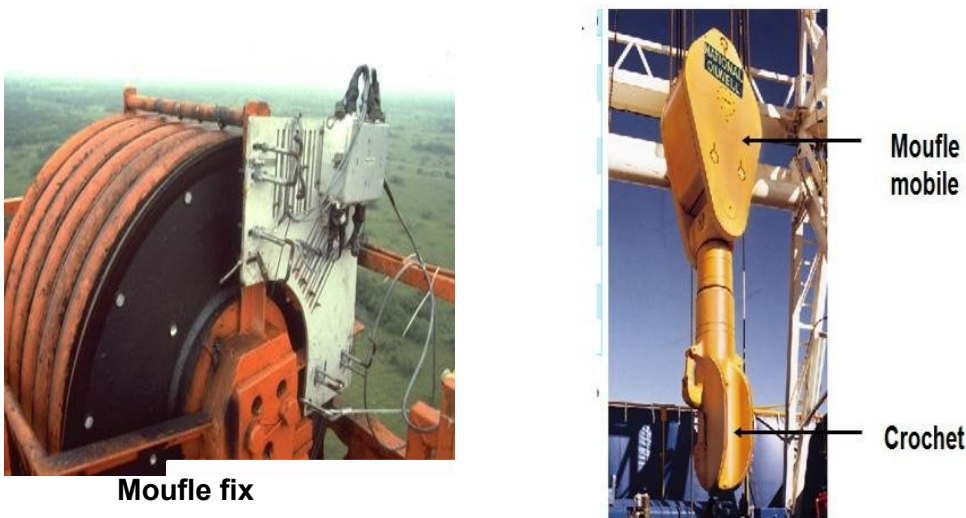


Figure I-6 Moufle Moubile et crochet

I.2.1) L'équipement de pompage (circulation) :

Cette partie a pour rôle:

- L'évacuation des déblais.
- Refroidissement du trépan.
- Faciliter le forage et maintenir les parois de puits.



Fig.I.7 Pompe à Boue Triplex

Ces trois principes sont assurés par la boue de forage.

Dans les chantiers de forage on rencontre :

- Les pompes à boue duplex à double effet.
- Les pompes à boue triplex à simple effet.

Les trois parties qui constituent les pompes à boues sont:

- La partie mécanique: Mouvement des pistons.
- La partie hydraulique: C'est la partie qui aspire et refoule la boue.
- La partie électrique.

Des conduits à haute pression, vannes, flexibles d'injection, tamis vibrant, tête d'injection: Leur rôle est d'assurer la circulation de la boue [6].

Ces équipements assurent la fabrication, le pompage et la circulation ainsi le traitement mécanique des fluides de forage.

I.3) Les équipements de sécurité:

Les équipements de sécurité sont constitués de:

- La tête du puits
- L'accumulateur de pression
- Le manifold de duses.

Ils assurent la sécurité du puits en cas de venue.

I.4) Les équipements mécaniques :

On distingue :

Les moteurs de sonde ou groupe de force ;

Les groupes électrogènes ;

Les compresseurs.

Ils fournissent l'énergie nécessaire au fonctionnement de la sonde.

I.5) Les équipements de rotation:

Le système de rotation devrait pouvoir transmettre aux tiges de forage la puissance nécessaire pour faire tourner le trépan à une vitesse qui permet d'assurer le meilleur rendement de l'outil tout en restant en dehors de la limite de résistance des tiges et des masses tiges. Les équipements assurant la fonction de rotation sont :

I.5.1 La tête d'injection :

La tête d'injection constitue la liaison entre la garniture de forage qui tourne, et le reste de l'installation qui demeure fixe, il permet aussi l'injection de la boue de forage dans le train de sonde.

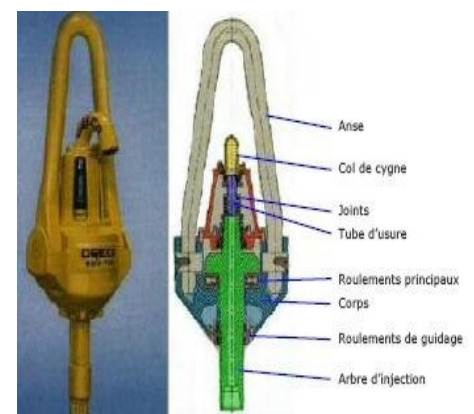
Elle comprend une partie fixe et une partie mobile : La partie fixe repose sur la partie mobile au moyen d'un roulement à bille principal qui supporte la charge

Pendant le levage, une presse étoupe assurant l'étanchéité entre les deux parties [1], [6]

La tête d'injection: (FigureI-7):Tête d'injection. [1]

est caractérisée par sa vitesse de rotation de 40 à 400 tr/min, sa durée de vie et son diamètre.

La tige d'entraînement (Kelly): C'est la tige qui transmet le mouvement de rotation tout en permettant la descente libre du train de sonde, de section carrée ou hexagonale, sa longueur est de 12m.



(FigureI-8):Tête d'injection. [1]

I.5.2) La table de rotation:

La table de rotation comporte trois parties principales(Figure. I-8) :

□Le corps ou bâti:

Souvent rectangulaire comporte une ouverture centrale cylindrique.

□La partie tournante :

Repose sur le bâti et munie d'une couronne dentée s'engrenant sur le pignon de l'arbre d'attaque.

□Le carré d'entraînement:

C'est l'organe qui transmet le mouvement de rotation de la table à la tige d'entraînement.

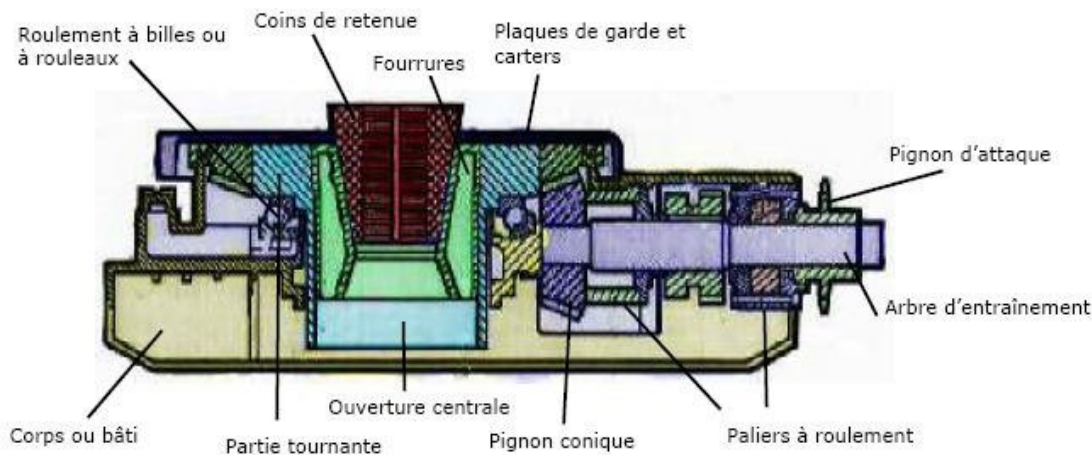


Figure.I-9:La table de rotation

I.6) Système de forage:

Il existe deux types de système de forage:

- Forage par la table de rotation(l'unité Drilling).
- Forage par l'entraînement supérieur(Top Drive).

I.6.1) Forage par la table de rotation :

a) Rôle de table rotation :

La table de rotation a pour rôle de transmettre un mouvement rotatif à l'outil de forage par l'intermédiaire du carré d'entraînement, de la tige carrée et du train de tiges [4],[6].

b) Fonction de la table de rotation:

Supporte le train de tige.

Vissage et dévissage des tiges de forage.

c)Description et principe d'entraînement :

La table de rotation est composée tout d'abord de trois parties essentielles:

Le corps (Bâti).

La partie tournante.

L'arbre d'entraînement.

Ce système de forage est classique par rapport à celui décrits ci-après.

I.6.2) Forage par l'entraînement supérieur(TOPDRIVE:)

Les appareils de forages modernes sont équipés par un nouvel équipement de levage et de rotation dite TOPDRIVE.

Le top drive est un système maintenu au derrick à l'aide d'une glissière. Cet équipement combine l'élévateur, les clés de forage, la tête d'injection et le crochet. Il assure la fonction de rotation et conçu essentiellement pour minimiser le temps de forage [6].

I.6.3) Historique:

En 1983 le développement du derrick a commencé par le remplacement du système conventionnel utilisant la table de rotation par un autre système à entraînement supérieur(TOP DRIVE), le premier modèle est publié en 1984, était DDM650 (Derrick – Drilling –) Machine ; capacité de levage 650 tons ; entraînement par moteur électrique à courant continu le développement du top drive est arrivé en 1987 par l'introduction du système d'entraînement hydraulique, le modèle DDM500/600est publié à la fin de 1987.

L'utilisation des couples très élevés durant le forage nécessité l'emploi des moteurs d'entraînement, puissants en 1993 a apparu le premier top drive a deux moteurs d'entraînement à courant alternatif [6], [28].

I.6.4) Différents types de top drive:

Dans l'industrie il existe plusieurs types de top drive:(Tesco, Varco, Canrig...etc.)

(Figure.I-4)

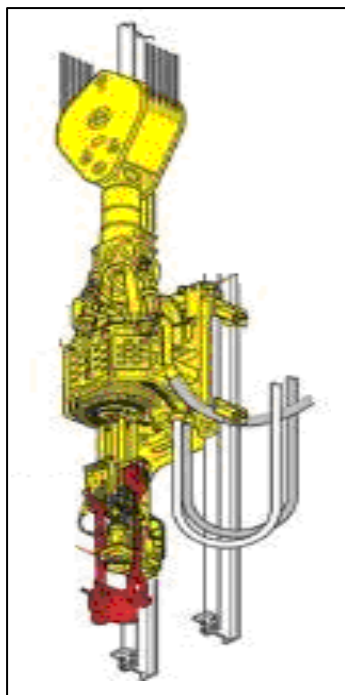
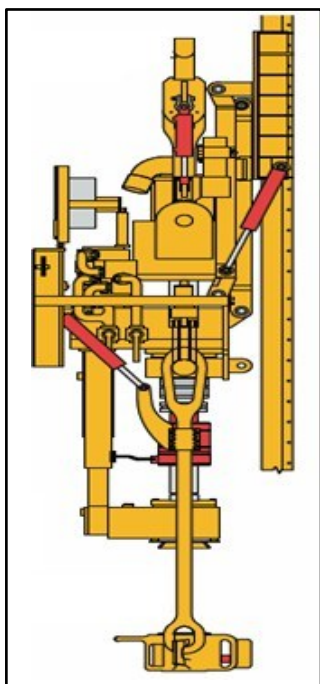


Figure.I-10: Types de top drive

CONCLUSION

En conclusion, l'appareil de forage constitue un élément fondamental dans l'industrie pétrolière. Grâce à l'évolution technologique, notamment avec l'apparition du système Top Drive, les opérations de forage sont devenues plus sûres, plus rapides et plus performantes. La compréhension des différents équipements et systèmes associés représente une étape essentielle pour l'amélioration continue des performances techniques et économiques des opérations de forage

Description de la top drive et table de rotation

II.2 Le Top Drive :

II.2.1 Définition du Top Drive : Le **Top Drive** est un dispositif mécanique utilisé pour entraîner la colonne de forage dans un appareil de forage.

Il transmet directement le couple à la colonne de forage et assure sa mise en rotation. Installé dans le mât de forage, il peut se déplacer verticalement le long de celui-ci. Il établit la liaison entre le bloc mobile (TRAVELLING BLOCK) et la colonne de forage. Il fait ainsi partie intégrante du système de levage de l'appareil de forage et doit être conçu pour supporter la masse totale de la colonne de forage.

Le Top Drive est déplacé grâce à un système de levage par poulies comprenant le moufle fixe (crown block), le moufle mobile (travelling block) et le treuil de forage (DRAWWORKS). Il permet également l'injection de la boue de forage dans la colonne pendant les opérations de forage.

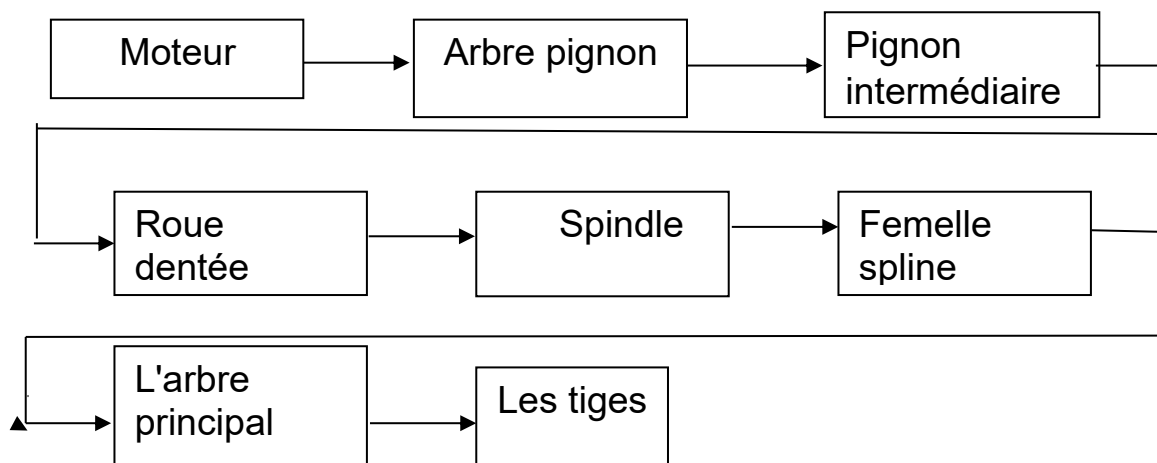
L'ensemble du système est commandé depuis un pupitre de contrôle ou depuis la cabine du foreur.

Le Top Drive est considéré comme une alternative efficace aux anciens équipements de forage (le crochet, la tête d'injection, la tige carrée, le carré d'entraînement, les cabestans et la table de rotation).

II.2.2 Principe de fonctionnement du Top Drive :

II.2.2.1 Fonction de rotation :

Transmission de mouvement : Le moteur est disposé verticalement et fonctionne en marche avant et en marche arrière. Le mouvement de rotation est transmis par l'arbre moteur équipé d'un pignon à une grande roue dentée. À l'intérieur de cette roue est logé un moyeu (HUB), solidaire du spindle par l'intermédiaire de quatre clavettes. Le spindle entraîne ensuite une cannelure interne (femelle spline), assurant ainsi la transmission du mouvement de rotation à l'arbre principal



II.2.2.2 Fonction de pompage :

Injection de la boue : Le Top Drive assure l'injection de la boue de forage à travers une tête d'injection intégrée. La boue est acheminée via un flexible haute pression vers le col de cygne (goose neck), puis passe par le wash pipe avant d'être dirigée vers la garniture de forage. Ce système permet une circulation continue de la boue afin de refroidir l'outil, évacuer les déblais et maintenir la pression du puits.

II.2.2.3 Fonction de forage :

Le Top Drive représente un élément clé du système de forage, assurant principalement les opérations de vissage et de dévissage des tiges de forage dans des conditions optimisées de sécurité et de performance.

Vissage des tiges : L'opération de vissage des tiges s'effectue selon les étapes suivantes :

1. Arrêt de la rotation des tiges et arrêt des pompes à boue (fermeture du système de boue si nécessaire).
2. Mise en place de la cale.
3. Déconnexion du quill (arbre principal) de la tige à l'aide du *gripper*.
4. Remontée de la clé de dévissage.
5. Positionnement du Top Drive vers l'accrocheur avec l'élévateur en position de manœuvre.
6. Prise d'une nouvelle longueur de tige.
7. Introduction de la tige dans celle posée sur la cale.
8. Abaissement du Top Drive jusqu'à atteindre une distance de sécurité entre le *quill* et la boîte d'engrenage (*gear box*).
9. Guidage de la tige dans le système sans application du poids du Top Drive, même en cas de mauvais alignement.
10. Maintien de la tige avec la clé, activation du mode *spin maintain* et descente du Top Drive pour réaliser la connexion.
11. Passage du mode rotation au mode couple en respectant les règles de sécurité (stabilité du poids, vitesse nulle, couple contrôlé).
12. Application du couple final jusqu'à stabilisation de l'indicateur.
13. Libération de la garniture de la cale et remise en marche de la circulation de boue si nécessaire.
14. Éloignement de l'élévateur afin d'éviter son usure.
15. Démarrage de la rotation.

Dévissage des tiges : L'opération de dévissage des tiges se déroule comme suit :

1. Mise en place de la cale afin de neutraliser le poids de la garniture.
2. Fermeture de l'élévateur sur la tige et mise en position de flottation.
3. Déconnexion de la tige au niveau du plancher à l'aide des clés de forage.
4. Dévissage de la tige à l'aide du Top Drive.
5. Remontée du Top Drive jusqu'à la séparation du *pin* et du *box*.
6. Positionnement du *pin* de manière à confirmer la position basse du *quill*.
7. Vérification ou réglage de la position du *gripper* si nécessaire.
8. Fermeture du *gripper*.
9. Application du couple de dévissage jusqu'à rupture de la connexion.
10. Confirmation du déblocage par chute du couple après pic de résistance.
11. Libération du *gripper* après retour de la rotation à zéro.
12. Levage progressif de la tige.
13. Stockage des tiges.
14. Repositionnement du Top Drive pour la prochaine opération.

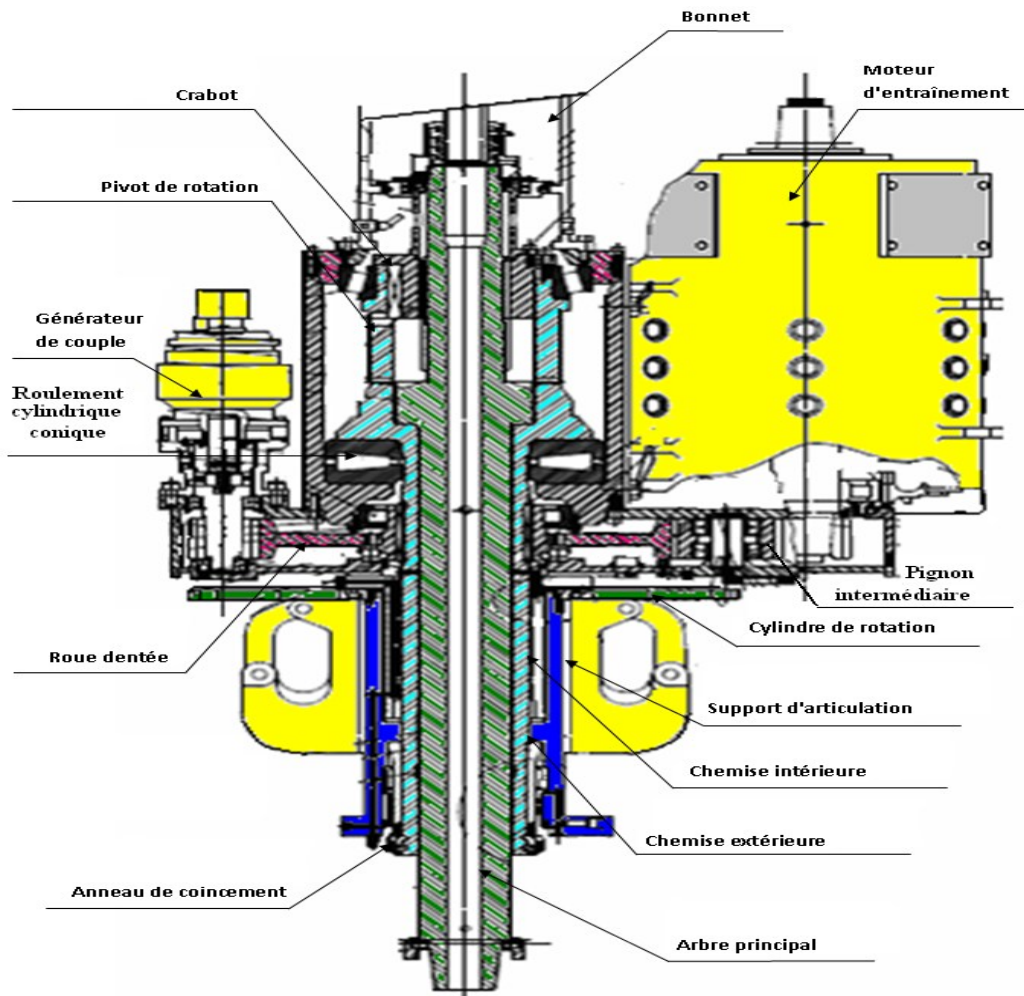


Figure (II.1) : Coupe verticale du top drive

II.2.3 Classification de top drive :

Le classement du Top Drive repose sur plusieurs critères techniques, notamment le constructeur, la capacité ainsi que le mode de fonctionnement lors des opérations de forage, parmi lesquels on peut citer :

II.2.3.1 Selon le constructeur : On peut classer les top drives selon les fabricants en cinq types principaux :

II.2.3.1.1 BENTEC TD 500 HT : Ce modèle se caractérise par une conception modulaire et un système hydraulique intégré. Il comprend généralement deux moteurs électriques (AC), un système de guidage précis et un dispositif de ventilation performant. Il se distingue par sa facilité d'intégration avec les appareils de forage conventionnels et par sa capacité à assurer la manipulation des tiges grâce au système link-tilt.

