

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
Ministère de l'enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Université M'Hamed Bougara-Boumerdes
Faculté des Hydrocarbures et de la Chimie



Département Transport et Equipements des Hydrocarbures

Mémoire de fin d'études
En vue de l'obtention du diplôme de

Master

Domaine : Sciences et Technologies

Filière : Hydrocarbure

Option : Génie mécanique-Mécanique des chantiers pétroliers

Présenté par :

BELKHIRI AYMEN
DERAFA MAROUANE

THEME

Etude et analyse d'un réducteur de vitesse
applications aux équipements pétroliers

Soutenu publiquement le 23 / 06 / 2024

Devant le jury :

| | Nom et Prénom | Grade | Université/Affiliation |
|-------------------|----------------------|-------|------------------------|
| Président de jury | BENBRIK Abderrahmane | Pr | UMBB |
| Examinateur | HARHOUT Riad | MA/A | UMBB |
| Examinateur | SABRI Khier | MA/B | UMBB |
| Encadreur | BLOUL Benattia | MC/A | UMBB |

Remerciement

Nous souhaitons avant tout exprimer notre gratitude envers Allah, le Tout-Puissant et Miséricordieux, qui nous a donné la force et la patience nécessaires pour mener à bien ce travail.

Nos chers Parents, aucun mot ne peut décrire la profondeur des émotions que nous éprouverons envers vous.

Nous adressons nos sincères remerciements à notre encadreur universitaire, le Dr. BLOUL Benattia, pour son orientation, sa confiance et sa patience. Son apport considérable a été essentiel pour mener ce travail à bien.

Nous tenons à exprimer nos sincères gratitudees à notre encadreur Chef mécanicien BENSABA Djamel

de nous avoir permis à réaliser ce travail au niveau de chantier 33.

Enfin, nous adressons nos sincères remerciements à nos familles respectives et à nos amis pour leur soutien. Nous profitons également de cette occasion pour remercier toutes les personnes qui ont, de près ou de loin, contribué à la réalisation de ce mémoire.

Résumé

Le calcul des arbres est très important, soit au niveau de conception ou au niveau de vérification. Les éléments de transmission (poulies, engrenages, volants, ...) sont fixés sur les Arbres, ce qui provoque des sollicitations complexes (traction, torsion, flexion, ...) dans ce dernier. Pour cela le calcul du diamètre de l'arbre est très important pour supporter ces types de sollicitations, ainsi que l'emplacement des éléments de transmission doit être bien déterminé. Le travail qu'on a effectué dans ce mémoire est basé sur le dimensionnement et la vérification de la sécurité de l'arbre de la boîte de vitesses du treuil OIL WELL 840-E à l'aide de Matlab et SolidWorks.

Mots clés : Appareil de forage, Treuil, boîte de vitesses, Arbre de sortie, Forage.

ABSTRACT

The calculation of the axles of transmission is very important, either at the design level or at the verification level. Where the transmission elements (pulleys, gears, etc.) are installed on the axles, which cause complex stresses (traction, torsion, bending, etc.) in the shaft. For this reason, the calculation of the diameter of the shaft is very important to withstand these types of pressures, as well as the location of the transmission elements must be determined. Good The work we did in this thesis is based on checking the size and safety of the gearbox shaft of a winch 840-E Using SolidWorks and Matlab.

Keywords: Drilling rig, Winch, gearbox, Output shaft, Drilling.

ملخص

إن حساب محاور نقل الحركة مهم جداً، إما على مستوى التصميم أو على مستوى التحقق. حيث يتم تثبيت عناصر النقل (البكرات، التروس، إلخ) على المحاور، والتي تسبب ضغوط معقدة (جر، التواء، الانحناء، إلخ) في العمود. لهذا السبب، فإن حساب قطر العمود مهم جداً لتحمل هذه الأنواع من الضغوط، وكذلك يجب تحديد موقع عناصر النقل جيد يعتمد العمل الذي قمنا به في هذه المذكرة على التحقق من الحجم والسلامة لعمود علبة التروس لرافعة

OIL WELL 840E باستخدام SolidWorks و Matlab

الكلمات المفتاحية: جهاز الحفر، الونش، علبة المسننات، عمود الإخراج، الحفر.

SOMMAIRE

| | |
|-----------------------------|---|
| Introduction générale | 2 |
|-----------------------------|---|

CHAPITRE I

Généralités sur le Treuil de forage OIL WELL 840E

| | |
|--|----|
| Introduction | 4 |
| 1.Présentation de l'entreprise de stage | 4 |
| 1.1 Présentation générale | 4 |
| 1.2 Historique de l'entreprise ENAFOR | 5 |
| 2. Informations générales sur l'appareil de forage | 6 |
| 2.1 Rôle du Forage dans l'exploitation pétrolière | 6 |
| 2.2 Procédés de forage | 6 |
| 2.3 Présentation générale des équipements de forage rotary | 6 |
| 2.3.1 Classification des appareils de forage rotary | 6 |
| 3. Fonctions d'un appareil de forage | 7 |
| • Fonction de rotation | 9 |
| • Fonction pompage | 9 |
| 4. Treuil de forage OILWELL 840-E | 10 |
| 4.1 Ensembles Du Treuil OIL WELL 840-E | 10 |
| 4.2 Détail sur l'ensemble du treuil de forage | 11 |
| 4.2.1 Châssis Du Treuil | 11 |
| 4.2.2 Tambour | 11 |
| 4.2.3 Système de freinage | 11 |
| 4.2.3.1 Frein principal (à bandes de friction) | 11 |
| 4.2.3.2 Frein auxiliaire (Frein électromagnétique) | 12 |
| 4.2.3 Système de refroidissement | 13 |
| 4.2.4 Boite de vitesse (Système de transmission de mouvement) | 13 |
| 4.2.4.1 Les arbres | 13 |
| 4.2.4.2 Les chaînes | 15 |
| 4.2.5 Cabestan et tambour de curage | 16 |
| 5. Etude et conception du boite de vitesse de treuil de forage | 16 |
| 5.1 Introduction | 16 |
| 5.2 Mettre en place le treuil OILWELL 840-E | 17 |
| 5.3 Spécifications techniques | 17 |