Fiche technique – BENTEC TD 500 HT

Catégorie	Spécification	Valeur	Unité
Informations générales	Poids	16200 / 35714	Kg / lb
	Longueur	6740 / 265.35	mm / inch
	Largeur	1600 / 62.99	mm / inch
	Profondeur	1561 / 61.46	mm / inch
Moteur principal électrique	Tension	575	V AC
	Consommation de courant (max)	880	A
	Puissance (max)	758	kW
Ventilateur moteur électrique	Tension	400 / 690	V AC
	Consommation de courant (max)	14.3 / 8.3	A
	Puissance (max)	7.5	kW
Unité hydraulique (drive)	Tension	400 / 690	V AC
	Consommation de courant (max)	14.3 / 8.3	A
	Puissance (max)	7.5	kW
Lubrification des engrenages	Tension	400 / 690	V AC
	Consommation de courant (max)	3.3 / 1.91	A
	Puissance (max)	1.5	kW
Système hydraulique	Moteur	7.5	kW
	Vitesse	1500	rpm
	Pression pompe (max)	210 / 3045	bar / PSI
	Réservoir d'huile (max)	80	l
Conditions d'exploitation	Plage de température	-45 à +55	°C



Figure (II.2. 3.1) : BENTEC TD-500-HT

Performance value: BENTEC TD 500 HT

Spécification	Valeur	Unité
Capacité de levage API	500 / 4450	ton / kN
Pression (étage)	500 / 7500	bar / PSI
Puissance de sortie	758 / 1030	kW / HP
Vitesse de rotation	0 à 115 / 230	rpm
Couple de forage	63,000 / 46,500	Nm / ft·lbs
Couple de rotation / dévissage (max.)	100,000 / 73,760	Nm / ft·lbs
Couple de freinage statique	105,000 / 77,440	Nm / ft·lbs
Capacité de levage Link-tilt	2500 / 5500 (@1.4 m / 4.5 ft)	kg / lbs

II.2.3.1.2 GDM-500 : Ce modèle se caractérise par une conception mécanique simple et robuste visant à réduire les points de défaillance et à améliorer la fiabilité. Il comprend principalement des moteurs de forage à courant alternatif (AC), un système de transmission mécanique optimisé, un système de guidage, ainsi qu'un dispositif de refroidissement du moteur. Il est également équipé d'un système de manipulation des tiges (link-tilt) et de composants facilitant les opérations de maintenance. Ce modèle offre un couple élevé et une vitesse de rotation améliorée, ce qui le rend adapté aux environnements de forage exigeants

Fiche technique – GDM-500

Spécification	Valeur	Unité
Capacité de levage statique	500	Short Tons
Température de conception	-20	°C (-4 °F)
Moteur électrique de forage	GE B20	—
Courant continu maximal	1100	A
Courant intermittent maximal	1470 (15 s)	A
Tension maximale	575	V
Plage de fréquence	0 à 117	Hz
Système de refroidissement	15 HP – 3900 CFM	—
Puissance continue	800	HP
Rapport de transmission	8.7059 : 1	—
Couple continu	45	ft·lbs
Couple maximal	75	ft·lbs
Capacité de freinage	50	ft·lbs
Couple max de dévissage (Break-out)	80	ft·lbs
Capacité du serre-tube	110	ft·lbs
Orientation du pipe handler	360° / illimitée (avec verrou)	—
Connexion du quill	6-5/8" Reg.	—
Diamètre de passage de boue	3	pouces
Pression max de circulation	5000 (7500 option)	PSI
IBOP commandé à distance	10	PSI
IBOP manuel	10	PSI
Course du contrepoids	7.25	pouces
Poids du crochet	34	lbs
Système de lubrification	2 HP – 5 GPM	—



Figure (II.2.3.2) : GDM-500

II.2.3.1.3 TESCO ESI : Ce modèle se caractérise par une capacité élevée et une grande flexibilité d’alimentation électrique. Il est équipé d’un moteur à induction AC avec variateur de fréquence, permettant un contrôle précis de la vitesse et du couple.

Il est conçu pour fonctionner aussi bien sur des installations terrestres qu’offshore, avec des systèmes de sécurité avancés tels que l’IBOP.

Fiche technique – **TESCO ESI 500T 1000HP**

Catégorie	Spécification	Métrique
Spécifications du système	Capacité nominale (via collier de charge)	454 tonnes
	Puissance nominale	735 kW
	Couple de forage continu max.	7050 daN·m
	Couple de serrage/dévissage	10 575 daN·m
	Vitesse maximale	220 rpm
	Poids (Top Drive + accessoires : élévateurs, links, contrebalance system)	18 144 kg
	Longueur (avec links 9 ft jusqu’au Tool joint)	6.3 m
	Largeur	1.3 m
Module de puissance	Équipements associés (drive components, distribution panels, HVAC unit, transformer)	7030 kg
	Dimensions équipements associés (L x l x H)	5.3 x 2.3 x 2.3 m
Unité hydraulique auxiliaire	Poids total à sec	318 kg
	Dimensions (unité principale)	1.1 x 0.64 x 1.9 m
	Débit de livraison	26.5 l/min
	Pression de livraison	17 237 kPa
	Tension moteur	50 / 60 Hz
Boucle de service service loop	Poids (reels, câbles, flexibles)	1724 kg
Panel de foreur	Poids équipement additionnel	36.3 kg
	Dimensions équipement additionnel (L x l x H)	0.9(L) x 0.4(W) x 0.2(H) m
Système d’arrêt de couple	Poids du torque track (146 ft de long)	14,882 kg
	Poutre d’ancrage et stabilisateurs	8,270 kg
	Châssis de couple et bagues de couple (non extensible)	1,125 kg
	Châssis extensible et bagues de couple (optionnel)	2,091 kg
	Éléments optionnels supplémentaires	3,402 kg
	Longueur standard du rail	28.4 à 44.5 m



BENTEC TD-500-HT

II.2.3.1.4 CANRIG 8050AC : Ce modèle se caractérise par une technologie avancée basée sur des moteurs AC haute performance et des systèmes de contrôle numériques. Il offre un couple élevé, une excellente précision de commande et une automatisation poussée. Il est particulièrement adapté aux opérations de forage modernes nécessitant une haute efficacité et un contrôle optimisé des paramètres de forage

Fiche technique – **CANRIG 8050AC**

Spécification	Métrique
Capacité nominale de levage (élévateurs)	454 Tonnes
Capacité nominale de levage (arbre creux)	454 Tonnes
Portance nominale API	375 Tonnes
Moteur	GE B20 AC (800 HP)
Puissance continue	600 kW
Puissance intermittente	900 kW
Couple continu nominal	50 700 Nm
Couple à vitesse max	21 489 Nm
Couple de freinage	70 900 Nm
Couple max moteur	74 900 Nm
Couple additionnel (vissage)	32 500 Nm
Couple additionnel (dévissage)	50 800 Nm
Couple max de dévissage	122 000 Nm
Orientation pipe handler	Limitée
Verrouillage pipe handler	Limitée
Diamètre admissible à la clé de retenue	5.75 to 9.0 pouces. 3.75 to 7.0 pouces
Course verticale clé de retenue	110 cm
Connexion arbre	6-5/8 Reg.
Diamètre intérieur axe	7.6 cm
Pression circulation standard	34 500 kPa
Pression circulation optionnelle	51 700 kPa
Course axe flottant	20 cm
Course contrepoids bras	20 cm
Refroidissement (standard)	11 kW – 60 m ³ /min
Refroidissement (option)	19 kW – 60 m ³ /min
Système de lubrification	1.5 kW – 15 l/min
Débit hydraulique	45 l/min
Pression hydraulique	16 200 kPa
Courant continu max	800 Amps
Courant intermittent max	1 200 Amps
Fréquence	0 - 140
Poids (sans moufles)	13 200 kg

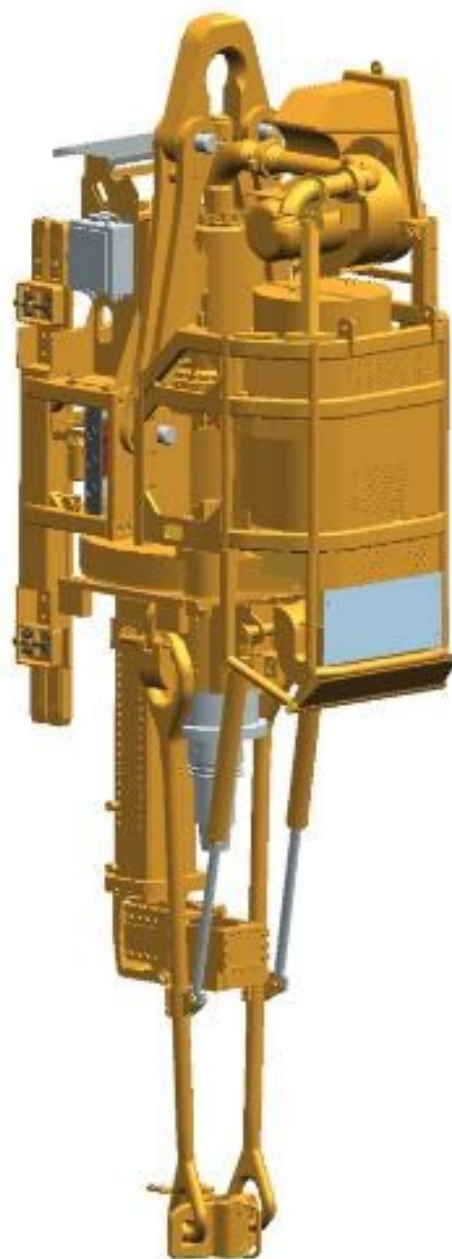


Figure (II.2.3. 4): CANRIG 8050AC

II.2.3.1.5 NOV TDS-11SH : Ce modèle est caractérisé par une forte capacité de levage, un couple élevé et une grande vitesse de rotation maintenue sur une large plage de fonctionnement. Il se distingue par sa polyvalence d'utilisation en applications terrestres et offshore, sa conception compacte adaptée aux unités de forage mobiles, ainsi que par l'utilisation d'un système de contrôle à fréquence variable (VFD) assurant une performance optimisée des moteurs.

Fiche technique – NOV TDS-11SH

Composant	Élément	Description
Top Drive	Poids	35 000 lb (15 742 kg) – Top Drive
	Poids	28 500 lb (12 927 kg) – Top Drive seul (sans poutre)
	Hauteur d'assemblage	19 ft 6 in (5,94 m)
	Puissance requise	1131 KVA à 600–690 VAC, 50/60 Hz
	Puissance moteur	1 100 hp
	Couple continu	51 000 ft-lb (69 147 N·m)
	Couple outil (intermittent / blocage)	75 000 ft-lb (101 686 N·m)
	Vitesse maximale	227 tr/min
	Capacité de levage	500 tonnes (453,6 mt)
	Trajectoire de charge	Simple
	Entrée col de cygne	Union femelle 3 in 1002
	Connexion flexible de boue	4 in API ou union femelle 4 in 1002
Tiges	Tailles de tiges	3-1/2 in à 5 in (4 in à 6-5/8 in OD tool joint)
Manipulateur	Type de manipulateur	PH-75 (75 000 ft-lb de couple de secours)
Moteur	Moteurs de forage	AC Reliance 560 VAC (2 × 550 hp)
Variateur de fréquence VFD	Type	Deux variateurs ABB ACS800 (800 hp, 600/690 VAC)
Frein moteur	Type	Freins à disque hydrauliques
Refroidissement moteur	Type	Ventilateur d'admission local
	Puissance	2 moteurs AC de 4 hp
	Vitesse	3 600 rpm
Boîte d'engrenages	Type	Simple vitesse, double réduction hélicoïdale
	Rapport	10,56:1
Lubrification	Type	Alimentation sous pression
	Réservoir	15 gallons (56,8 L)
	Débit interne	10 gpm (37,9 l/min)
	Type d'huile	Grade EP
Système hydraulique	Puissance	10 hp moteur AC
	Débit	8 / 3,5 gpm (30,3 / 13,2 l/min)
	Réservoir	25 gallons (95 L)
	Huile	Huile minérale hydraulique
Cabine électrique / VFD	Dimensions	17'10" L × 7'0" l × 7'8" H
	Poids	18 000 lb (8 165 kg)
	Alimentation	600/690 VAC (50/60 Hz)



Figure (II.2.3. 5): NOV TDS-11SH

II.2.3.2 Selon le type de moteur d'entraînement :

II.2.3.2.1 Top Drive à moteur hydraulique : Le Top Drive hydraulique fonctionne grâce à la pression de l'huile dans un système hydraulique permettant d'entraîner le moteur. Parmi les exemples, on trouve certains anciens modèles tels que les systèmes hydrauliques **Tesco** ainsi que les premières versions des systèmes **Canrig Hydra-Drive** appartenant à **Nabors**. Ses principaux avantages sont sa capacité à fournir une bonne puissance lors des opérations de forage. Cependant, il présente plusieurs inconvénients, notamment une maintenance complexe due au grand nombre de flexibles et de raccords, un risque de fuites d'huile, ainsi que des dangers liés à la haute pression et à la fréquence élevée des interventions de maintenance. Ces limitations ont entraîné une diminution progressive de son utilisation dans les équipements de forage modernes

II.2.3.2.2 Top Drive à moteur électrique : Le Top Drive électrique repose sur des moteurs électriques fonctionnant en courant continu (DC) ou en courant alternatif (AC). Parmi ses exemples, on trouve les systèmes **NOV TDS-11SA et TDS-11SH** de la société National Oilwell Varco, ainsi que les systèmes **Canrig AC Top Drive**. Ce type de Top Drive se distingue par sa facilité d'exploitation, un contrôle précis de la vitesse, des besoins de maintenance réduits et une grande fiabilité, notamment dans les systèmes AC modernes. Ses inconvénients sont que les systèmes DC peuvent être lourds, coûteux et plus complexes, tandis que les systèmes AC offrent une variation de vitesse moins fluide que le DC, bien qu'ils restent les plus utilisés aujourd'hui grâce à leur efficacité élevée et leur simplicité de maintenance.

II.2.4 Les fonctions du Top Drive :

Le Top Drive assure trois fonctions principales au cours des opérations de forage :

- La rotation :
Il fournit le couple nécessaire à la colonne de forage et assure sa mise en rotation, permettant ainsi le creusement du puits.
- La manipulation :
Il permet la manutention des tiges de forage, notamment leur levage, leur descente, leur vissage et leur dévissage, grâce au système de LINK-TILT et aux bras de levage.
- L'injection / la circulation :
Il assure l'injection de la boue de forage dans la colonne, ce qui permet de refroidir l'outil de forage, de nettoyer le puits et de remonter les déblais à la surface.

Le Top Drive permet de faire tourner la colonne, manipuler les tiges et assurer la circulation de la boue de forage pour garantir une opération efficace et sécurisée.

II.2.5 Caractéristiques :

Le Top Drive présente les caractéristiques suivantes :

- Résistant aux basses températures
- Unité de puissance hydraulique embarquée
- Connexions hydrauliques disponibles pour des équipements hydrauliques supplémentaires
- Grande capacité du système d'inclinaison
- Compatible avec des alimentations électriques de 50 et 60 Hz
- Certification ATEX
- Conception et développement conformes à la norme API

Ces caractéristiques varient d'un modèle à un autre.

II.2.5.1 Description des ensembles du Top Drive :

Le système de Top Drive est constitué de plusieurs ensembles et sous-ensembles essentiels qui assurent son bon fonctionnement au cours des opérations de forage. Parmi ses principaux éléments, on distingue :

Les composants externes :

1. Unité de forage
2. Manipulateur de tiges (Pipehandler)
3. Elévateur / Élingues (Links)
4. Chariot de guidage (Guide Traveler)
5. Boucle de service (Service Loop)
6. Rails de guidage (Guide Rails)
7. IBOP / dispositif de sécurité

Les composants internes :

- Le système de refroidissement du moteur,
- Le système de guidage,
- Le système de commande hydraulique,
- Le système d'équilibrage,

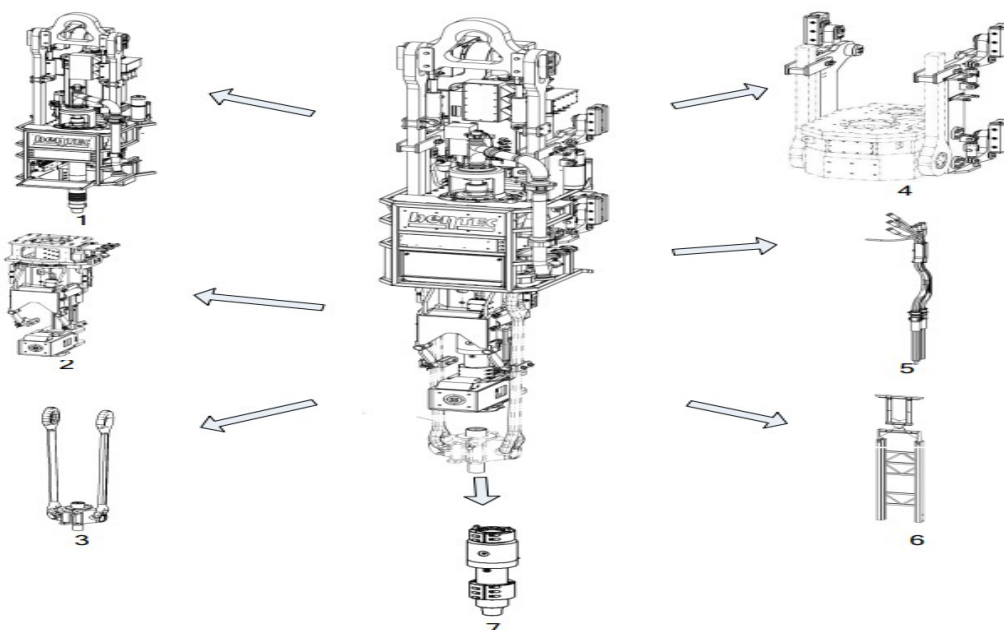


Figure (II.2.5.1): TOP DRIVE

II.2.5.2 Caractéristiques de conception du Top Drive :

Le Top Drive constitue une unité moderne dans les systèmes de forage, se distinguant par des caractéristiques de conception avancées, notamment à travers certains organes essentiels tels que le générateur de couple, la clé de secours et l'élévateur. Il permet également le forage en longueurs (*stand drilling*), autorisant l'utilisation de trois tiges pouvant atteindre une longueur totale d'environ 27 mètres, ce qui contribue à la réduction du temps des opérations et à l'amélioration de l'efficacité.

Par ailleurs, il est équipé d'un pivot intégral (*spindle*) qui limite les défaillances liées à la fatigue des connexions filetées. Le générateur de couple fonctionne grâce à une poussée hydraulique assurant une rotation continue avec un contrôle directionnel précis. De plus, les valves inférieures peuvent être actionnées manuellement, offrant ainsi une plus grande flexibilité d'exploitation. L'ensemble de ces caractéristiques permet d'assurer un meilleur contrôle du puits et d'optimiser les performances des opérations de forage.

II.2.5.3 Caractéristiques Technique de TOP DRIVE :

Le Top Drive présente les caractéristiques suivantes :

- Résistant aux basses températures
- Unité de puissance hydraulique embarquée
- Connexions hydrauliques disponibles pour des équipements hydrauliques supplémentaires
- Grande capacité du système d'inclinaison
- Compatible avec des alimentations électriques de 50 et 60 Hz
- Certification ATEX
- Conception et développement conformes à la norme API

Ces caractéristiques varient d'un modèle à un autre.

II.2.6 Les avantages et les inconvénients du Top Drive :

Sur le plan technique, le Top Drive présente de nombreux avantages qui contribuent à améliorer les conditions de travail, notamment pour les opérateurs. Il facilite les opérations de forage grâce au mouvement continu de la garniture sur une même longueur, ce qui permet de réduire l'utilisation de certains équipements traditionnels et d'éviter plusieurs complications lors des manœuvres. Les gains de temps sont également significatifs, puisque les connexions des tiges s'effectuent par sections (forage par longueur), réduisant ainsi le nombre d'opérations de raccordement par rapport aux méthodes conventionnelles. De plus, cette technologie permet de libérer partiellement les ouvriers de plancher, qui peuvent être affectés à d'autres tâches telles que le nettoyage et la maintenance. En revanche, la responsabilité opérationnelle est principalement assurée par le chef de poste et son assistant, tandis que l'accrocheur doit rester en permanence sur la passerelle.

II.2.6.1 Les avantages : on peut citer :

- La possibilité de reconnecter la garniture en cours de manœuvre à n'importe quelle hauteur.
- La remontée en rotation avec circulation (*back-reaming*) sur de longues sections.
- L'absence de manipulation du Kelly spinner.
- La possibilité d'appliquer un couple statique pendant une durée prolongée.

Cependant, malgré ces avantages, le Top Drive présente également certains inconvénients. Ceux-ci peuvent être difficiles à résoudre, notamment en raison du manque de documentation technique appropriée, ainsi que du temps nécessaire pour le diagnostic des pannes.

II.2.6.2 Les inconvénients : on peut citer :

- L'installation d'un système de guidage dans la tour afin d'absorber le couple réactif.
- L'augmentation de la hauteur de la tour, le Top Drive étant plus long qu'une tête d'injection conventionnelle.
- Le renforcement de la structure en raison des efforts de torsion supplémentaires.
- L'augmentation notable des charges en partie haute de l'installation.
- Une mobilité réduite sur les installations terrestres nécessitant un démontage complet.

II.2.7 Sécurité du Top Drive :

Le Top Drive est l'un des équipements les plus importants utilisés dans les opérations de forage, mais également l'un des plus complexes et lourds. Cette complexité impose la mise en place d'un système de sécurité complet et de procédures strictes afin de protéger à la fois le personnel et l'équipement, et de réduire les risques d'accidents et de défaillances en cours de fonctionnement

Le système de sécurité du Top Drive repose sur plusieurs dispositifs techniques essentiels :

- **Système de surveillance (écran de contrôle) :**
Un écran est installé dans la cabine du foreur afin de suivre en continu l'état de fonctionnement de l'équipement. Il affiche des alertes et des signaux en cas de dysfonctionnement d'un composant, permettant une intervention rapide avant l'aggravation du problème.
- **Soupapes de sécurité du circuit hydraulique :**
Ces soupapes jouent un rôle essentiel de protection. Elles s'ouvrent automatiquement lorsque la pression du fluide hydraulique dépasse les limites admissibles, afin d'éviter tout endommagement ou rupture du circuit.
- **Soupapes du Quill (isolement de la boue de forage) :**
Placées au niveau de l'arbre principal (Quill), elles permettent de fermer le circuit de circulation de la boue de forage lors des opérations de dévissage ou d'arrêt, assurant ainsi le contrôle de la pression du puits et évitant les fuites.
- **Système de guidage (Glissière) :**
Ce dispositif assure le guidage du Top Drive dans le mât de forage, tout en réduisant les vibrations générées durant le fonctionnement, ce qui améliore la stabilité mécanique et réduit les contraintes sur l'équipement.
- **Protection thermique du moteur électrique :**
Le moteur est équipé d'un système de protection qui provoque son arrêt automatique en cas de surchauffe, afin d'éviter toute détérioration liée à une température excessive.
- **Vérins d'articulation (amortisseurs de chocs) :**
Ces vérins permettent d'absorber les chocs importants et les variations brutales de charge, contribuant ainsi à protéger la structure du système et à réduire les vibrations.

Malgré l'efficacité de ces dispositifs de sécurité, l'utilisation du Top Drive reste associée à des risques potentiels, notamment mécaniques et vibratoires. C'est pourquoi son exploitation exige le respect strict des procédures de sécurité, une formation adéquate du personnel et une surveillance continue des conditions de fonctionnement sur site.

II.3 La TABLE DE ROTATION :

II.3.1 Définition de la table de rotation : La table de rotation est un dispositif mécanique installé sur le plancher de forage, dont la fonction principale est de transmettre un mouvement de rotation à la colonne de forage. Elle peut également absorber les efforts de réaction générés lors du processus de forage.

Un système Top Drive ou un moteur de fond (Downhole Motor) peut être utilisé avec la table de rotation lors des opérations de forage. Lorsque le Top Drive est utilisé comme système principal de forage, la table de rotation peut servir d'équipement de secours en cas de défaillance du Top Drive.

Son utilisation s'étend à deux situations principales :

- Lors des manœuvres, elle sert de support pour la colonne de tiges grâce à un système de calage.
- Pendant le forage, elle assure la rotation continue de l'ensemble de la garniture

II.3.2 Description d'une table de rotation :

La conception de la table de rotation repose sur trois éléments fondamentaux :

- Le bâti : structure rigide assurant la stabilité et le support de l'équipement.
- La partie tournante : partie mobile responsable de la rotation.
- L'arbre d'entraînement : élément assurant la transmission de la puissance depuis la source motrice.

Ces composants sont conçus pour résister aux charges élevées et aux conditions sévères rencontrées en forage



Figure (II.3.2): TABLE DE ROTATION

II.3.3 Fonctionnement de la table de rotation :

Le fonctionnement de la table de rotation repose sur la transmission d'un couple mécanique à la colonne de forage, permettant ainsi la mise en rotation de l'ensemble de la garniture jusqu'à l'outil au fond du puits. En phase de forage, la table tourne généralement dans le sens des aiguilles d'une montre et transmet ce mouvement aux tiges, assurant ainsi l'approfondissement du puits. La vitesse de rotation varie selon les conditions opératoires et peut atteindre plusieurs centaines de tours par minute.

Lors des opérations de manœuvre (remontée ou descente des tiges), la table de rotation ne se limite pas à la rotation, mais joue également un rôle de support. Elle maintient la colonne de forage suspendue dans le puits à l'aide de coins de retenue, permettant ainsi d'effectuer en toute sécurité les opérations de vissage et de dévissage des tool-joints.

Pendant le dévissage, un effort est appliqué dans le sens inverse des aiguilles d'une montre à l'aide d'outils appropriés, tandis que la table peut être immobilisée pour éviter toute rotation. Inversement, lors du vissage, la rotation est contrôlée afin d'appliquer le couple nécessaire en utilisant des dispositifs tels que la chaîne de vissage et le cabestan.

Une fois les opérations de connexion terminées et l'outil repositionné au fond du puits, la table reprend sa rotation normale. Dans certaines situations, elle peut même faire tourner la colonne alors qu'elle est maintenue par les dispositifs de retenue, supportant ainsi des charges pouvant dépasser plusieurs dizaines de tonnes.

Ainsi, la table de rotation assure à la fois la rotation de la garniture de forage et le maintien de la colonne lors des différentes phases opérationnelles, ce qui en fait un élément clé du système de forage

II.3.4 Caractéristiques de conception :

La table de rotation présente plusieurs caractéristiques techniques importantes :

Boîtier et couvercle rectangulaires :

Le boîtier et le couvercle sont tous deux rectangulaires. Cela facilite le positionnement du plancher de forage, que la table rotative soit au niveau du sol ou surélevée.

Ensemble de table d'engrenage unifié :

Le palier de table est intégré avec la table d'engrenage et la roue dentée. Ainsi, un réglage très précis du palier peut être effectué avant l'installation dans le boîtier. L'ensemble table et engrenage est équilibré et monté sur un roulement axial à billes à double rangée. La conception garantit que les pistes supérieure et inférieure des billes sont parfaitement parallèles et concentriques.

Ensemble d'arbre de pignon type cartouche :

L'arbre de pignon et ses roulements sont enfermés dans une cartouche cylindrique insérée dans le boîtier principal. Le pignon est monté à chaud sur l'extrémité interne de l'arbre.

L'extrémité externe de l'arbre est conique pour recevoir un pignon de chaîne ou un moyeu de couplage pour entraînement par arbre

Verrouillage direct sélectif de la table :

Deux cliquets de verrouillage indépendants peuvent s'engager dans des encoches situées sur la couronne de la table. Grâce à ces cliquets, la table d'engrenage peut être verrouillée dans une seule direction ou dans les deux. Les cliquets sont lubrifiés à la graisse

Lubrification de l'engrenage, du pignon et des roulements :

Le pignon, la roue dentée, les roulements de l'arbre et ceux de la table sont lubrifiés en cascade à partir d'un grand réservoir central d'huile.

L'huile est ajoutée et le niveau est contrôlé à un seul point facilement accessible.

Étanchéité efficace contre la boue et l'huile :

En partie supérieure du carter de la table, un joint labyrinthe à double rainure empêche les pertes d'huile et l'entrée de boue.

En partie inférieure, une lèvre d'étanchéité limite la fuite d'huile et un déflecteur empêche la pénétration de la boue.

Dans le boîtier de l'arbre de pignon, un double joint assure une excellente étanchéité contre les fuites d'huile et l'entrée de boue.

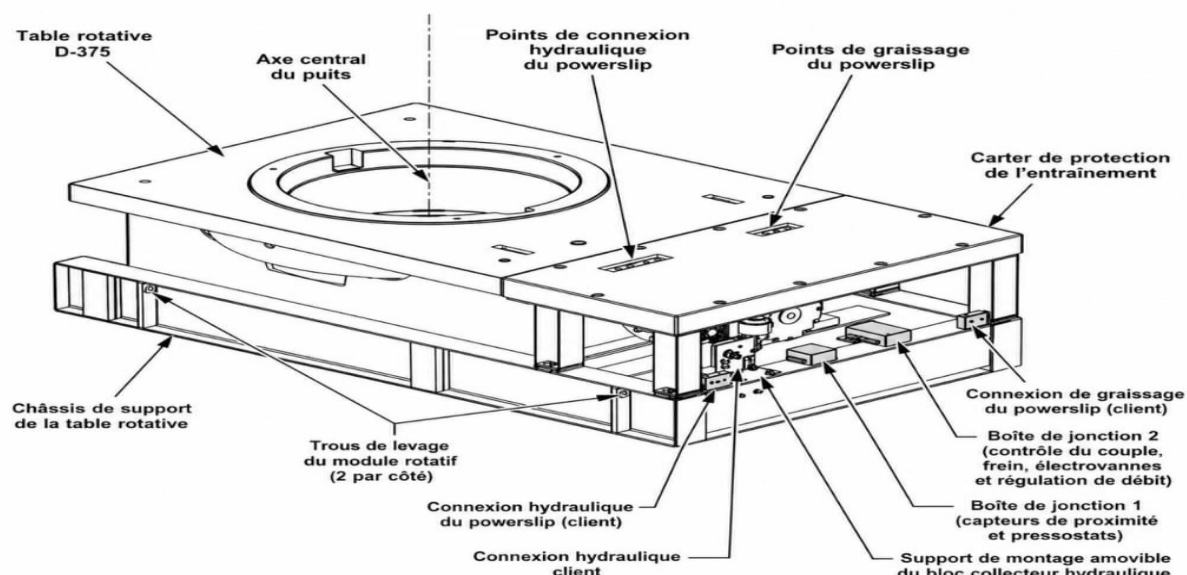


Figure (II.3.4): TABLE DE ROTATION NOV D-375 DAS-001

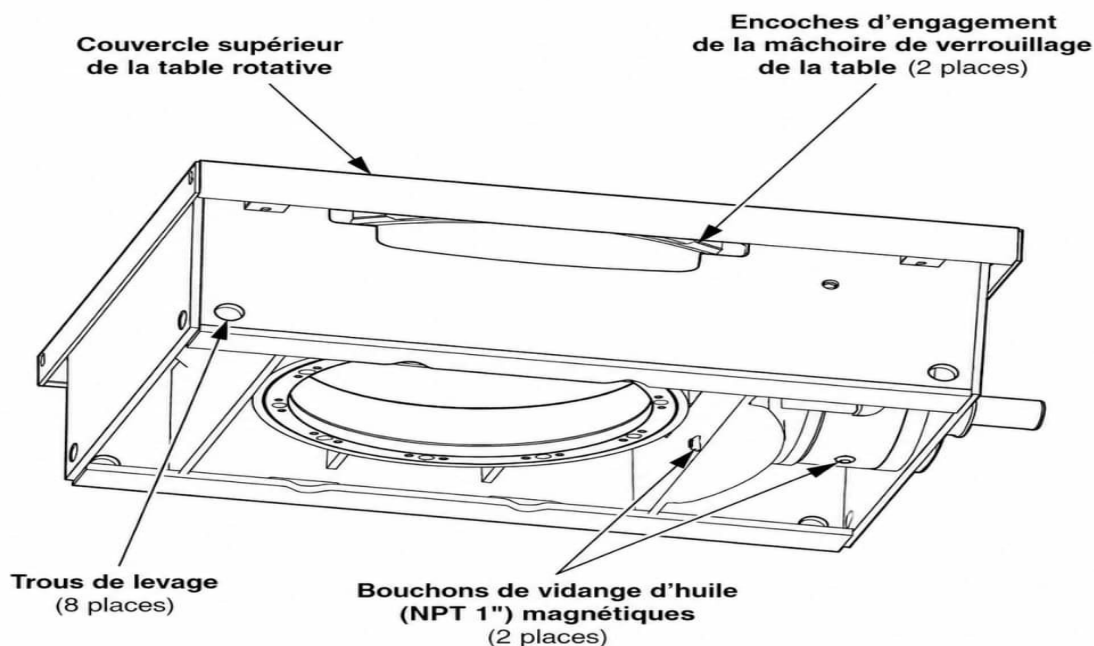


Figure
(II.3.4):
TABLE
DE

ROTATION NOV D-375 DAS-001

Fiche technique de la table de rotation **NOV D-375 DAS-001**

Données de performance	
Charge statique nominale, tonnes (tonnes métriques)	650 (590)
*Charge statique du tubage, tonnes (tonnes métriques)	750 (680)
Vitesse maximale recommandée de la table, tr/min	350
Spécifications générales	
Axe de la table au centre des dents du pignon intérieur, po (mm)	53 ¼" (1 352,55)
Rapport de transmission	3,6
Diamètre maximal d'ouverture de la table, po (mm)	37 ½" (953)
Roulement principal, nombre et diamètre des billes, n° - po (mm)	40 – 2 ¾" (69,85)
Roulement de maintien, nombre et diamètre des billes, n° - po (mm)	36 – 2" (50,8)
Axe de l'arbre du pignon au bas de la base, po (mm)	13" (330,2)
Capacité du réservoir d'huile, gal (L)	8 (30)
Dimensions et poids	
Largeur sur patins, po (mm)	56 ¾" (1 441,45)
Largeur totale, po (mm)	70 ¾" (1 797,05)
Longueur totale, po (mm)	95 ¾" (2 432,05)
Hauteur totale, po (mm)	28" (711,2)
Poids net (incluant la bague principale mais sans pignon), lb (kg)	14 800 (6 713,17)

II.3.5 Les dispositifs d'entraînement :

La table de rotation peut être entraînée par arbre à cardant à partir du treuil ou par chaîne. Le plus souvent la table de rotation possède une commande indépendante par un moteur électrique, cette option permet l'arrêt du treuil pendant la rotation. Ces composants jouent un rôle clé dans l'efficacité du système de forage. Le carré d'entraînement et les fourrures : Le mouvement de rotation de la table est transmis à la tige d'entraînement par l'intermédiaire d'un carré d'entraînement, le carré est solidaire à la table de rotation durant la rotation de celle-ci par l'intermédiaire d'une fourrure principale (master bushing) la tige d'entraînement assure la rotation de la garniture de forage.

Les fourrures principales (master bushing) : Les fourrures principales entraînent le carré d'entraînement et servent comme support aux fourrures intermédiaires utilisées pour le calage de la garniture de forage. Il y a lieu de noter qu'il existe plusieurs types de fourrures, elles se différencient en fonction de la dimension nominale de la table de rotation et du mode d'entraînement choisi.



Figure (II.3.5): Fourrures de types monobloc

Les fourrures : La fourrure possède (04) quatre trous au niveau de sa façade supérieure, les broches du carré d'entraînement se logent dans les trous de la fourrure, le mouvement de rotation se transmet de la table vers la fourrure principale et la fourrure à son tour assure la rotation du carré d'entraînement par l'intermédiaire des trous et les broches.

Un système de verrouillage permet de bloquer les fourrures dans la table de rotation, et d'éviter leur éjection lors des manœuvres de remontée de la tige d'entraînement.

Leur choix dépend de la dimension nominale de la table de rotation :

- Une seule pièce pour les tables 20"1/2 et un profil intérieur carré selon le mode d'entraînement,
- Pour le guidage et l'entraînement du carré des tables 27"1/2, des fourrures intermédiaires sont nécessaires,
- Des fourrures articulées pour les tables 37"1/2, elles comportent une fourrure intermédiaire pour l'entraînement ou le guidage du carré.

II.3.6 Avantages et Inconvénients de la table de rotation :

Avantages :

- Technologie simple et éprouvée
- Une capacité importante de charge
- Une transmission efficace du couple
- Robustesse élevée
- Coût d'exploitation relativement réduit
- Adaptée aux opérations de forage conventionnelles

Inconvénients :

- Productivité inférieure aux systèmes modernes (Top Drive)
- Nécessité d'interventions manuelles fréquentes
- Limitation liée à la longueur des tiges
- Maintenance régulière requise pour plusieurs équipements

II.4 Conclusion :

La table de rotation demeure un équipement fondamental dans les systèmes de forage traditionnels. Malgré l'émergence de technologies plus avancées, elle conserve des avantages liés à sa simplicité et à sa robustesse.

Toutefois, ses limites en termes de performance et de sécurité ont conduit au développement de solutions modernes telles que le Top Drive. Néanmoins, la compréhension de son fonctionnement reste indispensable pour toute étude liée aux techniques de forage.

Analyse du coût de maintenance des systèmes Top Drive et table de rotation

III.1. Introduction

Ce travail vise à analyser et comparer la fiabilité des différents types de Top Drive et de la table de rotation, en s'appuyant sur l'historique des pannes élaboré au sein de l'entreprise ENFOR.

III.2 Les indicateurs de Maintenance

Fiabilité $R(t)$: La fiabilité d'un équipement de forage, tel que le Top Drive, représente sa capacité à assurer de manière continue et sans défaillance les opérations de forage, dans des conditions d'exploitation sévères et pendant une durée d'utilisation définie. Elle est généralement exprimée comme la probabilité de bon fonctionnement du système sur un intervalle de temps donné.

$$R(t \text{ MOY}) = 1 - F(t) = 1 - \frac{n(\text{MOY})}{\sum n_i}$$

III.2.1 Défaillance $F(t)$: la probabilité qu'un dispositif choisi à l'has arduit une défaillance

Avant l'instant t .

$$F(t) = 1 - e^{-\lambda(t)} = \frac{n(\text{MOY})}{\sum n_i}$$

III.2.2 Densité de probabilité $f(t)$:

$$f(t \text{ MOY}) = \frac{n}{N \times \Delta T} = \lambda(t) \times R(t)$$

III.2.3 Taux de défaillance $\lambda(t)$:

$$\lambda = \frac{\text{nombre total de defaillanc es pendant le service}}{\text{duree total de bon fonctionne ment}}$$

III.2.4 MTBF (Mean Time Between Failure): C'est le temps moyen de fonctionnement entre deux défaillances de l'équipement.

III.2.5 Durée d'arrêt (Hr) : Il s'agit du temps nécessaire pour réparer un équipement et le remettre en service. Lorsque l'équipement présente plusieurs modes de défaillance, un taux spécifique doit être défini pour chacun d'eux afin d'assurer une analyse précise et fiable.

III.2.6 MUT (Mean Up Time): Est le temps moyen de fonctionnement entre la dernière remise en service après réparation et le prochain défaut.

Intervalle des temps (ΔT) :

$$\Delta T = \frac{UT\ MAX}{r}$$

III.2.7 Nombre de classe (r) : Il convient pour les déterminer de prendre en compte à la fois la nature de la distribution et le nombre de points de données

$$r = 1 + 3.3 (\log \sum_{i=1}^n (ni))$$

III.3 Analyse de la fiabilité du système Top Drive GDS /CANRIG

III.3.1 Historique de pannes pour TDS-GDS 500 T ENF 07

Tableau (III .1) : Historique de pannes pour TDS-GDS 500 T ENF 07

N	Date d'arrêt	Description de l'intervention selon le chantier	Durée d'arrêt Hr	TBF	UT
1	10/02/2023	REPAIR ON TOP DRIVE *Change Suver sub-6"5/8 x4"1/2IF	1.5	4200	4198.5
2	04/08/2023	REPAIRE ON TOP DRIVE HYDRAULIC VALVE	2.5	2760	2757.5
3	27/11/2023	Changement wash pipe	0.5	6528	6527.5
4	25/08/2024	Changement vanne hydraulique du Top drive GDS	5	720	715
5	24/09/2024	Intervention sur le système de verrouillage du handler sur TDS	1	3288	3287
6	08/02/2025	Intervention sur gripper du Top drive	0.5	2736	2735.5
7	02/06/2025	Intervention sur TDS GDS	1.75	696	694.25

Total TBF = 20928 h

Total UT = 20915.25 h

Calcul de MTBF :

MTBF = 20915 / 7= 2987.86 h

$\Delta T = 1944$

III.3.1.1 Nombre des pannes de chaque intervalle ΔT TDS-GDS 500 T **ENF 07**

Tableau (III .2) : Nombre des pannes de chaque intervalle ΔT TDS-GDS 500 T **ENF 07**

intervalle ΔT (h)	n des pannes (ni)
0 jusqu'à 1944	2
1944 jusqu'à 3888	3
3888 jusqu'à 5832	2

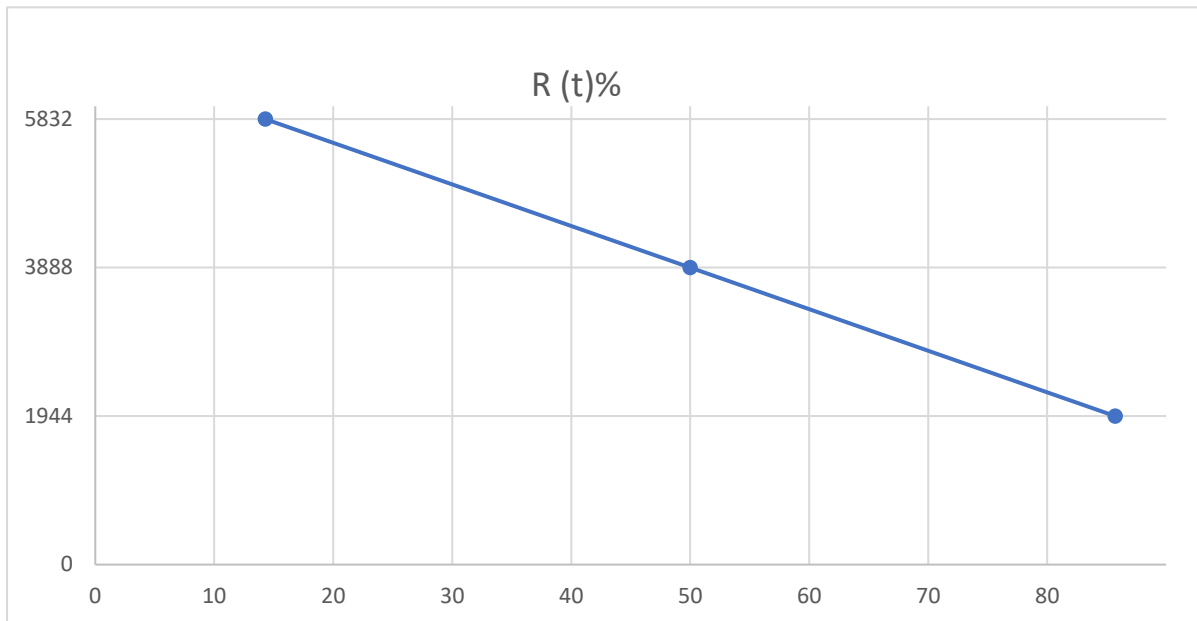
III.3.1.2 Récapitulatif des données de fonctionnement TDS-GDS 500 T **ENF 07**

Tableau (III .3): Récapitulatif des données de fonctionnement TDS-GDS 500 T **ENF 07**