| | |
|--|----|
| 5.3.1 Nomenclature du treuil OILWELL 840-E: | 17 |
| 5.4 Analyse technique de la boite de vitesses du treuil de forage 840-E..... | 18 |
| 5.4.1 Arbres | 19 |
| 5.4.2 Chaines de transmission | 19 |
| 5.4.3 Chaîne ASA | 19 |
| 5.3.4 Alignement des pignons | 20 |
| 5.3.5 Roulements..... | 21 |
| 6. Schéma cinématique ensemble de Treuil : | 22 |
| 7. Fonctionnement du treuil 840-E | 23 |
| 7.1 La procédure de sélection de vitesses du treuil 840-E | 23 |
| 7.2 Installation du treuil OILWELL 840-E | 24 |
| 8. Exploitation du treuil | 24 |
| 8. Exploitation du treuil | 24 |

CHAPITRE II

Calcul des paramètres de l'arbre de sortie de boite de vitesses d'un treuil de forage

| | |
|---|----|
| 1. Introduction sur MATLAB | 27 |
| 1.1 Définition..... | 27 |
| 1.2 Utilisation de MATLAB | 27 |
| 2 Calcul de l'arbre de sortie | 29 |
| 2.1 Calcul la puissance de l'arbre de sortie N_s | 29 |
| 2.2 Calcul de vitesse de rotation de l'arbre de sortie : | 29 |
| 2.3 Calcul de couple de l'arbre de sortie | 31 |
| 2.4 Calcul de traction | 31 |
| 2.4.1 Calcul de traction de la chaine dans la transmission : (HI Mode) | 31 |
| 2.4.2 Calcul de traction de la chaine dans la transmission : (LOW Mode) | 33 |
| 2.5 Calcul à la résistance | 34 |
| Conclusion..... | 38 |

CHAPITRE III

Étude et analyse sous SolidWorks pour l'arbre de sortie de boite de vitesses de treuil de forage

| | |
|--------------------------------------|-------------------------------------|
| •Introduction à SolidWorks | 40 |
| 1 Récapitulation de SolidWorks | Error! Bookmark not defined. |
| 1.1 Interface utilisateur | 40 |

| | |
|--|----|
| 1.2 Modélisation 3D..... | 40 |
| 1.3 Assemblage | 40 |
| 1.4 Simulation | 41 |
| 1.5 Génération de dessins | 41 |
| 1.6 Gestion des données | 41 |
| 1.7 Intégration avec d'autres outils..... | 41 |
| 1.8 Avantages de SolidWorks | 41 |
| 2 SolidWorks simulation | 42 |
| 2.1 Principe de l'analyse de L arbre de sortie de boite de vitesse de treuil 840E par solidworks..... | 42 |
| 3. Description Générale de la méthode des éléments finis | 42 |
| 4 .Principes de base de l'analyse par SolidWorks | 44 |
| 5 .Etude de simulation..... | 46 |
| 6 .Type de maillage basé sur les éléments géométriques | 46 |
| 6.1 Etapes d'analyse..... | 46 |
| 6.2 Propriétés du matériau | 47 |
| 6.3 Les déplacements et les chargements imposés | 47 |
| 6.4 Connecteurs..... | 48 |
| 6.6 Maillage | 48 |
| 7.1 Dessin d'ensemble de l'arbre de sortie..... | 48 |
| 7.2 Dessin d'ensemble en 2D l'arbre de sortie..... | 49 |
| 8 Démarche de l'analyse statique sur l'arbre de sortie | 50 |
| 8.1 Les étapes suivre dans cette étude statique sont les suivantes | 50 |
| 8.2 Hypothèses | 50 |
| 8.3 Choisir le matériau..... | 50 |
| 9. Application la simulation Par SolidWorks | 50 |
| 9.1 Informations sur le modèle..... | 50 |
| 9.2 Propriétés de l'étude..... | 51 |
| 9.3 Unités..... | 52 |
| 9.4 Actions extérieures..... | 52 |
| 9.5 Chargement | 52 |
| 10. Le maillage..... | 53 |
| 10.1 Informations sur le maillage..... | 53 |

| | |
|--|----|
| 10.2 Informations sur le maillage – Détails..... | 53 |
| 11. Résultats de l'étude | 54 |
| 11.1 Les contraintes représentées sont les contraintes qui valent de Vonmises..... | 54 |
| 11.2 Déplacement résultant | 55 |
| 11.3 Déformation équivalente | 55 |
| 12 Interprétation des résultats | 56 |
| Conclusion..... | 57 |
| Conclusion Générale..... | 59 |
| Références | 60 |
| ANNEXES | 61 |

Liste des figures

Figure 1.1 Mouflage

Figure 1.2 Treuil (DRAW WORKS)

Figure 1.3 Fonction Pompage

Figure 1.4 Treuil de forage

Figure 1.5 Frein à bandes de friction

Figure 1.6 Frein électromagnétique

Figure 1.7 L'arbre d'entrée

Figure 1.8 L'arbre de sortie

Figure 1.9 Chaînes

Figure 1.10 Montage « X » des roulements K

Figure 1.11 Schéma cinématique de treuil 840-E

Figure 2.1 Fenêtre principale du GUIDE et les Prophétie d'inspection

Figure 2.2 Schéma de calcul de l'arbre d'entrée

Figure 2.3 Diagramme des efforts tranchants de l'arbre de sortie

Figure 2.4 Diagramme des moments fléchissant de l'arbre de sortie

Figure 3.1 Principales étapes pour une analyse par la Méthode des Eléments Finis

Figure 3.2 Maillage d'une pièce

Figure 3.3 Dessin d'assemblage de l'arbre de sortie

Figure 3.4 Dessin 2D de l'arbre de sortie

Figure 3.5 Dessin éclaté de l'arbre de sortie

Figure 3.6 Arbre de sortie

Figure 3.7 Fixation de l'arbre de sortie

Figure 3.8 chargements sur l'arbre de sortie

Figure 3.9 Résultat de maillage d'arbre de sortie

Figure 3.10 Contraintes agissant sur l'arbre de sortie

Figure 3.11 Déplacement URES sur l'arbre de sortie

Figure 3.12 Déformation sur l'arbre de sortie

Liste des Tableaux

Tableau 1.1:Nomenclature de plan de masse ENAFOR 33

Tableau 1.2 Caractéristiques techniques du treuil 840-E

Tableau 1.3 Gamme de vitesses

Tableau 1.4 Caractéristiques des chaines

Tableau 3.1 Etapes requises pour effectuer une analyse varient en fonction du type d'étude

Tableau3.2 Propriétés de l'étude

Tableau 3.3 : Système d'unités

Tableau 3.4 Informations sur le maillage

Introduction générale

Introduction générale

Le treuil de forage pétrolier est un équipement clé dans les opérations de forage. Utilisé principalement pour manipuler les tiges de forage et autres outils lourds, il est indispensable pour l'installation, le retrait et la maintenance des équipements de forage. Conçu pour fonctionner dans des environnements extrêmes, il assure la sécurité et l'efficacité des opérations de forage pétrolier, facilitant l'accès aux ressources souterraines.

Au cours de notre stage pratique au sein de l'Entreprise Nationale Algérienne du Forage (ENAFOR), nous avons passé en revue les fiches historiques de maintenance du treuil "Oil well 840-E". Ces fiches documentent le nombre de défaillances de chaque élément du treuil, permettant d'identifier les composants les plus problématiques. En remarquant que les arbres de boîte de vitesses (partie de réducteur de vitesse) et l'arbre de tambour sont les éléments les plus sujets aux pannes, indiquant leur criticité élevée.

L'arbre est une pièce rotative ou fixe, de section circulaire, qui supporte des éléments permettant la transmission d'un mouvement ou une puissance d'une partie de la machine à une autre partie.

Suivant le rôle qui lui est dévolu, l'arbre est soumis à des contraintes de flexion, à des contraintes de torsion, ou à un chargement complexe de torsion, de flexion et de charge axiale.

Notre contribution dans ce travail est de réaliser une conception et un calcul de l'arbre de sortie d'un treuil de forage type 840-E, et cela par l'application des méthodes basées sur des critères de résistances avec les outils informatiques Matlab et SolidWorks.

Ce mémoire est divisé en trois chapitres :

Le premier chapitre se rapporte à une description générale de l'appareil de forage en particulière treuil OILWELL 840-E.

Le deuxième chapitre on aborde un calcul de l'arbre de sortie par Matlab.

Le troisième chapitre se rapporte à l'analyse et simulation sous SolidWorks de l'arbre de sortie de boîte de vitesses de treuil de forage.

Chapitre 01

Généralités sur le treuil OILWELL 840-E

Chapitre 01

Généralités sur le treuil OILWELL 840-E

• Introduction

La mécanique utilisée dans le treuil est connue depuis des milliers d'années et a été d'abord utilisée par les Chinois. Le premier treuil consistait en un simple tambour horizontal, ou un arbre, autour du quelle une corde été enroulée. L'axe été supporté de chaque côté par une chaîne et le tambour était installé à la verticale de la pièce à soulever.

Ce treuil simpliste était manœuvré à la main et utilisé pour le levage de matériels ou de personne dans les mines ou dans les puits forés à pied d'œuvre. Alors qu'un homme extrayait le matériau, un autre homme en surface les montait avec un réducteur ou avec un seau à l'aide d'une manivelle fixée des extrémités du tambour ou de l'arbre, autour duquel s'enroulait la corde, pour les charges plus lourdes, deux hommes et deux manivelles étaient nécessaires.

Des instruments de ce genre sont encore utilisés dans les contrées reculées des états unis et sont très largement en usage. Dans certains pays primitifs étrangers, ces treuils n'ont généralement qu'un simple brun reliant la source motrice à la charge à soulever et sont de capacité très réduite. Ce type de treuil fut adapté sur les bateaux qui en furent de grands utilisateurs.

Quand la vapeur a commencé à monter en puissance, de petits moteurs à vapeur ont remplacé la puissance humaine en utilisant des pignons et des chaînes. Ou de roues d'entées et d'engrenage ces engins devinrent des treuils à vapeur et furent installés sur les cargos pour la manutention des charges. Avec l'usage d'un mat pivotant en dehors du pont, le chargement de cargaisons fut considérablement amélioré.

Les treuils de chargement furent perfectionnés pour manœuvrer des charges plus lourdes. Des brins supplémentaires furent installés et d'autres poulies furent ajoutées ou sommet de mât. Pour faire descendre le moule à vide, on y ajouta un lourd crochet ballasté.

A la fin XVIIIe siècles et au début du XIX^e, on découvrait du pétrole en quantité et les premiers treuils vinrent des mines, des scieries et de la marine. Il faut nécessaire de procéder à de nombreuses modifications pour les rendre aptes aux opérations pétrolières. Le treuil d'origine fut converti en une unité constituée, utilisant le même principe avec des modifications radicales en dépit de nombreux perfectionnements destinée à augmenter les performances et le rendement, les principes de bases restent les mêmes après plusieurs milliers d'années.