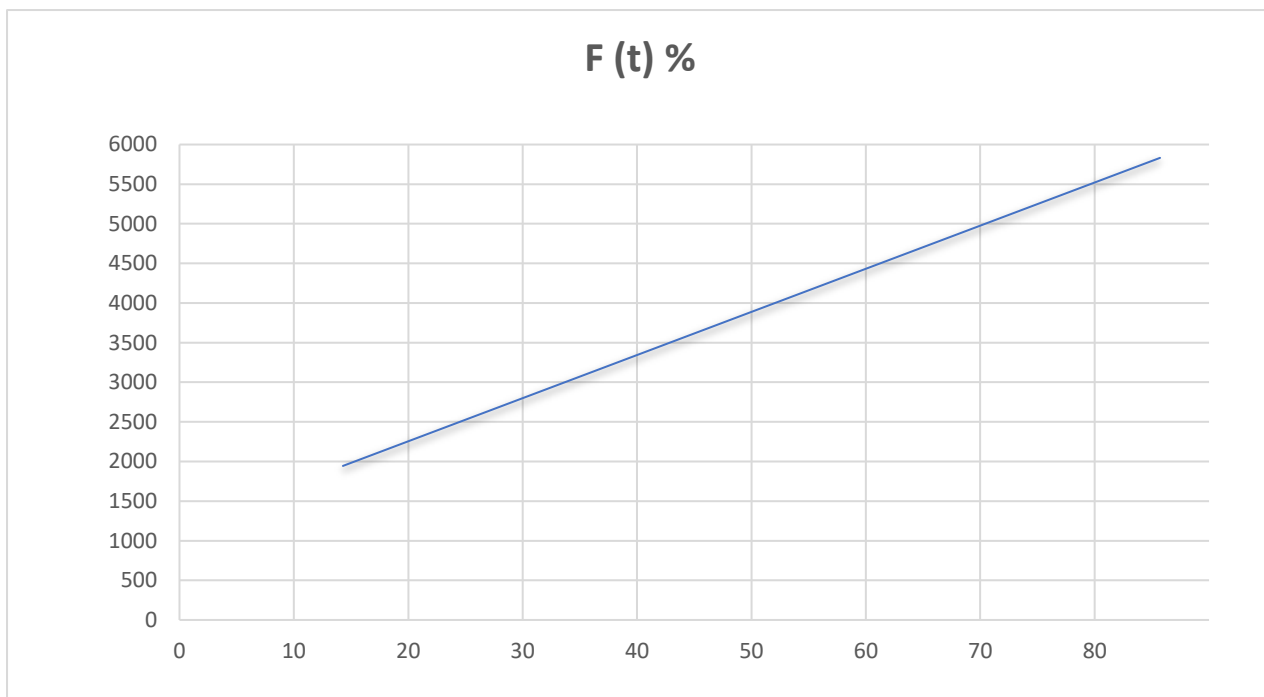
ΔT	0 jusqu'à 1944	1944 jusqu'à 3888	3888 jusqu'à 5832
(n)	2	3	2
ni (MOY)	1	3.5	6
R (t MOY) %	85.71	50	14.28
F (t MOY) %	14.28	50	85.71
f (t MOY)	0.00014	0.00022	0.00014
λ (t MOY)	0.00017	0.00044	0.00102

Représentation graphique des résultats TDS-GDS 500 T ENF 07

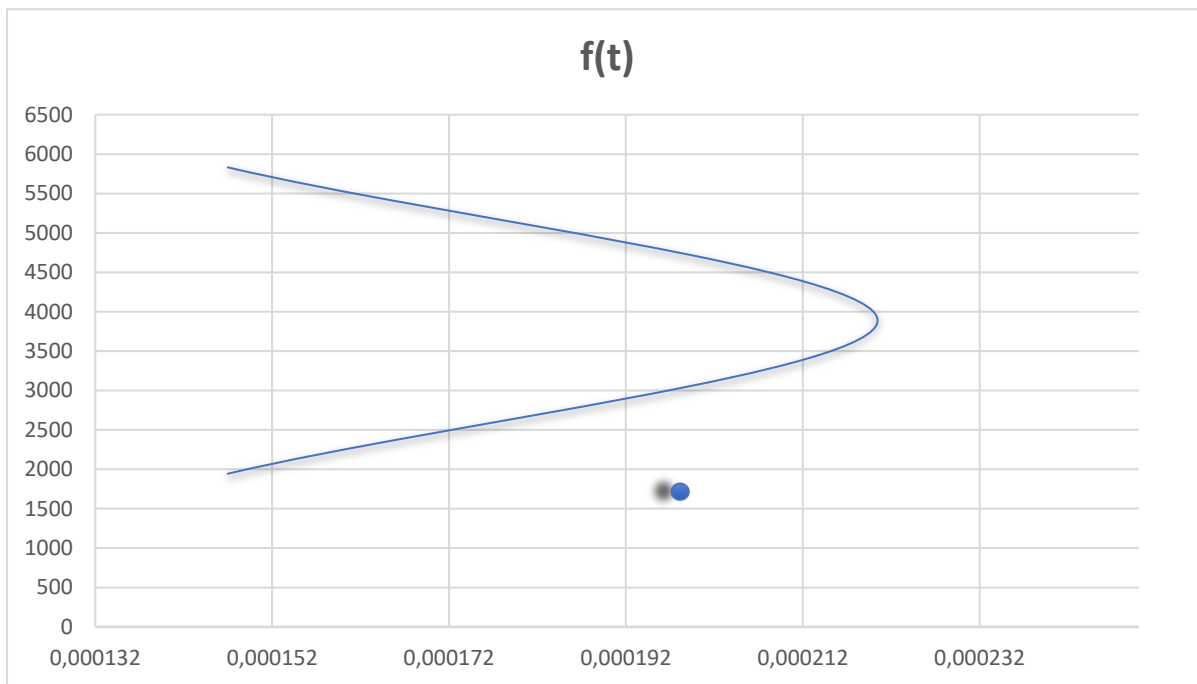
Courbe de Fiabilité $R(t)$ TDS-GDS 500 T ENF 07



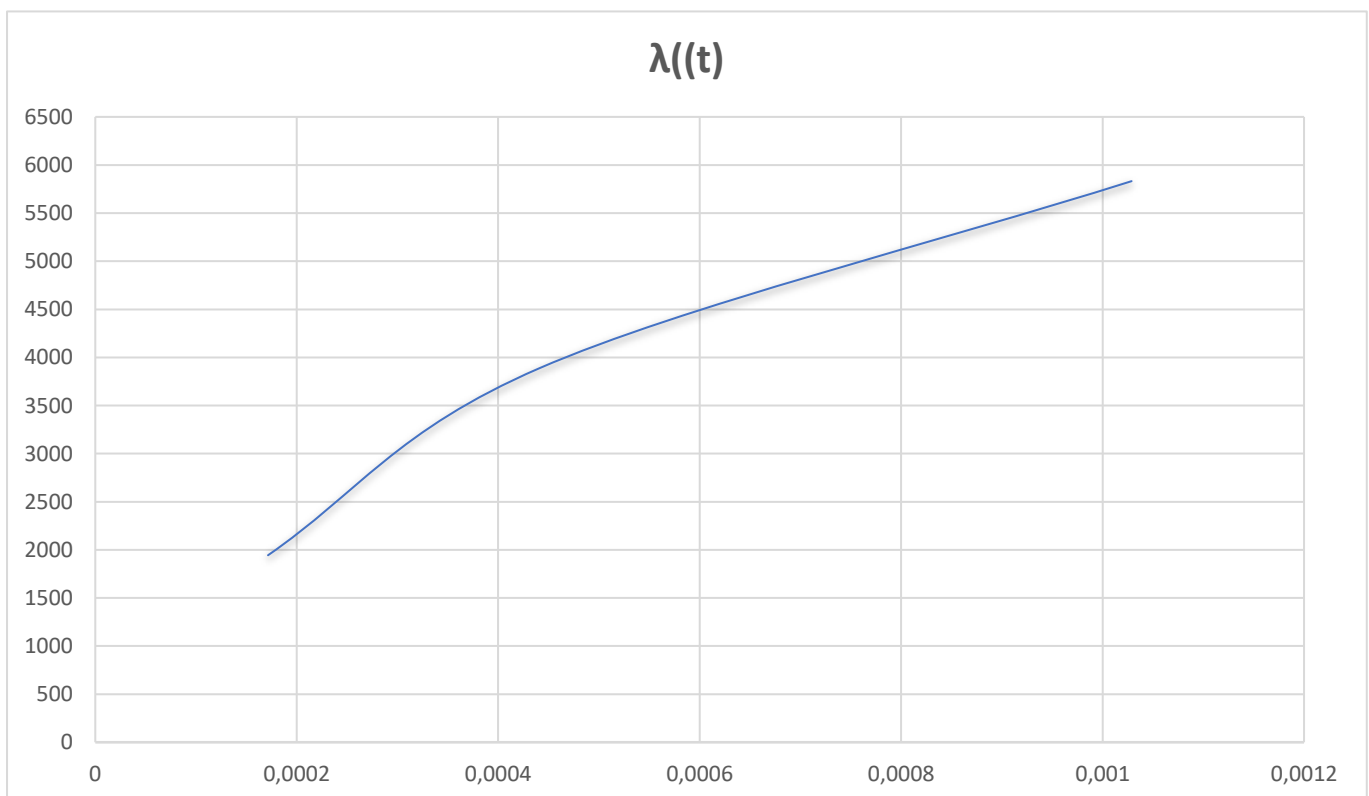
Courbe de Défaillance $F(t)$ TDS-GDS 500 T ENF 07



Courbe de Densité de probabilité $f(t)$



Courbe de Taux de défaillance $\lambda(t)$



III.3.2 Historique de pannes pour TDS-CANRIG 500 T **ENF 13**

Tableau (III .4): Historique de pannes pour TDS-CANRIG 500 T **ENF 13**

N	Date d'arrêt	Description de l'intervention selon le chantier	Durée d'arrêt Hr	TBF	UT
1	08/06/2023	REPAIR ON TOP DRIVE	1.25	552	550.75
2	01/07/2023	Changement vanne HYD, UWCV	4	480	476
3	21/07/2023	REPAIR ON TOP DRIVE , CHANGE WASH PIPE	1.25	216	214.75
4	30/07/2023	REPAIR ON TOP DRIVE "Fuite importante huile hydraulique , Pression d'huile hydraulique au niveau du GEAR BOX"	4	312	308
5	12/08/2023	Changement d' un flexible du service loop hydraulique de la TDS	2	1392	1390
6	09/10/2023	Difficulté de déblocage de la connexion TDS X Tige 5"	1	96	95
7	13/10/2023	REPAIR ON TDS	0.5	432	431.5
8	31/10/2023	Difficulté de déblocage le raccord d'usure du Top drive)	1.5	72	70.5
9	03/11/2023	Changement flexible du balancier du Top drive	3	288	285
10	15/11/2023	changement wash pipe	1	4008	4007
11	30/04/2024	Intervention sur l'indicateur du torque du Top drive	2	4056	4054

12	16/10/2024	Réparation support télescopique GRIPER.	1	408	407
13	02/11/2024	Réparation support télescopique GRIPER.	1.25	432	430.75
14	20/11/2024	Fuite au niveau du goose neck de la TDS	0.5	216	215.5
15	29/11/2024	Changement gooseneck du Top drive	3	168	165
16	06/12/2024	REPAIR ON TOP DRIVE, Changement des trois FRICTION & Changement d'un CALIPER, SEAL KIT	2	2520	2518
17	21/03/2025	Intervention sur TDS suite défaillance du système de freinage	2.5	720	717.5
18	20/04/2025	Intervention sur TDS canrig, soudure sur le chariot transporteur du TDS)	0.75	1416	1415.25
19	18/06/2025	Changement flexible HYD. TDS	0.5	288	287.5

Total TBF = 18072 h

Total UT = 18039 h

Calcul de MTBF :

MTBF = 18039/ 19= 949.42 h

ΔT = 996

III.3.2.1 Nombre des pannes de chaque intervalle ΔT TDS-CANRIG 500 T **ENF 13**

Tableau (III.5) : Nombre des pannes de chaque intervalle ΔT TDS-CANRIG 500 T **ENF 13**

intervalle ΔT (h)	n des pannes (n_i)
0 jusqu'à 996	14
996 jusqu'à 1992	3
1992 jusqu'à 2988	0
2988 jusqu'à 3984	2

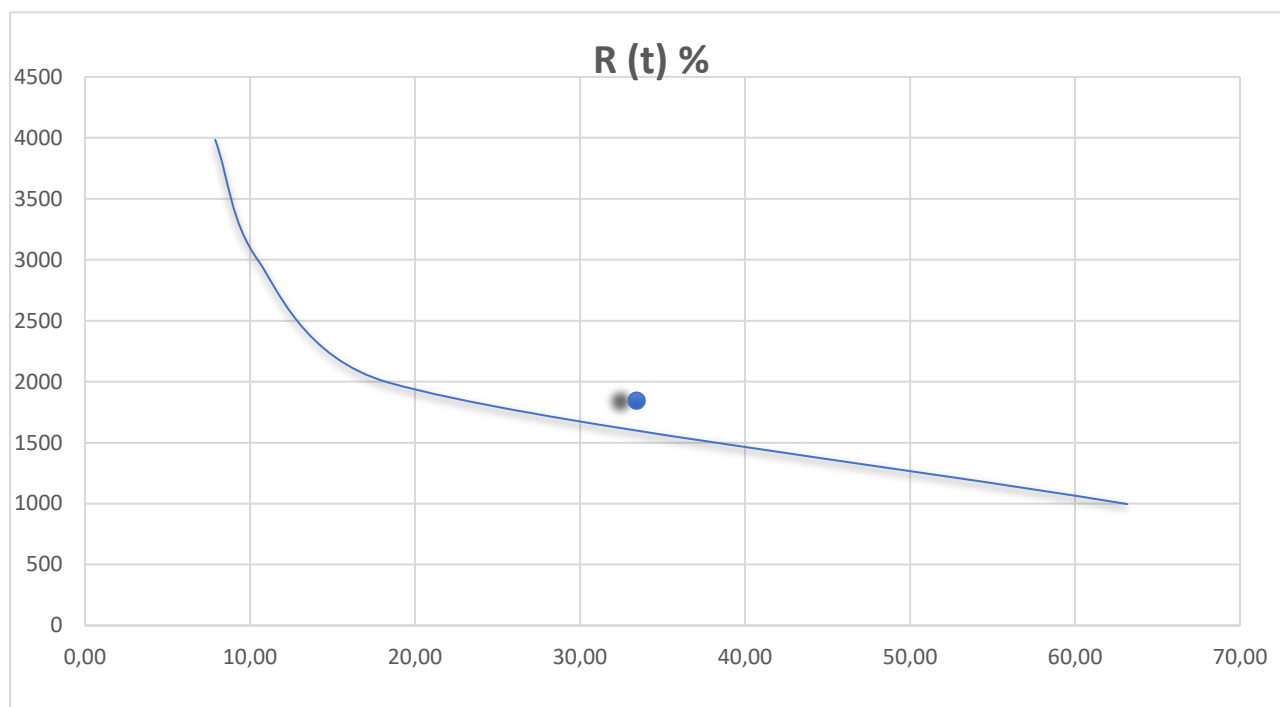
III.3.2.2 Récapitulatif des données de fonctionnement TDS-CANRIG 500 T **ENF 13**

Tableau (III.6) : Récapitulatif des données de fonctionnement TDS-CANRIG 500 T **ENF 13**

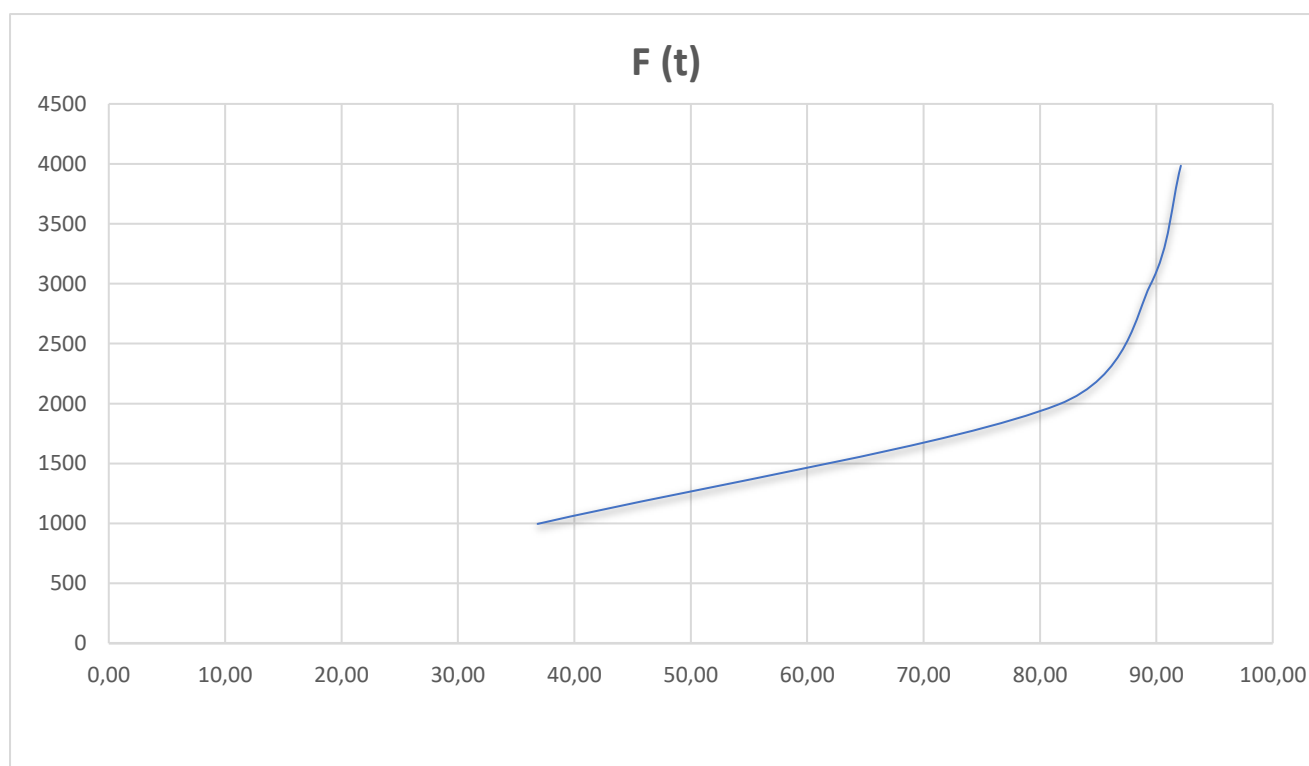
ΔT	0 jusqu'à 1944	1944 jusqu'à 3888	3888 jusqu'à 5832	3888 jusqu'à 5832
(n)	14	3	0	2
n_i (MOY)	7	15.5	17	17.5
R (t MOY) %	63.16	18.42	10.53	7.89
F (t MOY) %	36.84	81.58	89.47	92.11
$f(t \text{ MOY})$	0.00073	0.00015	0	0.000105
λ (t MOY)	0.0011	0.00086	0	0.0013

III.3.2.3 Représentation graphique des résultats TDS-CANRIG 500 T **ENF 13**

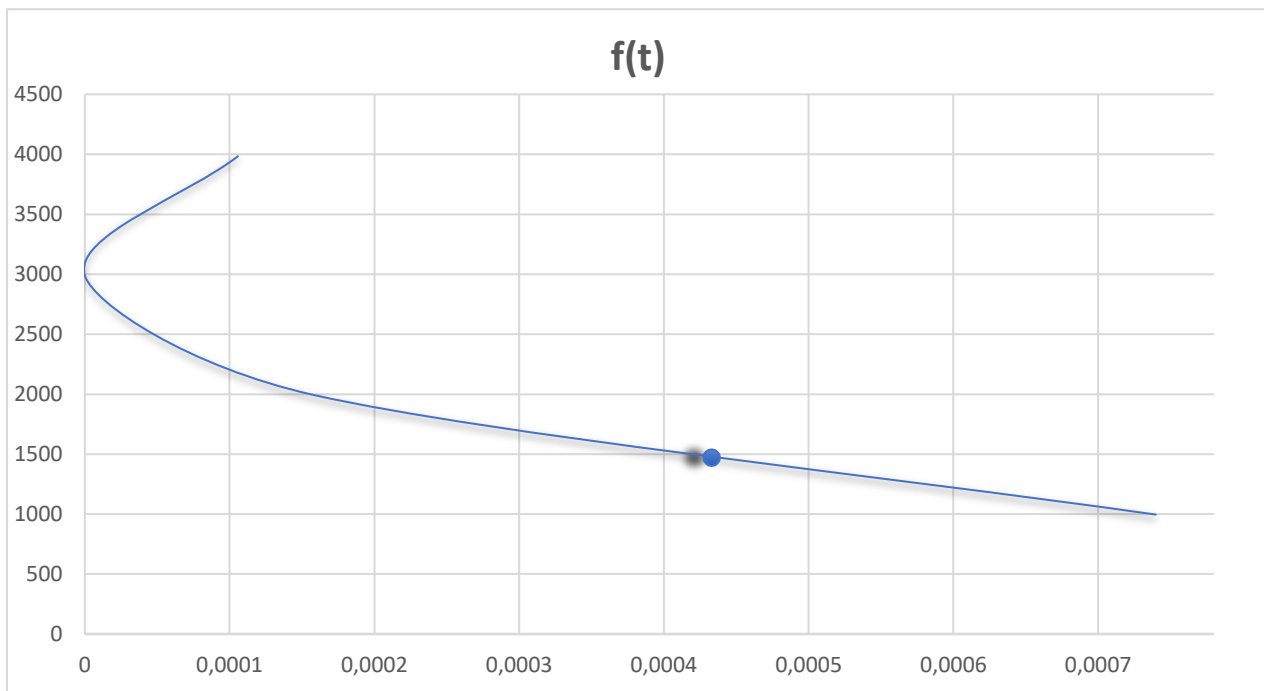
Courbe de Fiabilité R(t)



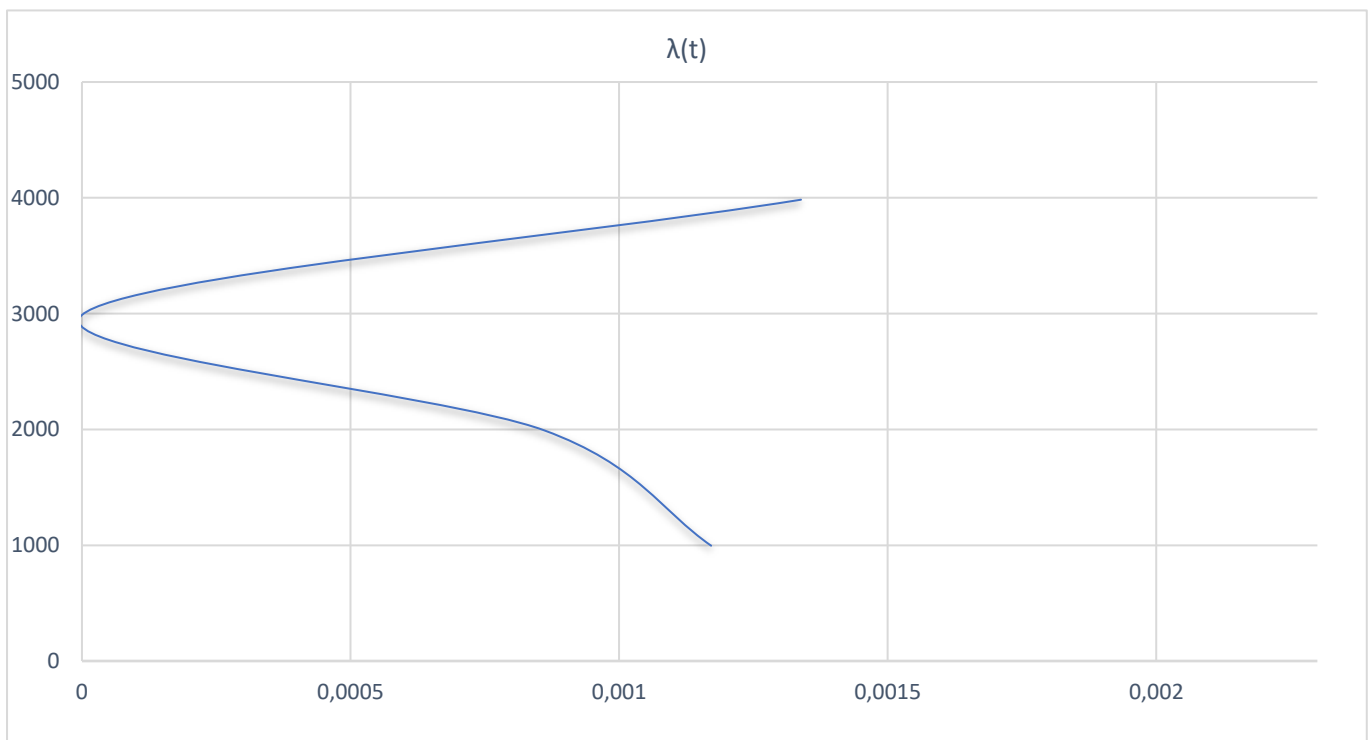
Courbe de Défaillance F(t)



Courbe de Densité de probabilité $f(t)$



Courbe de Taux de défaillance $\lambda(t)$



III.4 Étude de la fiabilité de la table de rotation dans les systèmes de forage conventionnels

III.4.1 Historique de pannes pour table de rotation **ENF 24**

Tableau (III.7) : Historique de pannes pour table de rotation **ENF 24**

N	Date d'arrêt	Description de l'intervention selon le chantier	Durée d'arrêt Hr	TBF	UT
1	06/03/2023	Arrêt de la table de rotation suite blocage du roulement centrale & démontage et transfert vers CATSHOP pour réparation	72	2424	2352
2	15/06/2023	Réparation chaîne table de rotation	4	5232	5228
3	19/01/2024	Intervention sur la chaîne de transmission de la table de rotation	1	4008	4007
4	04/07/2024	Nettoyage à 3065 m et remontée pour réparation suite à une importante fuite de boue sous la table de rotation	6	2976	2970
5	05/11/2024	Importante fuite de boue sous la table de rotation et descente outil 5"7/8 en cours	18	3456	3438
6	29/03/2025	Intervention sur la table de rotation avec changement du capteur d'indication RPM	1.5	4272	4270.5
7	23/09/2025	changement chaîne de transmission table de rotation suite cisaillement	4.5	192	187.5

Total TBF = 22560 h

Total UT = 22453 h

Calcul de MTBF :

MTBF = 22453 / 7 = 3207.57 h

ΔT = 1680

III.4.1.1 Nombre des pannes de chaque intervalle ΔT pour table de rotation **ENF 24**

Tableau (III.8): Nombre des pannes de chaque intervalle ΔT pour table de rotation **ENF 24**

intervalle ΔT (h)	n des pannes (n_i)
0 jusqu'à 1680	0
1680 jusqu'à 3360	3
3360 jusqu'à 5040	4

III.4.1.2 Récapitulatif des données de fonctionnement pour table de rotation

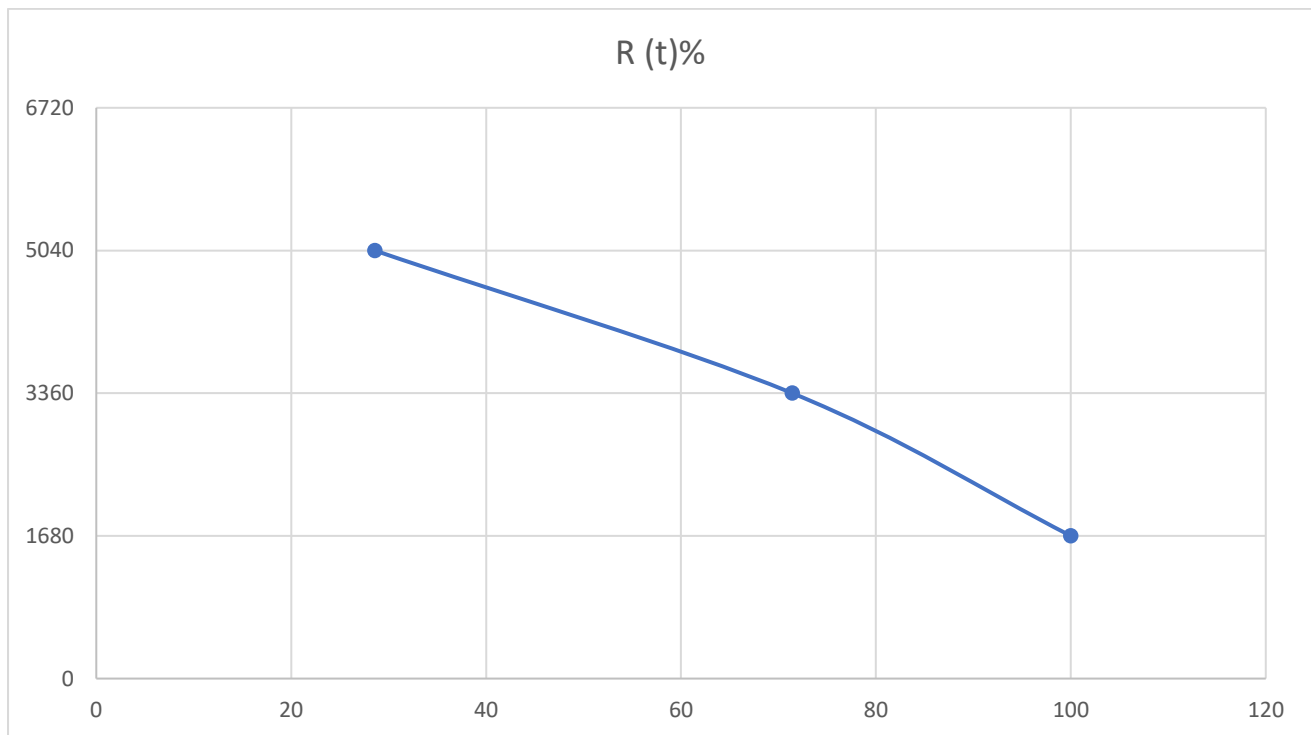
ENF 24

Tableau (III.9):Récapitulatif des données de fonctionnement pour table de rotation

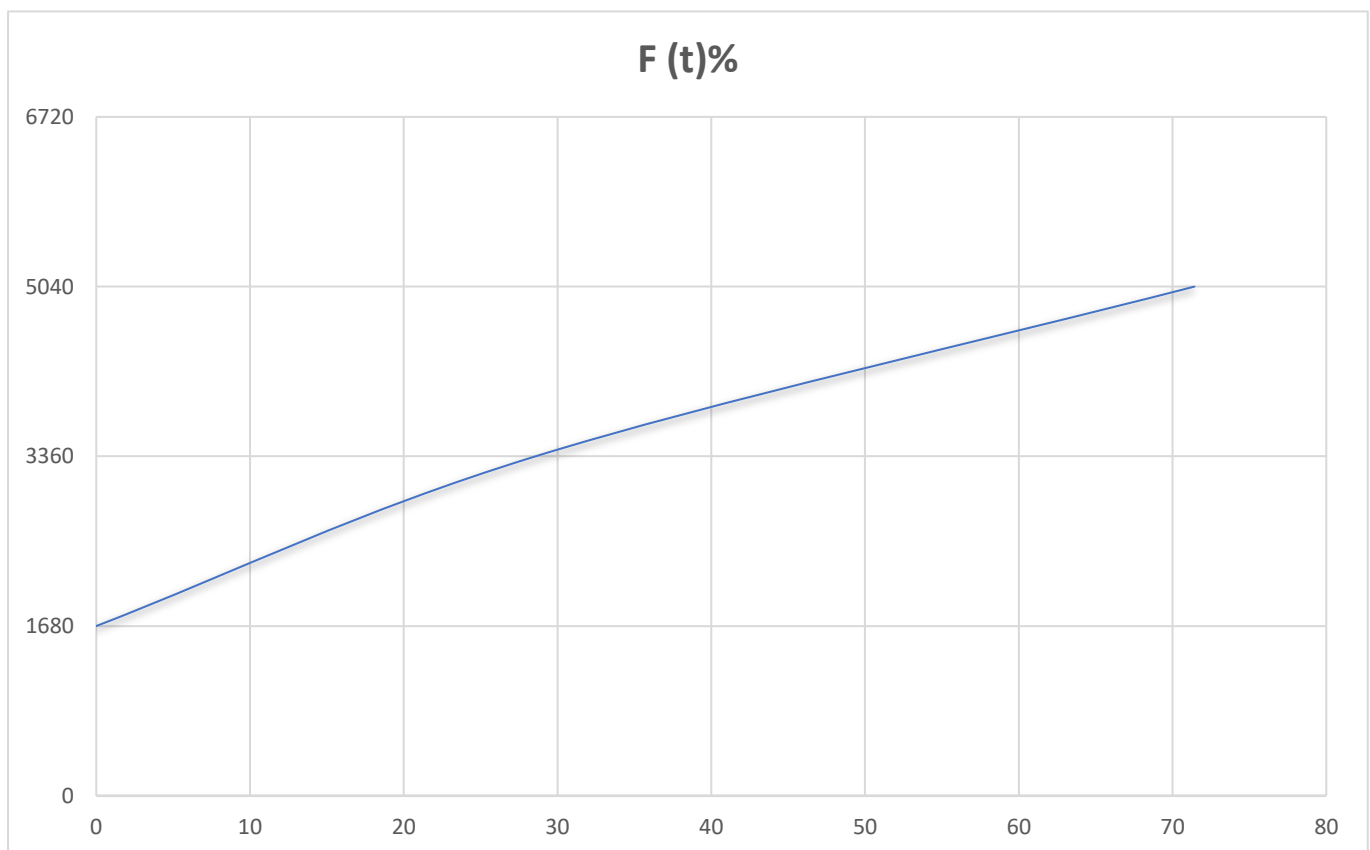
ΔT	0 jusqu'à 1944	1944 jusqu'à 3888	3888 jusqu'à 5832
(n)	0	3	4
ni (MOY)	0	2	5
R (t MOY) %	100	71.42	28.57
F (t MOY) %	0	28.57	71.42
$f(t \text{ MOY})$	0	0.00025	0.00034
$\lambda(t \text{ MOY})$	0	0.00035	0.00119

III.4.1.3 Représentation graphique des résultats pour table de rotation **ENF 24**

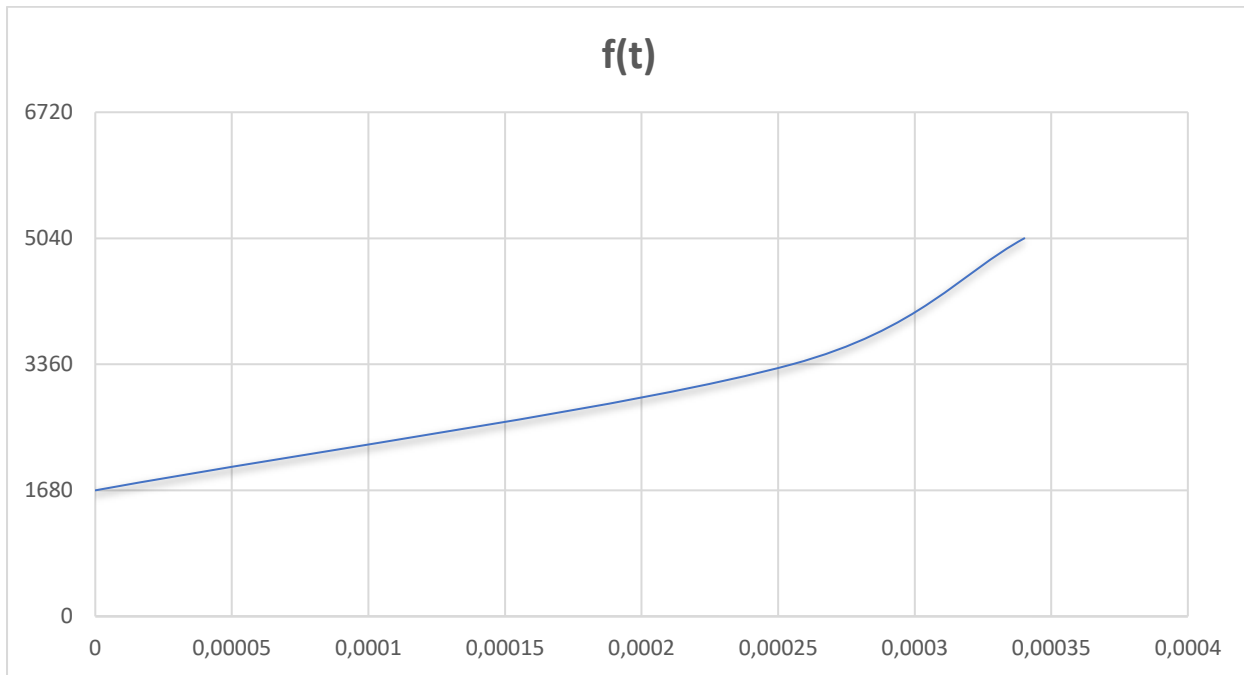
Courbe de Fiabilité R(t)



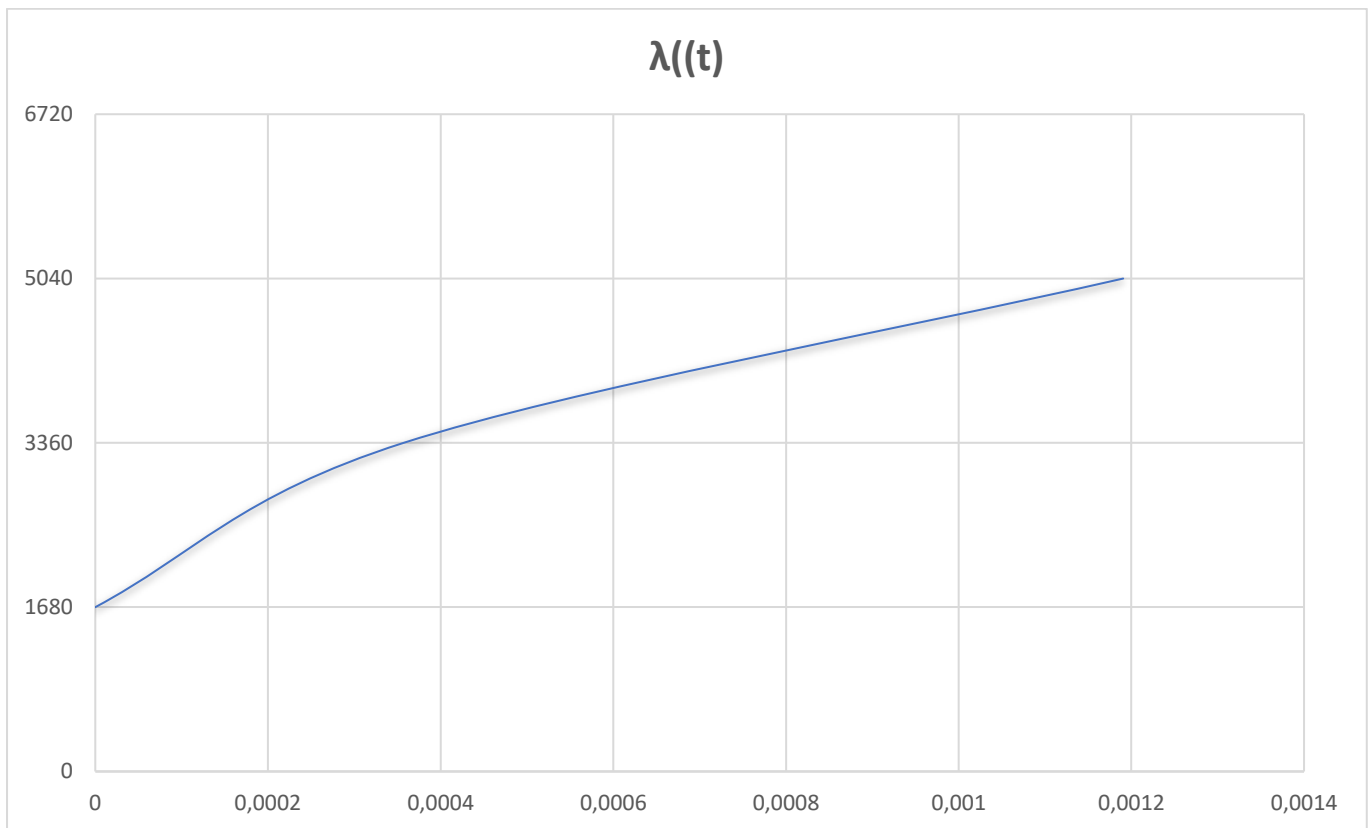
Courbe de Défaillance F(t)



Courbe de Densité de probabilité $f(t)$



Courbe de Taux de défaillance $\lambda(t)$



III.5 Évaluation et comparaison du MTBF des équipements Top Drive au sein d'ENAFOR (2023-2024-2025)

III.5.1 Historique de pannes pour TDS-NOV ENF 55

Tableau (III.10): Historique de pannes pour TDS-NOV ENF 55

N	Date d'arrêt	Description de l'intervention selon le chantier	Durée d'arrêt (hr)	TBF	UT
1	02/03/2023	REPAIR ON TDS	1.5	8280	8278.5
2	10/02/2024	TROUBLESHOOT DRAWWORKS' ELECTRONIC	0.5	192	191.5
3	18/02/2024	RIG REPAIRE ON TDS Fixed oil leaks on Top Drive	0.5	2184	2183.5
4	19/05/2024	Changement encoder B de la TDS et contrôle des cables electriques suite anomalie sur le blocage de la garniture	3	1536	1533
5	22/07/2024	Réparation d' un flexible hydraulique des verins TDS	2	1056	1054
6	04/09/2024	Intervention sur le câble électrique du service loop de la TDS	1	4560	4559
7	13/03/2025	Changement vérins du top drive	1	456	455

Total TBF = 18264 h

Total UT = 18254.5 h

Calcul de MTBF :

MTBF = 18254.5/ 7= 2607.79 h

III.5.2 Historique de pannes pour TDS - BENTEC ENF 50

Tableau (III.11): Historique de pannes pour TDS - BENTEC ENF 50

N	Date d'arrêt	Description de l'intervention selon le chantier	Durée d'arrêt (hr)	TBF	UT
1	25/06/2023	Intervention sur le Back uip wrench de la TDS	1	1560	1559
2	29/08/2023	Intervention sur TDS suite perte de rotation	0.5	1056	1055.5
3	12/10/2023	REPAIR ON TOP DRIVE	1	336	335
4	26/10/2023	'Lost Top drive rotation, electrical problem	1	9120	9119
5	09/11/2024	trouble shoot TDS	158.5	2856	2697.5
6	08/03/2025	Intervention sur TDS suite difficulté de débloquer la connexion entre raccord d'usure et la tige	2	408	406
7	25/03/2025	Changement d'un joint oring sur la vanne hydraulique du TDS	0.5	72	71.5
8	28/03/2025	Centrage TDS suite utilisation CDS	2	1368	1366
9	24/05/2025	changement wash pipe	1.5	1248	1246.5
10	15/07/2025	Changement wash pipe	1.5	408	406.5

Total TBF = 18432 h

Total UT = 18262.5 h

Calcul de MTBF :