1. Présentation de l'entreprise de stage

1.1 Présentation générale

- **Nom Complet** : Entreprise Nationale de Forage (ENAFOR)
- **Secteur d'Activité** : Forage pétrolier et gazier
- **Type** : Société nationale
- **Siege Social** : Hassi Messaoud, Algérie
- **Filiale de** : Sonatrach, la compagnie nationale des hydrocarbures en Algérie

1.2 Historique de l'entreprise ENAFOR

Issue de la restructuration de Sonagraphe, l'entreprise ENAFOR a été créée par décret N° 81-170 en date du 1er août 1981 et mise en place le 1er janvier 1982 par l'arrêté interministériel du 31 décembre 1981 portant date d'effet de substitution de l'Entreprise ENAFOR à Sonagraphe dans une partie de ses compétences en matière de forage.

A ce titre, ENAFOR a repris l'ensemble des moyens humains, matériels et infrastructures de la société Alor (filiale de Sonagraphe), ainsi que les appareils de forage Sonagraphe confiés à Alor dans le cadre d'un contrat d'assistance et de gestion.

Sonagraphe, dès mars 1998 est entré dans le capital social d'ENAFOR à raison de 51 %.

La part de l'Entreprise dans le marché national du forage représente environ 40%.

Conformément à ses statuts, l'entreprise ENAFOR est chargée de réaliser pour le compte des opérateurs Nationaux et étrangers, des opérations de forage aux fins de reconnaissance et d'exploitation de gisements d'hydrocarbures et de nappes d'eau, ainsi que les opérations d'entretien de puits producteurs d'huile et de gaz.

Son activité s'étend aussi bien à l'intérieur qu'à l'extérieur du pays.

ENAFOR est en mesure de réaliser des forages pouvant atteindre des profondeurs de 6000 m. L'entreprise possède également des infrastructures opérationnelles ainsi qu'une flotte de véhicules spéciaux adaptés aux conditions rigoureuses du désert.

Pour faire face à la turne over, l'Entreprise développe, en plus de l'apport de l'institut national des hydrocarbures et de l'institut algérien du pétrole, des formations spécifiques dans les spécialités forage, électricité et mécanique de sonde.

Grâce à un personnel hautement qualifié et à des ateliers spécialisés, l'Entreprise assure par ses moyens propres la maintenance des installations de forage, de la flotte de transport et des structures d'accompagnement.

| | |
|--|---|
| 1-Treuil de forage | 12-Treuil à air |
| 2-Table de rotation (rotary table) | 13-Rack tige (stockage tiges pour tour post) |
| 3-Puits-la tête de puits (BOP) | 14-Bak de remplissage de boue |
| 4-Accumulateur de Pression (koomy) | 15-Tamis vibrant (pour séparer formation Broyée de la boue de forage) |
| 5-Pompe à boue | 16-Tamis vibrants (shake shakers) |
| 6-KatWorks | 17-Mixeurs |
| 7-Groupe électrogène (Caterpillar) | 18-Pompe centrifugeuses (eau) |
| 8-Bac à boue | 19-magasin (stockage matériel forage) |
| 9-Centrale électrique | 20- Magasin (stockage matériel mécanique + électrique) |
| 10-Bacs à eau | 21-Atelier mécanique |
| 11-Gerbier stockage tiges + masse tige | 22-Citernes de stockage gasoil (pour moteurs) |

Tableau 4.1: Nomenclature de plan de masse ENAFOR33

2. Informations générales sur l'appareil de forage

2.1 Rôle du Forage dans l'exploitation pétrolière

Le forage occupe une place centrale dans l'exploitation pétrolière. Ce rôle est d'autant plus crucial que le forage est indispensable à toute prospection. L'opération la plus onéreuse.

Les travaux forage de puits de pétrole et de gaz sont les plus difficiles dans l'industrie pétrolière et exigent beaucoup de main d'œuvre, différents matériaux et nécessitent un grand investissement.

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 forage augmente toujours si l'on peut admettre que les gisements faciles sont maintenant reconnus on peut aussi avancer en recherchant qu'il reste encore beaucoup de 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.

Le forage est le seul moyen de prouver la présence ou l'absence des hydrocarbures dans une structure donnée.

L'effort de recherche et d'exploitation coûte très cher. Le forage constitue la phase la plus coûteuse absorbant 60% des dépenses totales dans l'exploration et l'exploitation des hydrocarbures.

2.2 Procédés de forage

Il existe deux procédés de forage :

- Le forage par percussion (battage).
- Le forage par rotation.

Dans chacun de ces procédés, l'opération peut se faire à sec ou avec injection d'eau ou de boue.

• Le forage rotary

C'est le procédé le plus utilisé de nos jours dans la recherche du pétrole, car il permet d'obtenir les meilleures vitesses d'avancement et surtout, d'atteindre des profondeurs extrêmement élevées (le record actuel est de l'ordre de 7000 mètres).

• Le forage au battage

Actuellement ce procédé de forage trouve quelques rares applications dans le cas de sondages à faibles profondeurs dans de couche à très faibles pressions.

2.3Présentation générale des équipements de forage rotary

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.

2.3.1 Classification des appareils de forage rotary

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 des appareils de forage :

- La capacité ou profondeur de forage maximale (profondeur maximale forée avec des tiges 4" 1/2).
- La puissance du treuil.

La règle du pouce anglo-saxonne suivante donne d'une manière pragmatique : pour 110 pieds de forage, il faut 10 HP de puissance au treuil d'où :

- Appareil léger 4921' à 6 561' (1 500 à 2 000 m), 650 HP
- Appareil moyen 11 482' (3 500 m), 1 300 HP
- Appareil lourd 19 685' (6 000 m), 2 000 HP
- Appareil super lourd 26 685' à 32 805' (8 000 à 10 000 m), 3000HP

3. Fonctions d'un appareil de forage

Les installations de forage employées pour le forage rotary des puits profonds représentent un ensemble de différentes machines, mécanismes et bâtiments. Au cours de forage rotary d'un puits profond, à l'aide d'une installation de forage, on réalise les opérations suivantes :

- Descente de la colonne de tige de forage dans le puits.
- Rotation d'un outil de forage.
- Injection du liquide de forage dans le puits afin de remonter les déblais de terrain découpés, refroidir le trépan et consolider les parois du puits.
- Rallongement de la colonne de tiges de forage par la mesure de l'augmentation de la profondeur du puits.
- Montée de la colonne des tiges pour remplacer un outil de forage usé.
- Evacuation de déblais du terrain par le liquide de forage et préparation d'un nouveau liquide.
- Descente des colonnes de tubage.