MTBF = 18262.5/ 10= 1826.25 h

III.5.3 Historique de pannes pour TDS – TESCO ENF 41

Tableau (III.12): Historique de pannes pour TDS – TESCO ENF 41

N	Date d'arrêt	Description de l'intervention selon le chantier	Durée d'arrêt (hr)	TBF	UT
1	08/02/2023	Intervention sur la marche pied de la passerelle d'accrochage suite pose du TDS dû au vent violant	10.25	240	229.75
2	18/02/2023	DIFFICULTIES TO BREAK OUT CONNECTION BETWEEN TDS & DP 5"	0.75	48	47.25
3	20/02/2023	DIFFICULTIES TO BREAK OUT CONNECTION BETWEEN TDS & DP 5"	1.25	24	22.75
4	21/02/2023	REPAIR ON TOP DRIVE	3	72	69
5	24/02/2023	REPAIRE ON TOP DRIVE	5	24	19
6	25/02/2023	Changement Encoder de la TDS et wash pipe	13.5	432	418.5
7	15/03/2023	REPAIR ON TOP DRIVE (Change wash pipe)	1	24	23
8	16/03/2023	REPAIR ON TOP DRIVE (weld Half Coupling wash out and Change wash pipe)	2	24	22
9	17/03/2023	POOH 16" DIRECTIONAL BHA IN OPEN HOLE FOR TOP DRIVE REPAIR (Half Coupling) F/1936m T/798m	24	24	0
10	18/03/2023	POOH 16"BHA +REPAIR TDS	11.5	1440	1428.5
11	17/05/2023	Intervention sur TDS	0.5	1344	1343.5
12	12/07/2023	REPAIR ON TDS -hydraulic oil leak (change cylinder link tilt hose)	1	1248	1247
13	02/09/2023	REPAIR SUR TOP DRIVE	2	24	22
14	03/09/2023	Intervention sur handling système du top drive	1	24	23

15	04/09/2023	Intervention sur handling systeme du top drive	2.25	1752	1749.75
16	16/11/2023	REPARATION SUR TOP DRIVE	1	24	23
17	17/11/2023	Changement wash pipe	1.5	192	190.5
18	25/11/2023	Changement du Wash pipe	1	5280	5279
19	02/07/2024	REPAIR ON VFD TDS	5	888	883
20	08/08/2024	Intervention sur le circuit de lubrification du Top drive TESCO	3.75	24	20.25
21	09/08/2024	travaux de modification pour adaptation d'une pompe de lubrification du Top drive TESCO suite manque PDR	5.5	624	618.5
22	04/09/2024	Intervention sur le cable de puissance et descente	6	24	18
23	05/09/2024	Changement raccord d' usure de la TDS suite sifflure	1	48	47
24	07/09/2024	Changement de la pompe de lubrification de la TDS	1.5	120	118.5
25	12/09/2024	INTERVENTION SUR TDS _41	1.5	120	118.5
26	17/09/2024	Changement du Raccord d' usure TDS	0.5	312	311.5
27	30/09/2024	changement de la pompe de lubrification TDS	7.5	48	40.5
28	02/10/2024	reparation axe LINK TILT TDS TESCO	0.5	168	167.5
29	09/10/2024	REPAIR ON TDS SAVER SUB	2.5	192	189.5
30	17/10/2024	fuite brake TDS TESCO	1.5	72	70.5
31	20/10/2024	REPAIR ON TOP DRIVE- Change saver sub	0.5	24	23.5
32	21/10/2024	REPAIR ON TOP DRIVE- Change wash-pipe	1	24	23
33	22/10/2024	REPAIR ON TOP DRIVE- Change wash-pipe	0.5	1728	1727.5

34	02/01/2025	intervention sur TDS	1	96	95
35	06/01/2025	changement axe (support des vérins) TDS	1	144	143
36	12/01/2025	Cisaillement de l'axe de fixation du verin de l'elevateur TDS	0.75	480	479.25
37	01/02/2025	REPAIR ON TDS ** Replace tds saver sub	0.5	144	143.5
38	07/02/2025	Changement wash pipe	1.75	528	526.25

Total TBF = 18048 h

Total UT = 17921.75 h

Calcul de MTBF :

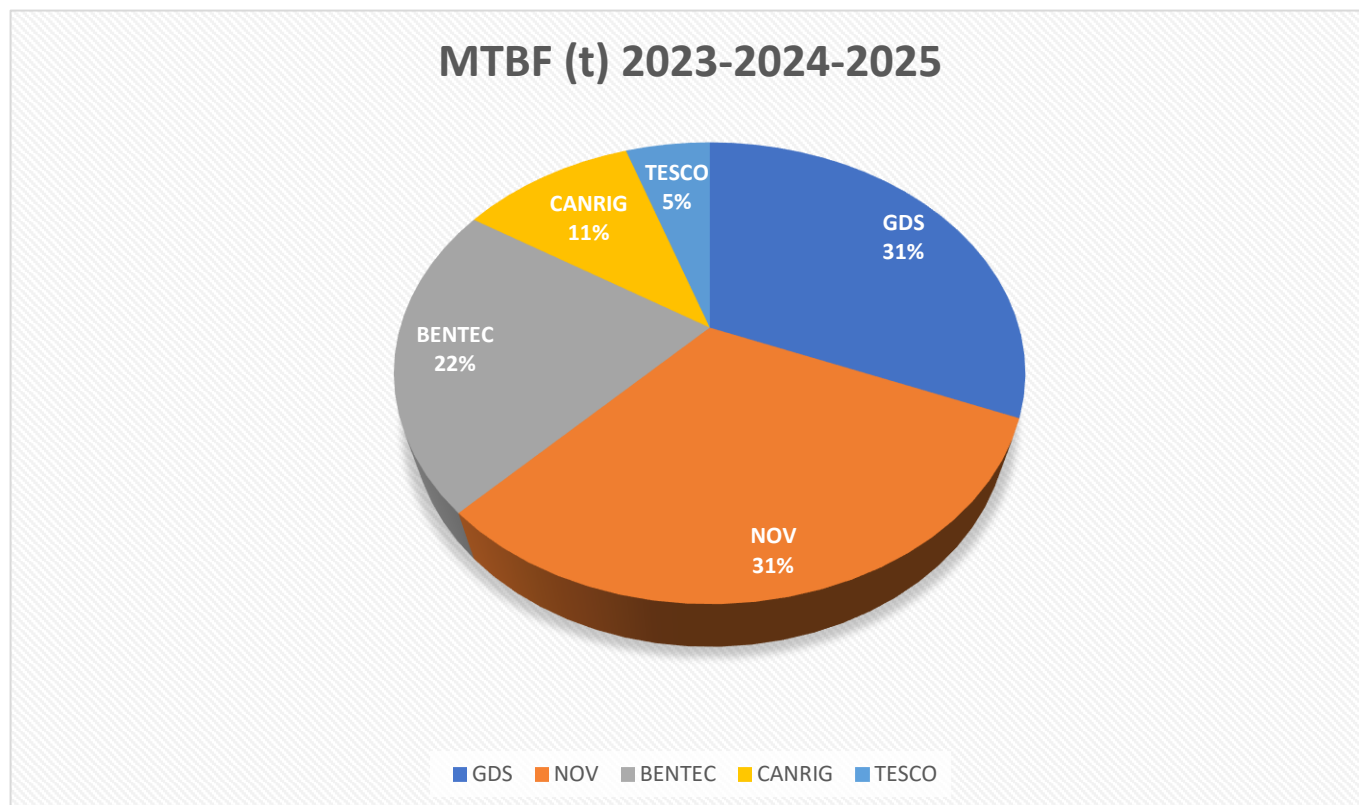
MTBF = 17921.75/ 38 = 471.63 h

III.5.4 Représentation graphique des résultats MTBF

Tableau (III.13): Représentation graphique des résultats MTBF

TDS	GDS	NOV	BENTEC	CANRIG	TESCO
MTBF (t) 2023-2024-2025	2614.41	2607.79	1826.25	901.95	437.12

Courbe de MTBF



III.5.5 Description graphique des résultats MTBF

L'analyse des valeurs du **MTBF (Mean Time Between Failures)** met en évidence des écarts significatifs de fiabilité entre les différents systèmes Top Drive.

Les systèmes **GDS** et **NOV** présentent les valeurs de MTBF les plus élevées (supérieures à 2600 heures), ce qui traduit une excellente fiabilité et une faible fréquence de défaillances. Ces équipements assurent donc une meilleure continuité des opérations de forage et nécessitent moins d'interventions de maintenance.

Le système **BENTEC** affiche un MTBF intermédiaire (1826.25 heures), indiquant une fiabilité acceptable, mais inférieure à celle de GDS et NOV. Cela signifie que les arrêts pour maintenance sont plus fréquents, ce qui peut légèrement impacter la productivité.

En revanche, les systèmes **CANRIG** (901.95 heures) et **TESCO** (437.12 heures) présentent des MTBF nettement plus faibles, révélant une fréquence élevée de pannes. Cette situation engendre

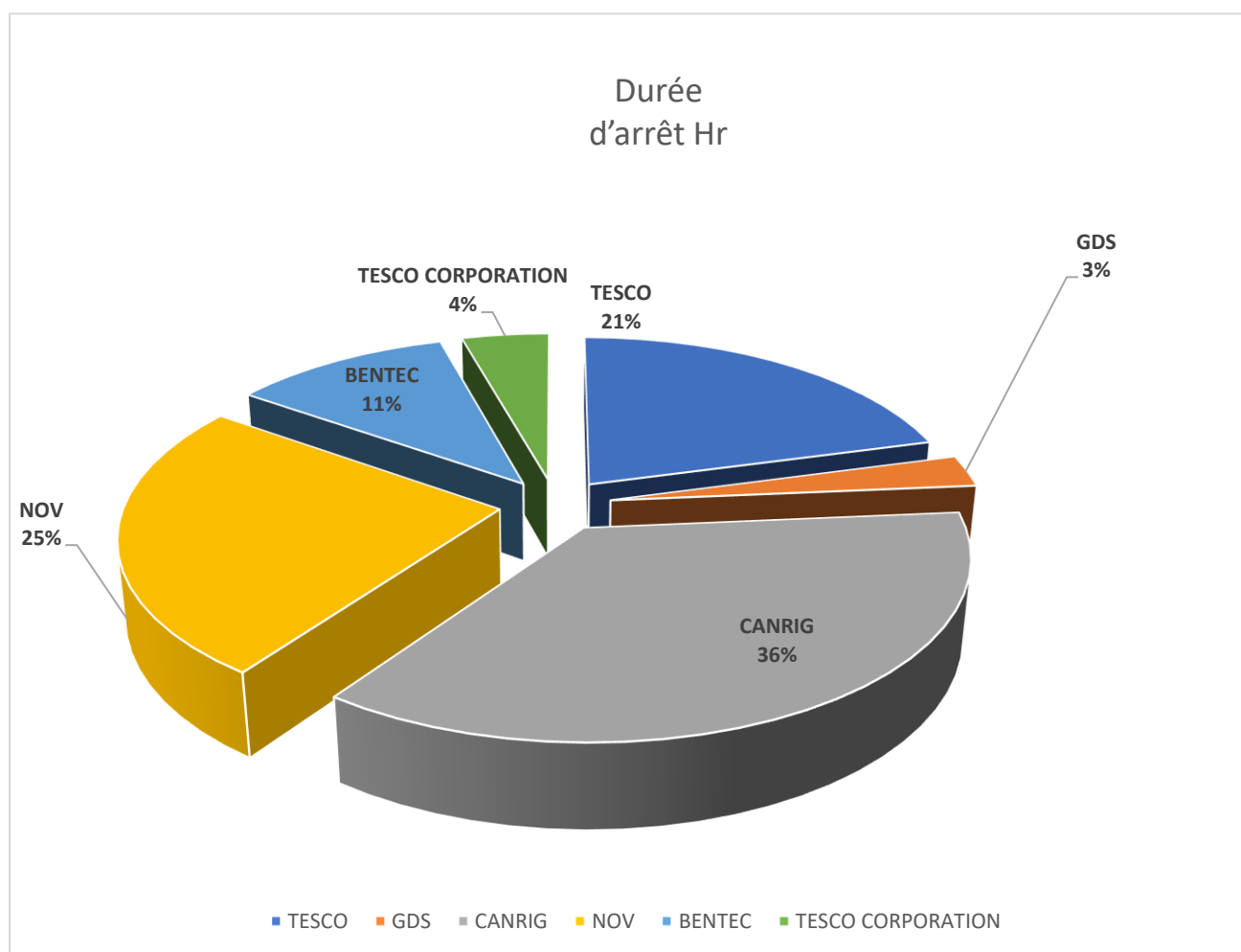
une augmentation des opérations de maintenance corrective, une baisse de la disponibilité des équipements, ainsi qu'une hausse des coûts d'exploitation.

Les résultats confirment que plus le MTBF est élevé, plus le système est fiable. Ainsi, **GDS** et **NOV** se distinguent comme les systèmes les plus performants, tandis que **TESCO** apparaît comme le moins fiable, nécessitant une attention particulière en termes de maintenance et d'amélioration.

III.6 Évaluation de la durée d'arrêt des Top Drive dans l'entreprise ENFOR (période 2023–2025)

III.6.1 Représentation graphique des résultats Durée d'arrêt (Hr)

Courbe de Durée d'arrêt (Hr)



III.6.2 Description graphique des résultats Durée d'arrêt (Hr)

Le diagramme circulaire met en évidence la répartition des durées d'arrêt des différents systèmes Top Drive. Les résultats montrent une disparité importante entre les équipements en termes d'indisponibilité.

Le système **CANRIG** enregistre la part la plus élevée avec **36 %** du temps total d'arrêt, ce qui indique une forte fréquence de pannes ou des durées de réparation longues. Cela traduit une faible disponibilité et un impact significatif sur la continuité des opérations.

Le système **NOV** arrive en deuxième position avec **25 %**, ce qui reste relativement élevé et suggère également des pertes de production non négligeables.

Le système **TESCO** représente **21 %** des arrêts, ce qui indique une performance moyenne, mais nécessitant tout de même des améliorations pour réduire les temps d'indisponibilité.

En revanche, les systèmes **BENTEC (11 %)**, **TESCO Corporation (4 %)** et surtout **GDS (3 %)** présentent les plus faibles durées d'arrêt. Ces résultats reflètent une meilleure fiabilité et une gestion plus efficace de la maintenance.

Résumé

L'analyse montre que **CANRIG** est le système le plus pénalisant en termes de durée d'arrêt, tandis que **GDS** apparaît comme le plus performant. Une attention particulière doit être portée sur les équipements à forte indisponibilité, notamment CANRIG et NOV, afin d'optimiser la maintenance, réduire les temps d'arrêt et améliorer la productivité globale.

III.7 Analyse comparative de la performance et du NPT des systèmes Top Drive : **Application aux données d'ENAFOR (2023–2025)**

Les Top Drives de différentes marques (Canrig, NOV, Tesco, Bentec et GDS), sont déployés sur plusieurs chantiers de forage et de workover.

Cet équipement est identifié comme la principale source de NPT chaque année, avec un impact direct sur la performance opérationnelle.

L'objectif de cette étude est d'analyser et comparer les NPT des Top Drives par année (2023, 2024 et 2025), par marque, et d'identifier les organes les plus défaillants, afin de mieux cibler les actions d'amélioration et de maintenance.

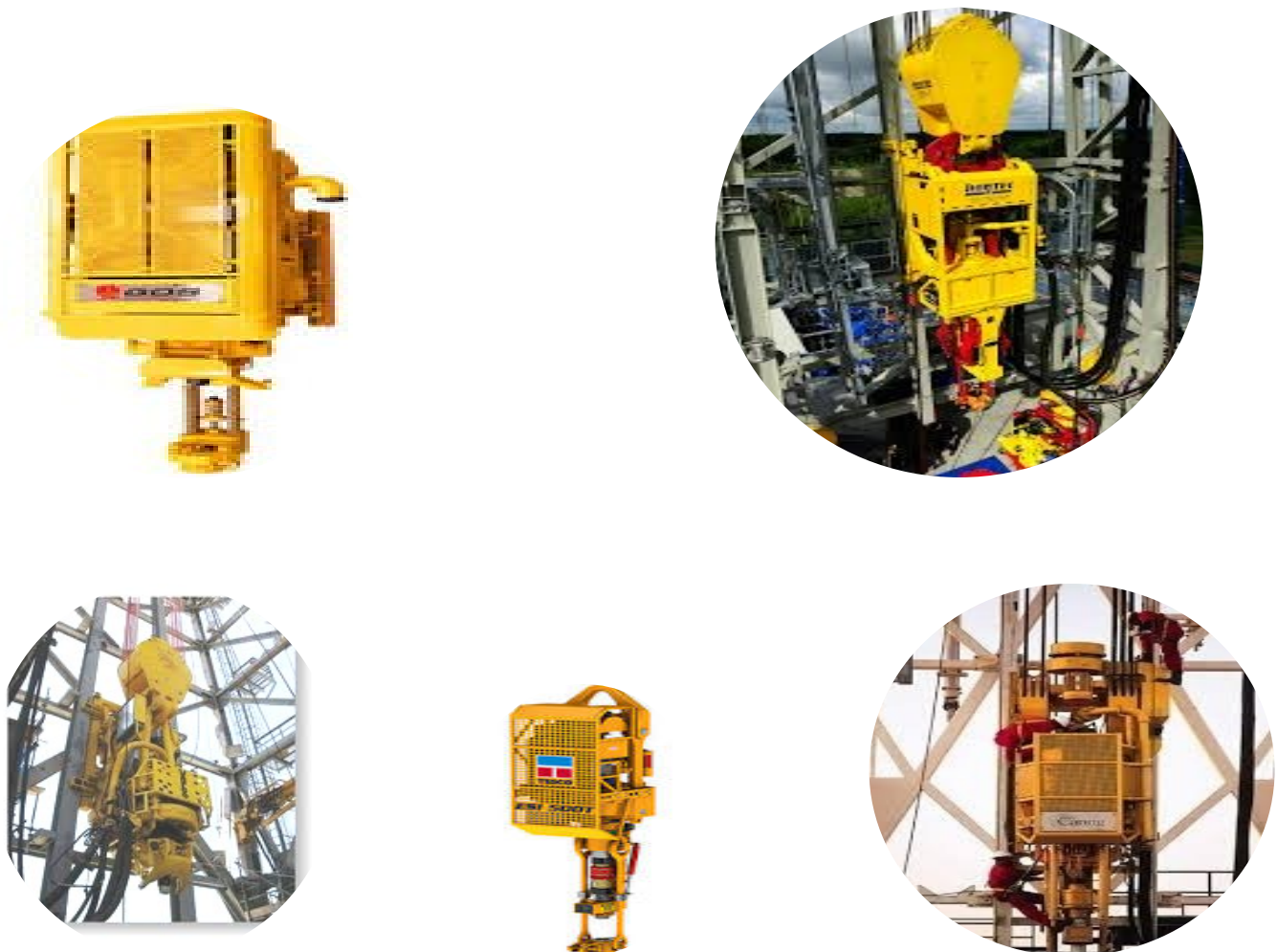


Figure (III.1)

III.7.1 Évolution, classification et affectation des Top Drives par chantiers (2023–2025)

Tableau (III.14): Évolution, classification et affectation des Top Drives par chantiers (2023–2025)

2023					
La marque	CANRIG	BENTEC	TESCO	NOV	GDS
Les chantiers	ENF#06	ENF#44	ENF#19	ENF#54	ENF#07
	ENF#13	ENF#46	ENF#36	ENF#55	ENF#18
	ENF#15	ENF#47	ENF#38	ENF#57	ENF#39
	ENF#16	ENF#49	ENF#56	ENF#58	
	ENF#17	ENF#50		ENF#59	
	ENF#20	ENF#51			
	ENF#21	ENF#52			
	ENF#28	ENF#53			
	ENF#29				
	ENF#32				
	ENF#35				
	ENF#37				
	ENF#40				
	ENF#41				
Total	14	08	04	05	03
Total ENAFOR	34 unité				

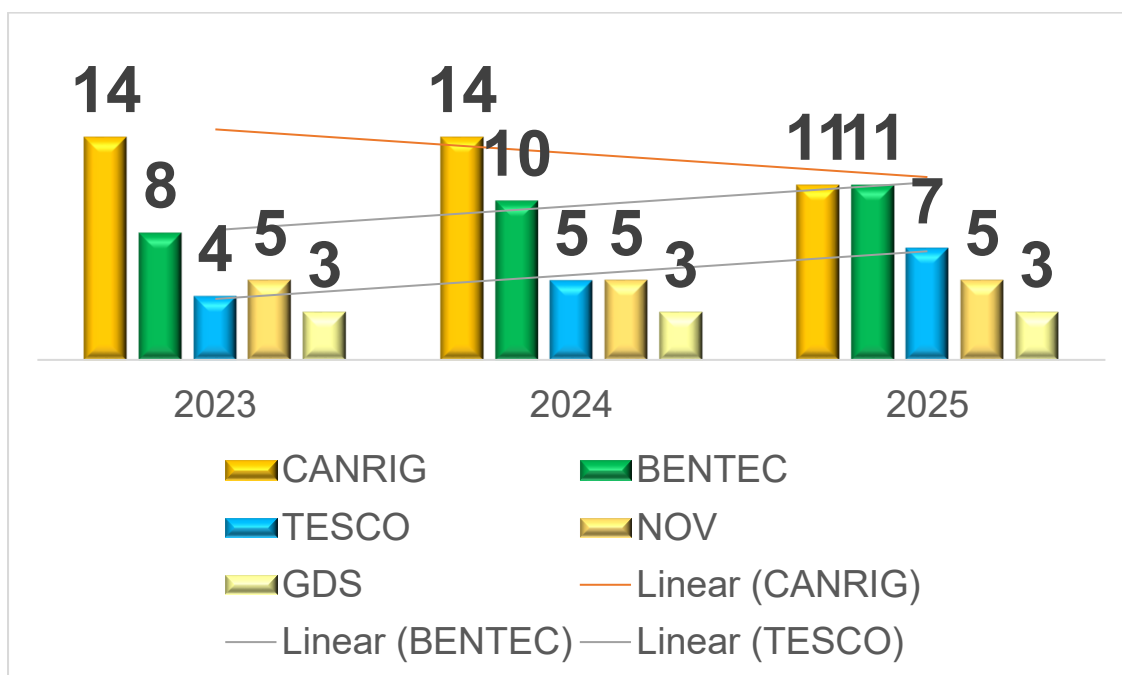
2024					
La marque	CANRIG	BENTEC	TESCO	NOV	GDS
Les chantiers	ENF#06	ENF#44	ENF#19	ENF#54	ENF#39
	ENF#13	ENF#45	ENF#36	ENF#55	ENF#18
	ENF#15	ENF#46	ENF#37	ENF#57	ENF#07
	ENF#16	ENF#47	ENF#38	ENF#58	
	ENF#17	ENF#49	ENF#56	ENF#59	
	ENF#20	ENF#50			
	ENF#21	ENF#51			
	ENF#28	ENF#52			
	ENF#29	ENF#53			
	ENF#32	ENF#61			
	ENF#35				
	ENF#37				
	ENF#40				
	ENF#41				
Total	14	10	5	5	3
Total ENAFOR	37 unité				

2025					
La marque	CANRIG	BENTEC	TESCO	NOV	GDS
Les chantiers	ENF#06	ENF# 45	ENF#19	ENF#54	ENF#07
	ENF#13	ENF#44	ENF#32	ENF#55	ENF#18
	ENF#15	ENF#46	ENF#36	ENF#57	ENF#39
	ENF#16	ENF#47	ENF#37	ENF#58	
	ENF#17	ENF#49	ENF#38	ENF#59	
	ENF#20	ENF#50	ENF#41		
	ENF#21	ENF#51	ENF#56		
	ENF#28	ENF#52			
	ENF#29	ENF#53			
	ENF#35	ENF#60			
	ENF#40	ENF#61			
Total	11	11	7	5	3
Total ENAFOR	37 unité				

De 2023 à 2025, la flotte TESCO et BENTEC a augmenté, passant respectivement de 4 à 7 unités et de 8 à 11 unités. En revanche, la flotte CANRIG a diminué de 14 à 11 unités. Les flottes NOV (5 unités) et GDS (3 unités) sont restées stables sur toute la période.

En général la flotte ENAFOR a été augmenté de 34 unité au 37 unité.

Courbe de Évolution, classification et affectation des Top Drives par chantiers (2023–2025)



III.7.2 Moyenne des NPT par marque (2023–2025)

Tableau (III.15): Moyenne des NPT par marque (2023–2025)

Année 2023

Marque	Nombre	NPT(Hrs)	Moyenne(Hrs)
CANRIG	14	764,25	54,59
BENTEC	08	397,75	49,72
TESCO	04	169,5	42,38
NOV	05	425,25	85,05
GDS	03	22,25	7,42
Total année	34	1779,00	52,32

Année 2024

Marque	Nombre	NPT(Hrs)	Moyenne(Hrs)
CANRIG	14	855,75	61,13
BENTEC	10	368,00	36,80
TESCO	05	305,00	61,00
NOV	05	174,75	34,95
GDS	03	46,00	15,33
Total année	37	1749,50	47,28

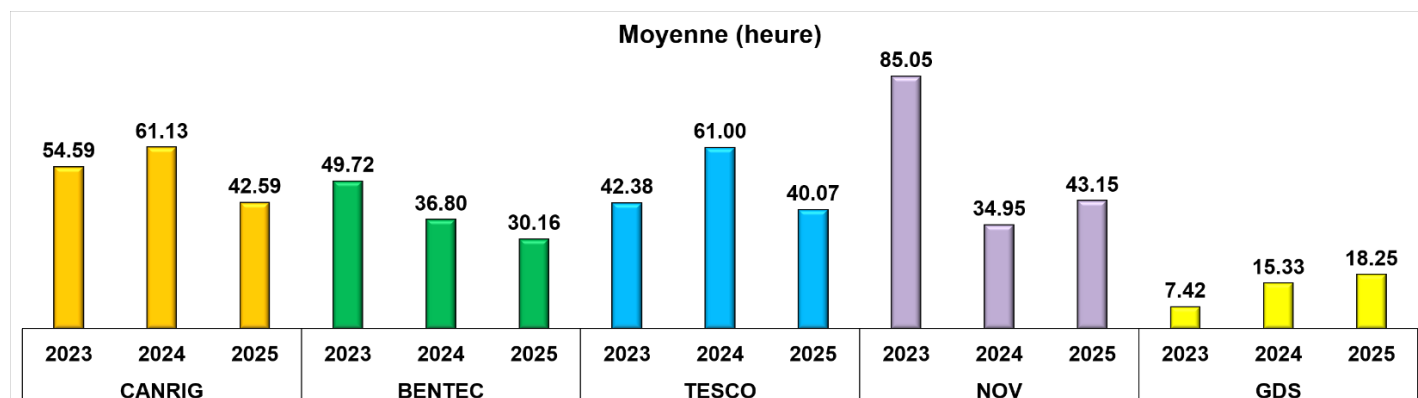
Année 2025

Marque	Nombre	NPT(Hrs)	Moyenne(Hrs)
CANRIG	11	468,5	42,59
BENTEC	11	331,75	30,16
TESCO	07	280,5	40,07
NOV	05	215,75	43,15
GDS	03	54,75	18,25
Total année	37	1351,25	36,52

Ce graphique montre une tendance globale à la baisse des NPT sur la période 2023–2025.

En 2023, le Total NPT est le plus élevé avec 1779, et une moyenne de 52,32 pour 34 TDS. En 2024, malgré l'augmentation du nombre de TDS à 37, le Total NPT diminue légèrement à 1749,5, et la moyenne baisse à 47,28, ce qui indique une amélioration des performances. En 2025, la tendance positive se confirme avec un Total NPT de 1351,25 et une moyenne nettement réduite à 36,52 pour 37 TDS.

Courbe de Moyenne des NPT par marque (2023–2025)



CANRIG

En 2023, les Top Drives CANRIG présentent un niveau de NPT élevé, qui augmente encore en 2024, avant de baisser sensiblement en 2025. Cette amélioration est observée malgré la réduction de la flotte de 14 TDS en 2023–2024 à 11 TDS en 2025, ce qui traduit une meilleure maîtrise des pannes et des interventions.

NOV

La flotte NOV reste stable à 5 TDS sur les trois années. Les NPT sont élevés en 2023, diminuent en 2024, puis augmentent légèrement en 2025. Cette stabilité de flotte indique que les variations de NPT sont principalement liées à des pannes récurrentes sur certains organes.

BENTEC

BENTEC montre une amélioration progressive des NPT sur la période 2023–2025. Alors que la flotte augmente de 8 TDS en 2023 à 11 TDS en 2025, les NPT diminuent.

GDS

GDS affiche les niveaux de NPT les plus faibles sur toute la période. Avec une flotte stable de 3 TDS en 2023, 2024 et 2025, les NPT restent limités malgré une légère hausse en 2025, confirmant une bonne fiabilité globale.

TESCO

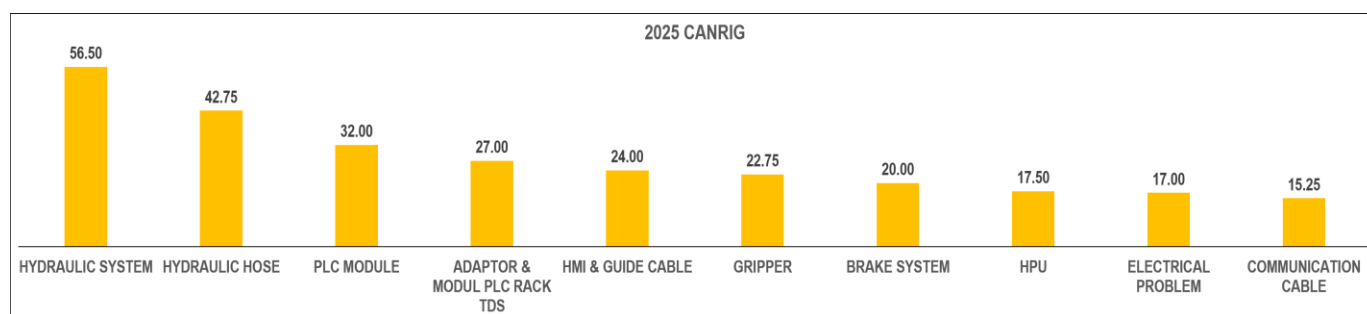
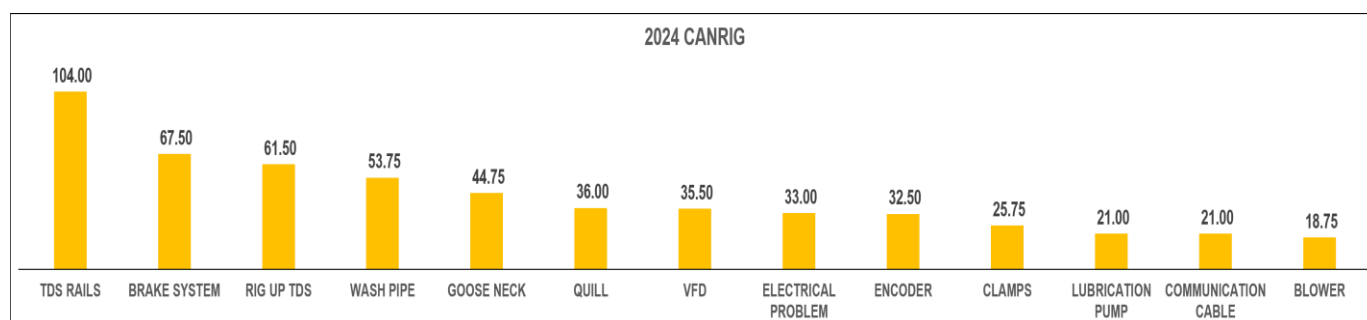
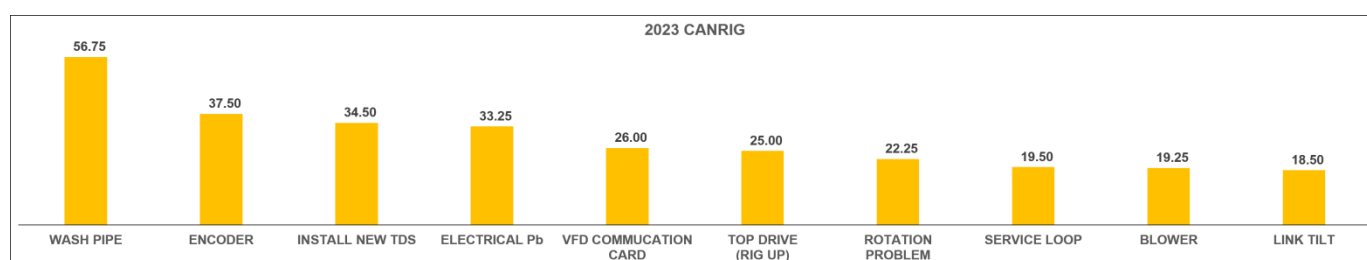
Les Top Drives TESCO enregistrent un pic de NPT en 2024, supérieur à 2023, avant une réduction notable en 2025. Cette évolution intervient malgré l'augmentation de la flotte de 4 TDS en 2023 à 7 TDS en 2025.

III.8 Sensibilisation sur les causes des NPT des Top Drive

Suite au taux élevé en matière d’NPT que la Top Drive a généré durant ces dernières années, nous avons fait une étude qui s’est basée essentiellement sur notre expérience vécue sur chantiers et dont les causes ne peuvent être recueillies du système SAP et que nous jugeons être la source des NPT et du manque à gagner causé par la Top Drive et spécialement la Top Drive CANRIG, puisque c’est la plus ancienne en matière d’acquisition et la plus nombreuse dans l’entreprise

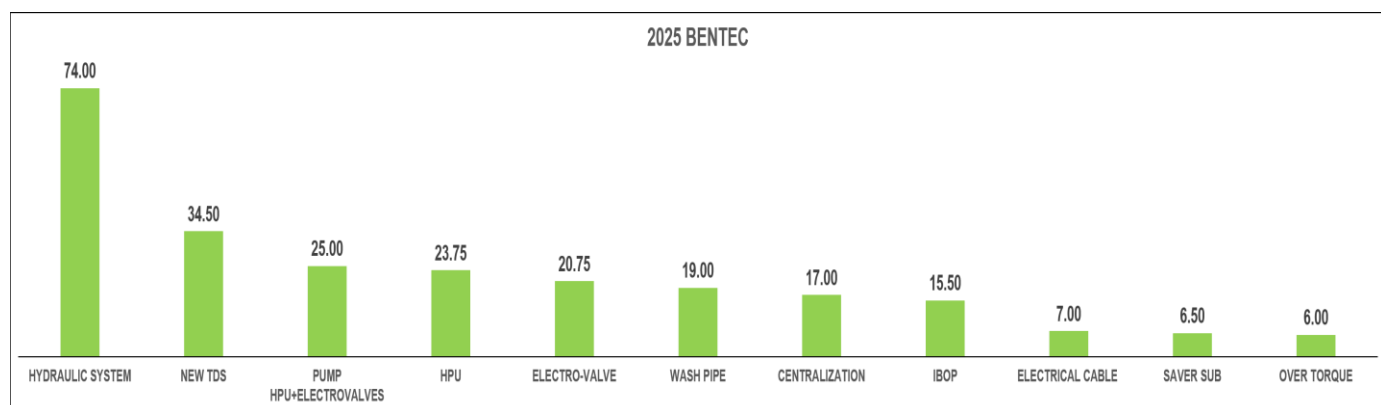
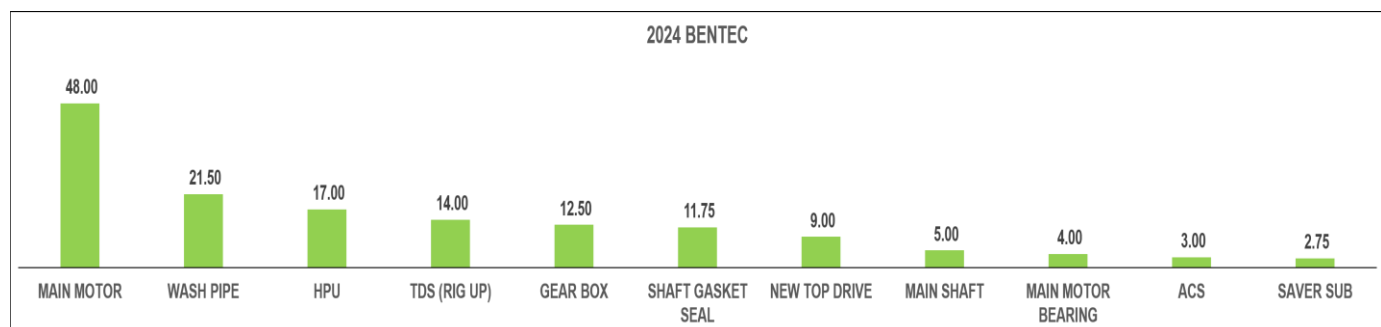
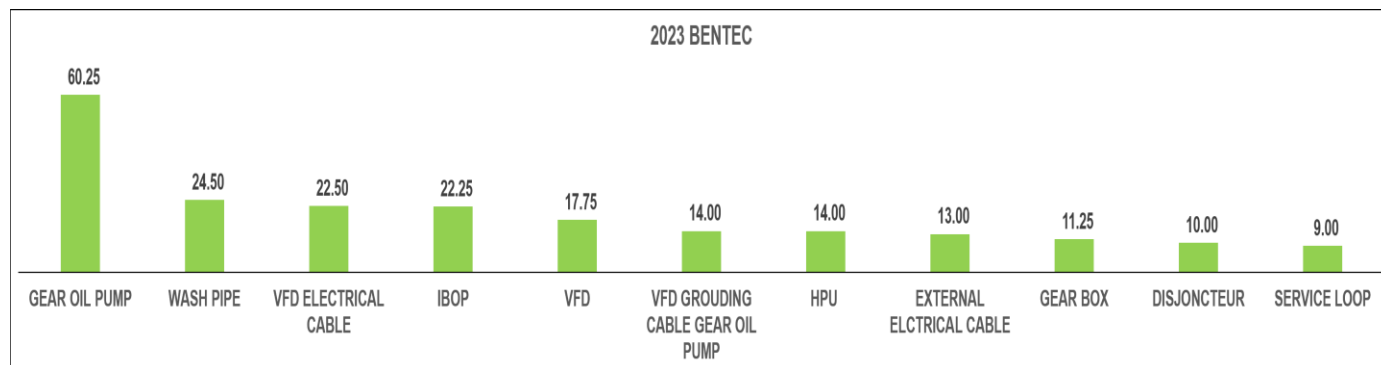
III.8.1 Identification des organes majeurs liés aux défaillances – CANRIG (2023–2025)

Courbe de CANRIG (2023–2025)



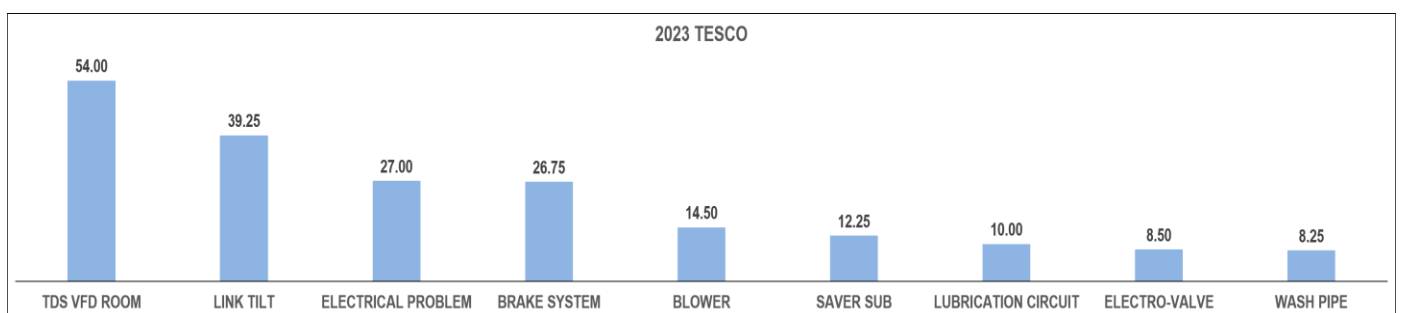
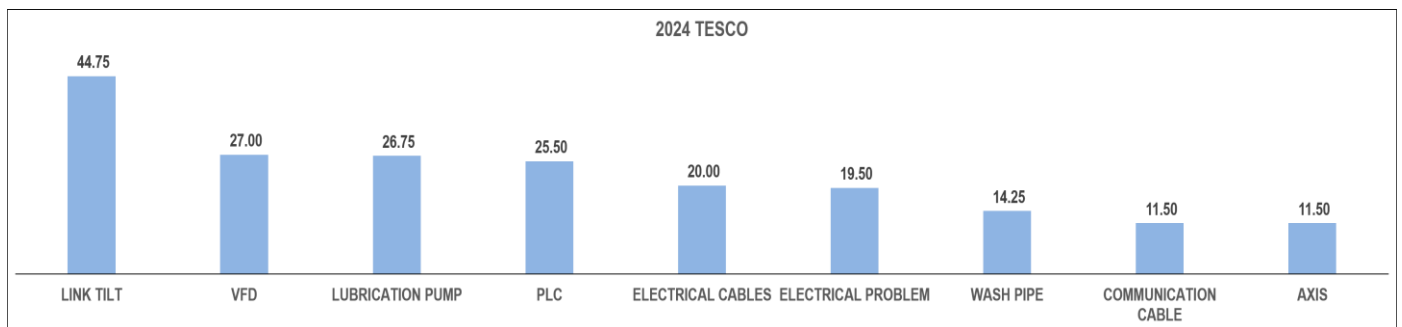
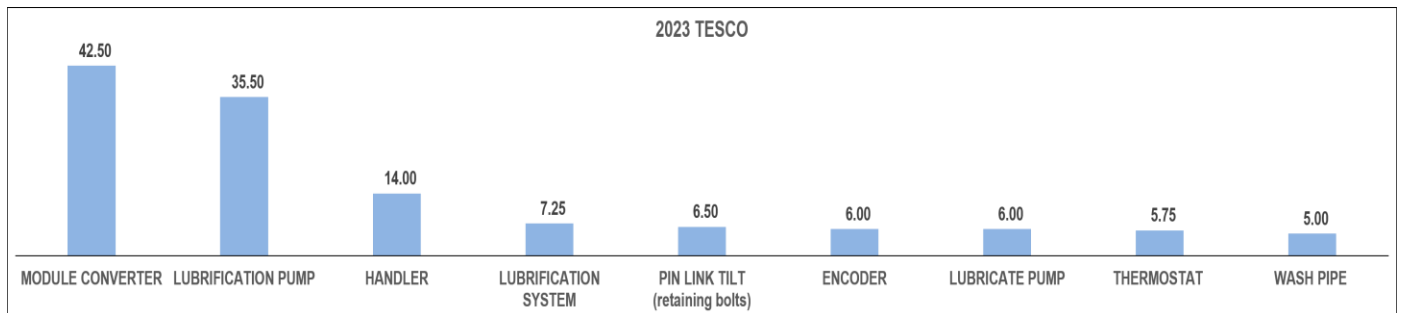
III.8.2 Identification des organes majeurs liés aux défaillances – BENTEC (2023–2025)

Courbe de BENTEC (2023–2025)