L'ensemble de tous ces équipements qui travaillent au-dessus de la surface permettent d'assurer trois fonctions principales :

- **Fonction de levage**

Pour soulever la garniture de forage (ensemble tiges - tiges lourdes – masse tiges), il faut utiliser une grue de grande capacité, car la garniture de forage peut atteindre un poids supérieur à 150 tonnes ou plus. Cette grue est constituée :

- D'un mât,
- D'un treuil,
- D'un palan comprenant les moufles fixe et mobile et le câble.

a) Mât de forage

C'est le « trépied » qui supporte le palan. Il a remplacé la tour pour la rapidité de son montage et démontage. A son sommet est placé le moufle fixe. Une passerelle d'accrochage est placée à son milieu ; elle sert de lieu de travail pour l'accrocheur, qui accroche ou décroche les « longueurs » de tiges lors de la remontée ou la descente de l'outil dans le puits. Une autre passerelle de hauteur ajustable, placée plus bas, sert à guider le tubage pour le visser et le descendre dans le puits. Un plancher de travail est aménagé aux pieds du mât. Il sert d'aire de travail pour l'équipe. Une cabine [dog house] est aménagée sur ce plancher pour permettre

aux ouvriers de se reposer. Le plancher est surélevé de quelques mètres au-dessus du sol, pour permettre l'introduction des éléments de la tête de puits et des obturateurs.

Les toutes repose sur une substructure robuste, formée de caissons en treillis de fer soudés. Un plan incliné est conçu pour faire remonter les tiges sur le plancher pour les descendre dans le puits. L'ensemble est posé sur une plate-forme en béton armé, préalablement aménagée sur le sol.

b) Mouflage

Le mouflage est l'enroulement du câble de forage entre les poulies des moufles fixe et mobile en plusieurs brins (jusqu'à 14 brins). Le mouflage permet de démultiplier le poids de la garniture de forage et diminuer la vitesse de son déplacement. En négligeant les frottements, la charge au crochet est divisée par le nombre de brin.

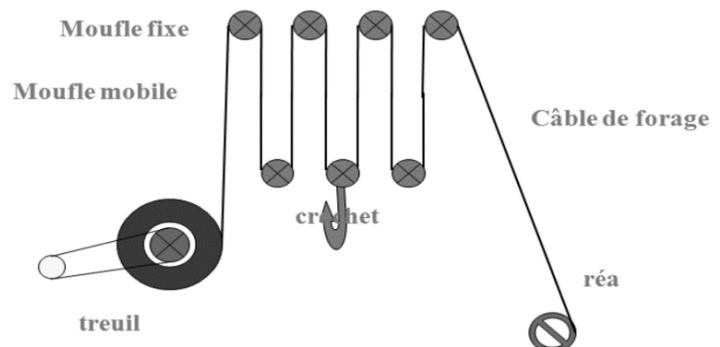


Figure 5.1 Le mouflage

c) Treuil [Draw Works]

Le treuil de forage est l'organe principal de la sonde ; par sa capacité il caractérise le rig (sonde de forage) en indiquant la profondeur de forage que peut atteindre l'appareil de forage.

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 visages et dévisages du train de sonde ainsi que les opérations de curage.



Figure 1.2 Treuil (DRAW WORKS)

• Fonction de rotation

La table de rotation entraîne les tiges de forage on surface et provoque la rotation de l'outil en fond de puits. Cette fonction peut être remplacée par une tête d'injection rotative.

Caractéristiques De La Table De Rotation :

- Les Tables de Rotation tournent à des vitesses 40 à 500 tr/min.
- La Table de Rotation ne consomme pas beaucoup de puissance.
- Elles sont caractérisées par le diamètre de passage : 27''1/2 ; 20''1/2 ; 17''1/2 et 12''1/2.
- La capacité de la table est définie par la capacité de la butée principale.
- La puissance de la table sera ; $P_u = (L/30 + 10) N/100 Pd/D$
L ; Profondeur de puits (m).
N ; Vitesse de rotation (Tr/min). Pd ; Poids sur l'outil (tonnes).
D ; Diamètre du puits (pouces). Pu ; Puissance de la table (chevaux).

Sur cette table est placé un carré d'entraînement, qui comporte des rouleaux épousant la forme de la tige d'entraînement. Ce carré est entraîné par la table de rotation par l'intermédiaire d'une fourrure d'entraînement. Il permet de transmettre le mouvement de rotation de la table à la tige d'entraînement, ainsi que sa translation sans risquer de se frotter sur les côtés et de s'user. Cette table de rotation peut aussi supporter le train de sonde grâce aux coins de retenue lorsqu'on ajoute une tige au cours de la manœuvre.

• Fonction pompage

La fonction pompage assure l'acheminement du fluide de forage depuis l'aspiration de la pompe jusqu'au retour aux bassins. La boue est fabriquée dans des bassins de grande capacité. Elle est ensuite aspirée par des pompes et refoulée dans les tiges creuses. Elle descend le long de la garniture de forage, sort par les orifices de l'outil, remonte dans l'espace annulaire entre la garniture de forage et le puits jusqu'en surface. Là, elle est recueillie dans un tube vertical (tube fontaine), puis acheminée par un horizontal (goulotte) vers des tamis vibrants, pour être débarrassée des déblais, avant d'être réinjectée dans le puits.

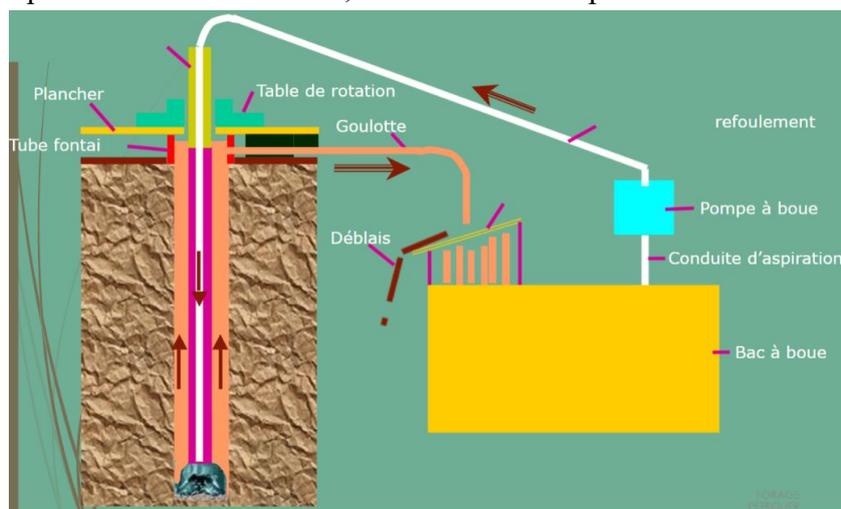


Figure 1.3 Fonction Pompage

4. Treuil de forage OILWELL 840-E

Le treuil de forage est l'organe principal de la sonde ; par sa capacité il caractérise le rig (sonde de forage) en indiquant la profondeur de forage que peut atteindre l'appareil de forage. 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 visages et dévisages du train de sonde ainsi que les opérations de curage.



Figure 1.4 Treuil de forage

4.1 Ensembles Du Treuil OIL WELL 840-E

Le treuil OilWell840-E est constitué de plusieurs ensembles :

- Le châssis.
- Le tambour et l'arbre du tambour.
- Système de freinage :
 - Frein principal.
 - Frein auxiliaire.
- Système de refroidissement.
- Boite de vitesse (Système de transmission de mouvement).
- Les embrayages.
- Cabestan et tambour de curage.
- Circuit pneumatique.
- Système de refroidissement.

- Système de lubrification.

4.2 Détail sur l'ensemble du treuil de forage

4.2.1 Châssis Du Treuil

Le châssis du treuil est composé d'un châssis-ski et d'une carcasse. Le châssis-ski du treuil 840-E est une conception avancée et équilibrée de structures soudées, sous forme de poutrelles parallèles aux arbres. La carcasse est fabriquée en tôles d'acier lourd, avec une épaisseur réduite qui a pour conséquence une disposition efficace et appropriée du poids. Les tôles de la carcasse sont disposées perpendiculairement aux arbres. Pour assurer un alignement parfait des centres d'axes, la carcasse doit être extrêmement rigide et l'usinage des logements d'arbres se fait après le soudage de la structure. La solidité dans la construction, qui n'est pas facile à réaliser, est nécessaire, car le treuil est soumis à des grands efforts pendant le forage et en cours de déménagement. Le châssis dispose également d'une aire de travail et est accessible pour les travaux de réparation et de contrôle.

4.2.2 Tambour

Le tambour du treuil de forage 840-E représente une virole ronde de 28x52" (diamètre x longueur) avec deux poulies de frein 50 x 10" (diamètre x largeur) fabriquées en acier E36 par moulage. Le tambour est réalisé en pièces coulées d'un seul bloc avec des cannelures pouvant recevoir un câble de diamètre 13/8. Une telle construction permet d'obtenir un tambour léger, rigide et solide. Le tambour et les poulies sont munis de nervures afin de les rendre plus rigides. Les poulies de frein portent des chambres cylindriques où circule de l'eau servant à l'évacuation de la chaleur dégagée lors de freinage. Les gorges du tambour sont non spirales, parallèles les unes aux autres. Le passage d'une gorge à une gorge voisine s'effectue en forme de gradins avec un pas égal à la moitié du pas de l'enroulement des câbles. L'enroulement réalisé de cette façon rend la pose du câble plus compacte et interdit l'enfoncement du câble dans les couches inférieures pendant les opérations de descente et améliore le contact des couches séparées du câble, ce qui augmente la durée de service de ce dernier. Le dispositif de fixation du câble au tambour se fait du côté du rebord (coté grande vitesse) sous forme d'une plaque serrée par des boulons. Le nombre de couches de câble enroulées sur le tambour doit être le plus réduit possible. Il ne dépassera pas trois couches et l'angle de déflexion ne doit pas dépasser 1,3°. Le tambour du treuil est monté avec serrage et claveté sur son l'arbre.

4.2.3 Système de freinage

Le treuil 840-E est équipé d'un frein mécanique à bandes (frein principal) et d'un frein auxiliaire électromagnétique installé au bout de l'arbre tambour. Le frein auxiliaire absorbe la plus grande partie de l'énergie descente du train de sonde ou d'une colonne du tubage quant au frein mécanique à friction qui sert uniquement pour arrêter complètement le mouvement du train de sonde ou de la colonne de tubage.