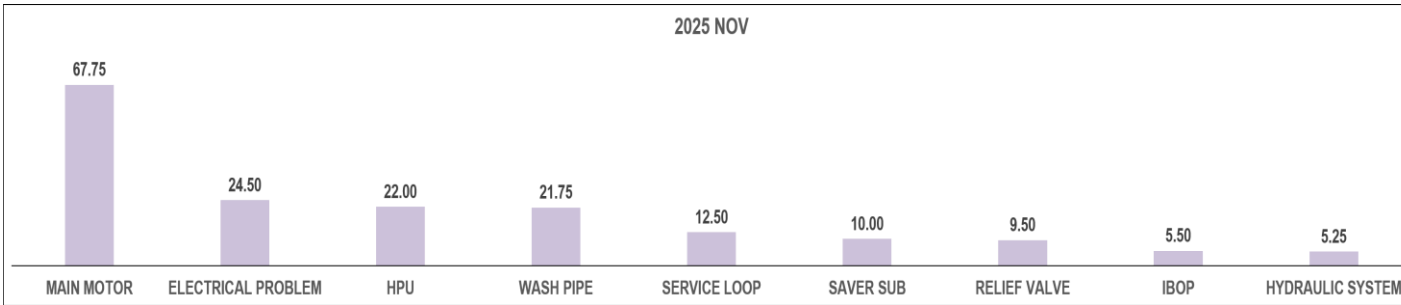
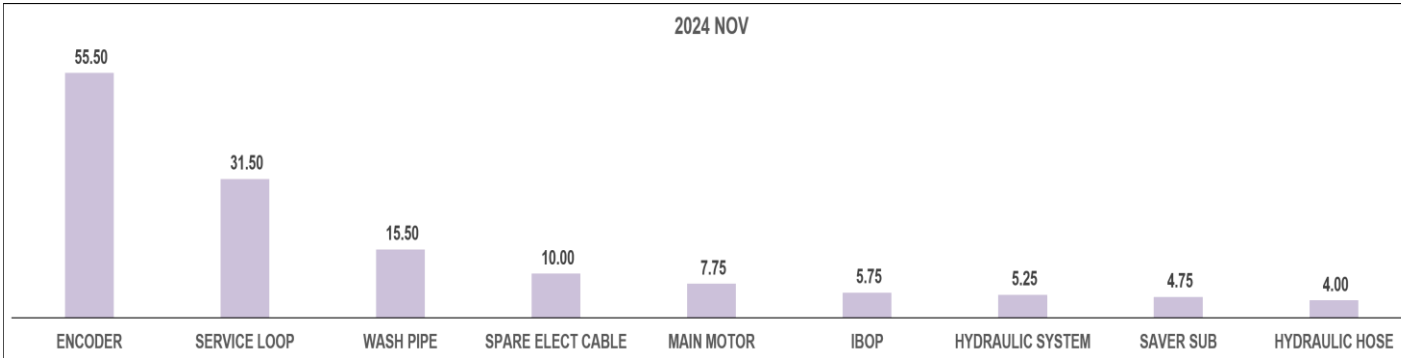
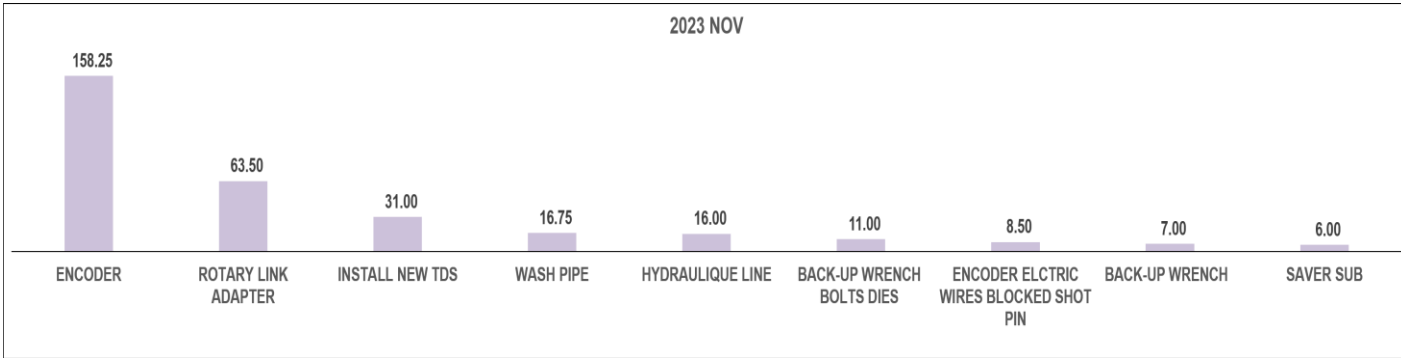
III.8.3 Identification des organes majeurs liés aux défaillances – TESCO (2023–2025)

Courbe de TESCO (2023–2025)



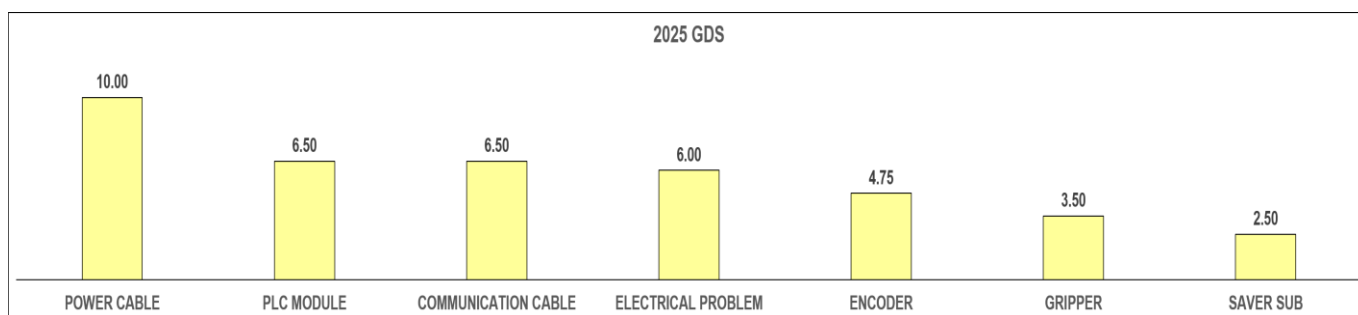
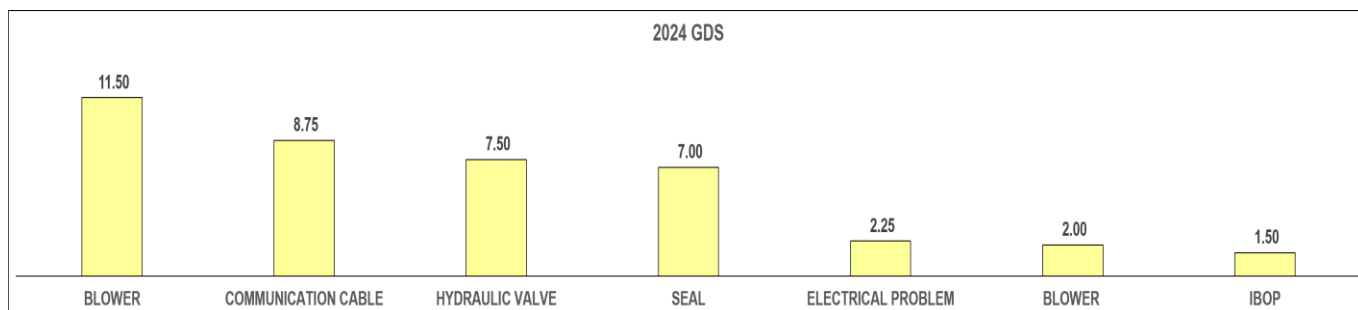
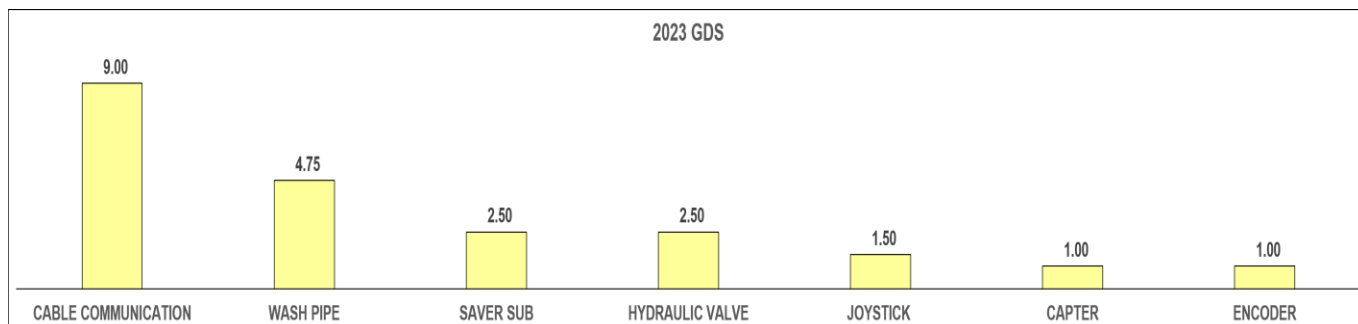
III.8.4 Identification des organes majeurs liés aux défaillances – NOV (2023–2025)

Courbe de NOV (2023–2025)



III.8.5 Identification des organes majeurs liés aux défaillances – GDS (2023–2025)

Courbe de GDS (2023–2025)



III.8.6 Exemples sur les problèmes liés à la conception

Problème

Emplacement du Torque Boost dans un endroit trop étroit (corrigé dans le model AC)

Conséquences

Plus de 12 heures pour faire seulement l'enlèvement du Torque Boost

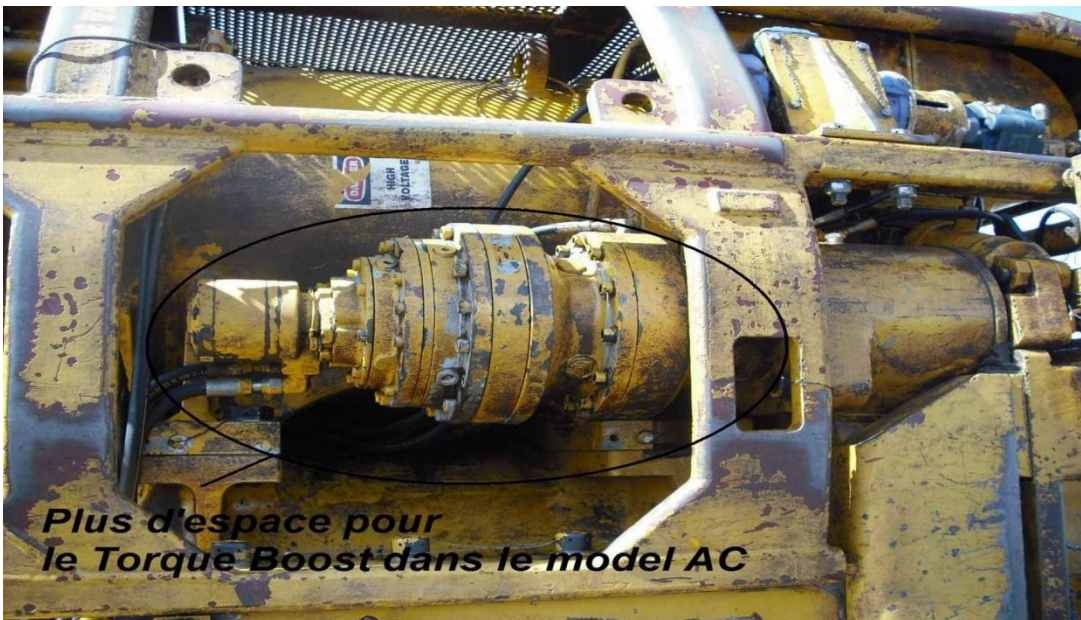


Figure (III.2)

Problème

Absence des graisseurs dans le moteur principal

Conséquences

Usure rapide des roulements du moteur principal



Figure (III.3)

Problème : Fixation du Goofy plate par 2 points (conception améliorée dans le model AC avec 4 points de fixations)

Conséquences :

Usure rapide au niveau du Guide Gear Case et Plate (la loge du Guide Gear Case)

Fuite d'huile rapide même après révision au Cat-shop



Figure (III.4)

Problème :

Emplacement du Wash Pipe dans un endroit trop étroit

Conséquences :

Beaucoup de temps pour le changement du Wash Pipe



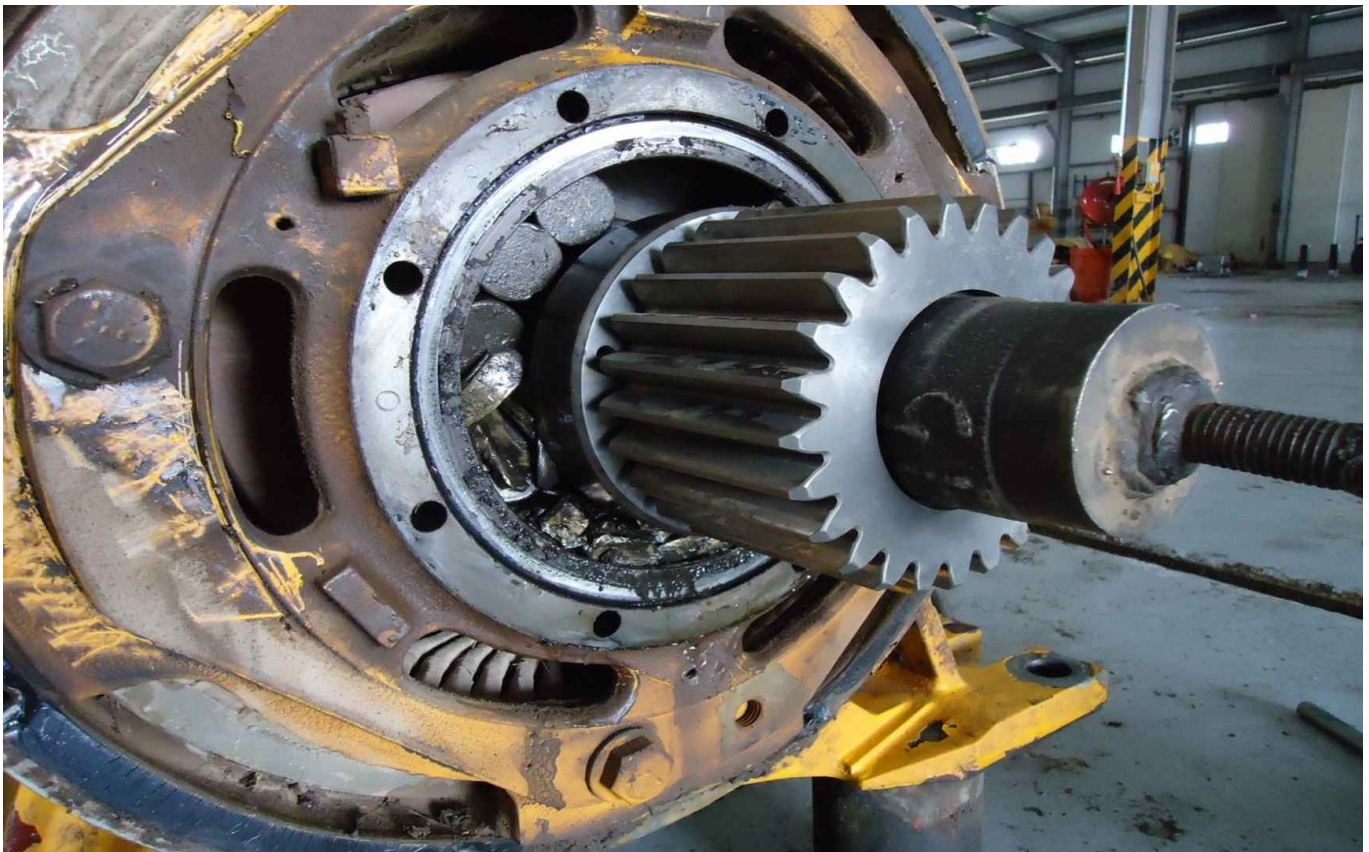
Figure (III.5)

Problème:

On trouve aussi le problème d'absence des graisseurs dans le moteur principal

Conséquences:

Usure rapide des roulements du moteur principal



Exemples sur les problèmes liés à la conception du model GDS

Problème_:

Dans le premier model de GDS SN003 la Bague guide en bronze du Rotary Handler « Load Collar Sleeve » a été conçue avec un jeu insuffisant entre cette bague et le Quill

Conséquences_:

Frottement puis usure de cette bague provoque un bruit anormal pendant le forage



III.9 Recommandations

Top Drive est un équipement de forage qui travaille pendant toute la période de la réalisation d'un puits et son arrêt engendre l'arrêt total des opérations de forage donc, un tel équipement mérite une très grande attention et ceci en appliquant:

- Une bonne inspection avant et après chaque DTM; Avant le DTM pour déterminer si Top Drive nécessite une réparation aux ateliers et après le DTM pour vérifier le bon état des composants après sa transportation.
- Une bonne inspection après avoir subi de fortes vibrations et battages
- Sa maintenance préventive (Top Drive Service) tels que graissage, vidange périodique...
- Vérification périodique des organes liés au fonctionnement du Top Drive (Twin Stop, Bandes de frein...)
- Sensibilisation des chefs de poste et leurs assistants d'éviter les mauvaises manipulations ainsi que d'être attentifs aux alarmes lumineuses et sonores
- Sensibilisation des transporteurs des Top Drive lors des DTM

III.10 Conclusion générale

Le Top drive offre une rapidité de l'exécution des opérations de forage par rapport au système conventionnel ce qui réduit le temps de forage et qui vaut un gain d'argent.

Après description des particularités constructives d'une table de rotation, de ses Accessoires nécessitant une attention particulière ; il faut assurer le bon alignement entre l'arbre d'entraînement et l'arbre d'attaque et garder un jeu à la valeur optimale (0.20"-0.30").

La maintenance de la TOP DRIVE et la Table de rotation est très importante, d'où la Nécessite aussi d'une formation du personnel qui manipule ces équipements et qui Assure leur maintenance

La TOP DRIVE assemble des fonctions nombreuses, sa maintenance impose une maintenance Peut compliquer que la table de rotation.

Après l'étude comparative de fiabilité de la TDS et table de rotation :

- le TDS-11 est exposé à des nombreuses pannes à des petits intervalles de Temps.

- la table de rotation : a exposé au moins pannes dans des intervalles est longue.

La panne nombreuse impose un long temps de réparation et une possibilité

L'arrêt de travail qui produit un coût supplémentaire.

Résumé

Cette étude s'inscrit dans le cadre de l'analyse des technologies modernes de forage pétrolier, en mettant l'accent sur le système Top Drive et son évolution par rapport aux techniques conventionnelles. Les résultats montrent que le Top Drive constitue une avancée technologique majeure, permettant d'améliorer significativement les performances opérationnelles, de réduire les délais de réalisation des forages (NPT) et d'accroître la fiabilité

BIBLIOGRAPHIES

- 1-MR.DOGHMANE Ilyes, étude et amélioration de la stratégie de la commande d'un top drive modèle canrig1050 e500 au niveau de ENTP , Mémoire de Master En Génie Mécanique , Option: Mécatronique Université Badji Mokhtar Annaba .
- 2-Sonatrach,"Cours d'équipements de forage".
- 3- Bentec GmbH Drilling Oilfield Systems Deilmannstraße 1, D- 48455 Bad Bentheim Germany
TECHNICAL MANUAL 2006
- 5- Le bureau d'atelier de maintenance de ENAFOR **2026**
- 6- CANDOC ADS AC MANUAL _8050AC **712** SN20272_ **2004**
- 7-TOP DRIVE Operations and Maintenance Manual GDM500650AC Rev. 0 SN 003
- 8-Manual tesco ESI 500TDS Unit 1402 5043671 REV 0 _2014
- 9-User Manual TDS-11SH – Top Drive Drilling System Printed On: 2015-08-26 15:36:53 GMT-0500
Révision: 01 11368571-MAN
- 10-User Manual D-375 Rotary Table Revision: 02 D2G1008680-FDD-001
- 11- Nous avons obtenu les données du système SAP (HANA 800) service DEMP une entreprise ENAFOR
- 12- ETUDE SUR LES CAUSES DES NPT TOP DRIVE_2025-updated (KOUIDRI FOUAD -
MEKKAOUI SID AHMED Chef de Département Opérations Forage)

ملخص:

تندرج هذه الدراسة ضمن إطار تحليل التقنيات الحديثة المطبقة في مجال الحفر البترولي، مع التركيز بشكل خاص على نظام الـ Top Drive وتطوره مقارنة بطرق الحفر التقليدية. وتهدف هذه الدراسة إلى تقييم مساهمة هذه التكنولوجيا من حيث الأداء التشغيلي، السلامة، واستمرارية التشغيل.

أظهرت النتائج المتحصلة عليها أن نظام الـ Top Drive يمثل تطوراً تكنولوجياً هاماً في مجال الحفر البترولي، حيث يساهم في تحسين أداء عمليات الحفر بشكل ملحوظ، وتحسين معايير التشغيل، وتقليل الوقت غير المنتج (NPT)، إضافة إلى رفع مستوى موثوقية وأمان المعدات المستعملة في مواقع الحفر.

كما أبرزت الدراسة أهمية نظام الـ Top Drive في تحسين دقة عمليات الحفر من خلال التحكم الأفضل في المناورات وتقليل المخاطر التقنية، مما يساهم في تحقيق استغلال أكثر كفاءة وأماناً، ويتلاءم مع ظروف التشغيل الحقيقية.

Abstract

This study is part of the analysis of modern technologies applied in petroleum drilling, with particular emphasis on the Top Drive system and its development compared to conventional drilling methods. The objective of this work is to evaluate the contribution of this technology in terms of operational performance, safety, and operational continuity.

The obtained results demonstrate that the Top Drive system represents a major technological advancement in the field of petroleum drilling. Its implementation significantly improves drilling performance, optimizes operating parameters, reduces non-productive time (NPT) and enhances both the reliability and safety of on-site equipment.

Furthermore, this study highlights the importance of the Top Drive system in improving the accuracy of drilling operations through better maneuver control and reduced technical risks thereby contributing to safer, more efficient, and more reliable operations under real operating conditions.

Résumé

Cette étude s'inscrit dans le cadre de l'analyse des technologies modernes appliquées au forage pétrolier, en mettant particulièrement l'accent sur le système Top Drive et son évolution par rapport aux méthodes conventionnelles de forage. Elle a pour objectif d'évaluer l'apport de cette technologie en termes de performances opérationnelles, de .sécurité et de continuité de fonctionnement

Les résultats obtenus montrent que le système Top Drive représente une avancée technologique majeure dans le domaine du forage pétrolier. Son utilisation permet d'améliorer considérablement les performances des opérations de forage, d'optimiser les paramètres de travail, de réduire les temps non productifs (NPT) et d'augmenter la fiabilité .ainsi que la sécurité des équipements sur site

Par ailleurs, cette étude met en évidence l'importance du Top Drive dans l'amélioration de la précision des opérations de forage grâce à un meilleur contrôle des manœuvres et à une diminution des risques techniques, contribuant ainsi à une exploitation plus efficace, plus .sûre et mieux adaptée aux conditions réelles d'exploitation