4.2.3.1 Frein principal (à bandes de friction)

Il est constitué de deux bandes métalliques de forme circulaire d'une largeur de 10'' et une longueur 146'' chacune. Ces bandes sont reliées par une barre d'équilibrage qui répartit également la force de freinage entre les deux bandes et réduit ainsi l'usure des patins. Chaque

bande enveloppe une jante solidaire au tambour avec un angle d'embrassement 300°. La surface de ces jantes est cémentée, afin d'être plus résistante à l'usure, un refroidissement des jantes par circulation d'eau intérieure maintient une température normale. Chaque bande de frein est équipée de 11 garnitures de dimensions 10''x12''x 2'' fabriqué en tissu en fibre pressé d'un coefficient de frottement $f=0,5$ chaque patin est fixé sur la bande par 6 boulons en bronze. Les garnitures du côté fixe de la bande sont soumises à une pression beaucoup plus grande (environs 7 bars) que pour les suivantes, il en résulte que cette partie s'use plus vite que le reste de la bande. Il présente également un système de réglage et de blocage destiné à resserrer ou relâcher les bandes de frein. La partie arrière ou inférieure des bandes reliées au levier de frein par l'intermédiaire de cames montées sur un arbre. Ceci est calculé de telle sorte qu'un poids de 70 kgf sur le levier de longueur 1,30 m entraîne une force de 900 kgf sur les bandes de freins provoquant ainsi une compression progressive sur les 300° de circonférence des jantes et de frein, et par suite l'arrêt de la rotation du tambour. Le déplacement de la partie mobile de la bande est de l'ordre de quelques centimètres. Il est très important que les bandes soient réglées de manière à présenter en position relâchée un jeu suffisant entre la jante et la garniture pour éviter le frottement.

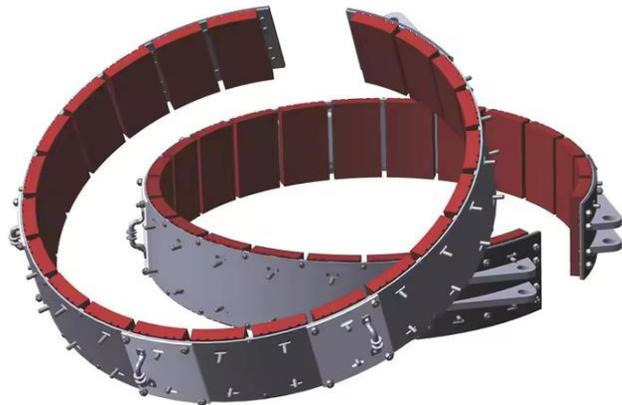


Figure 1.5 Frein à bandes de friction

4.2.3.2 Frein auxiliaire (Frein électromagnétique)

Frein auxiliaire : Le treuil OILWELL 840-E est équipé du frein auxiliaire électromagnétique. Ce frein est relié à l'arbre principal par un embrayage doté d'un système de roue libre. Le courant alternatif de la sonde alimente à travers un redresseur (pour le transformer en courant continu) et un rhéostat placé sur le tableau du maître sondeur pour faire varier et contrôler l'intensité du courant des bobines du frein. Ces bobines deviennent des aimants et créent un champ magnétique. Un arbre traverse en tournant ce champ, ce qui crée des courants de Foucault, qui développent des lignes de force qui attirent le rotor pour le forcer à ralentir

progressivement jusqu'à faciliter le freinage avec le frein à bande. La force de freinage varie proportionnellement avec l'intensité du courant.

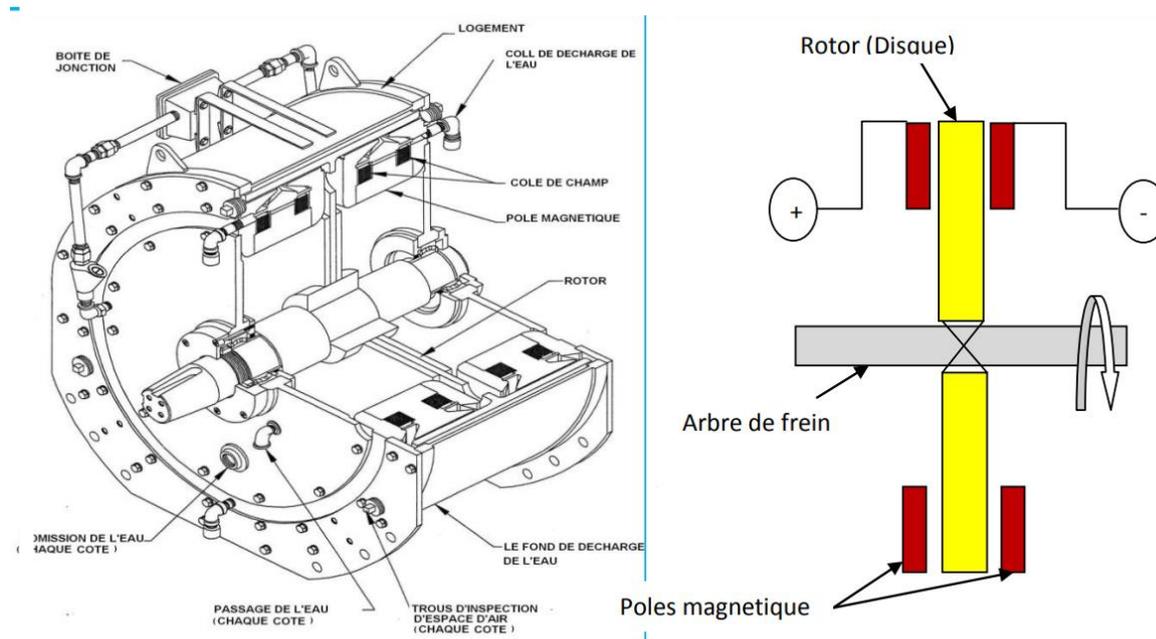


Figure 1.6 Frein électromagnétique

4.2.3 Système de refroidissement

Circuit de lubrification : Pour assurer un rendement maximum de tout équipement mécanique, il est nécessaire d'avoir une bonne lubrification avec des huiles et des graisses propres. Un système simple de vaporisateur d'huile est fourni pour la lubrification et le refroidissement des chaînes du treuil OIL WELL 840-E ; des gardes sont conçus pour assurer le retour d'huile au puisard et prévenir toute l'huile d'entrer dans les éléments de l'embrayage. Le puisard doit être rempli avec la quantité et la viscosité d'huile nécessaires. La capacité du Puisard d'Huile du Treuil 840-E : 35 U.S. Gal. (133 L) Le treuil est équipé de deux pompes à huile de lubrification, une en service et l'autre de secours. Un filtre de suction et un filtre de décharge sont utilisés pour filtrer l'huile. La pompe à huile aspire à travers une crépine et refoule vers le filtre à huile. L'huile filtrée sort sous pression vers la conduite de graissage des deux chaînes du réducteur de vitesse, et une autre conduite de graissage envoie toujours l'huile sous pression vers les deux chaînes entraînant le tambour de manœuvre et enfin vers la petite chaîne entraînant le tambour de curage. Sur le treuil OILWELL 840-E les pulvérisateurs sont installés comme suit : 4 becs lubrifient les chaînes de transmission du tambour de manœuvre. 2 becs lubrifient les chaînes du réducteur de vitesses. 1 bec lubrifie la chaîne de transmission du tambour de curage.

4.2.4 Boite de vitesse (Système de transmission de mouvement)

Le système de transmission du treuil 840-E est constitué de plusieurs organes en mouvement :

4.2.4.1 Les arbres

Les 4 arbres du treuil sont montés sur la structure avec des paliers à roulements à rouleaux :

- **Arbre de sortie**

L'arbre d'entrée (input shaft) relié aux moteurs par une chaîne duale à 3 rangs, tourne avec une vitesse constante 602 tr/min. un frein d'inertie monté à l'extrémité de l'arbre permet d'arrêter la rotation lors du changement de vitesse.



Figure 1.7 Arbre d'entrée

- **L'arbre de sortie**

L'arbre de sortie relié à l'arbre d'entrée avec 2 chaînes à 3 rangs, sa gamme de vitesse : HI 457 tr/min et LOW 285 tr/min

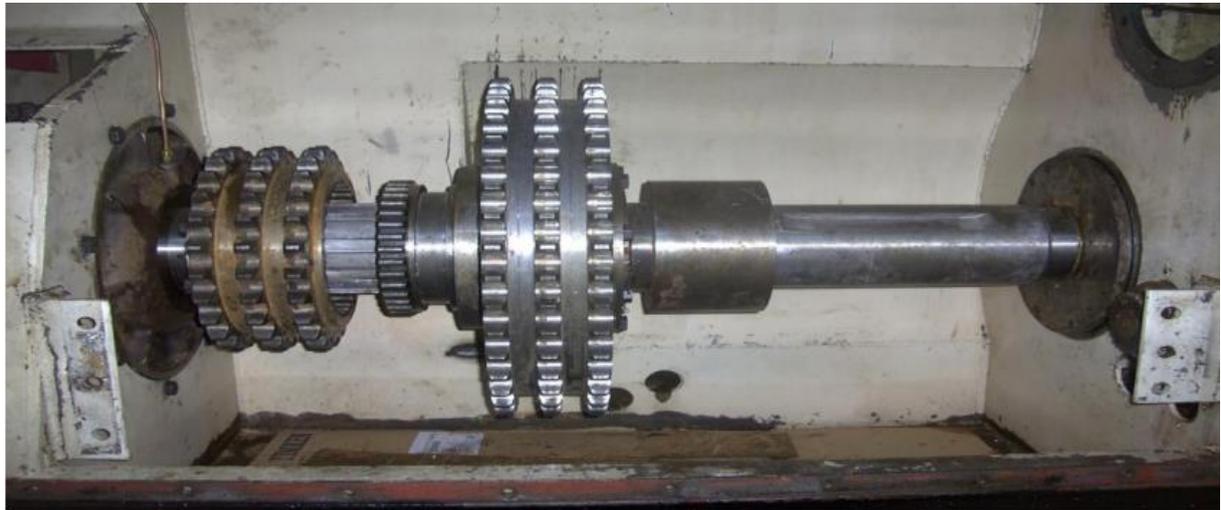


Figure 1.8 Arbre de sortie

L'arbre d'entrée et l'arbre de sortie forme la boîte de vitesse du treuil.

- **L'arbre tambour**
- **L'arbre secondaire**

4.2.4.2 Chaînes

La totalité des transmissions du treuil en général est assurée par des chaînes faites d'après l'énorme de l'Américain STANDARD ASSOCIATION. Les chaînes sont fabriquées avec une grande précision, les flasques des maillons des chaînes renforcées sont plus épaisses que celle de la chaîne standard.

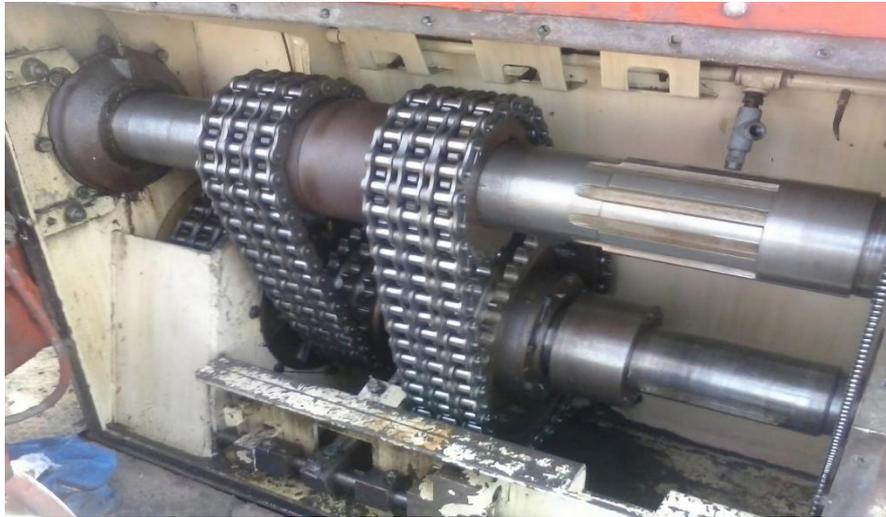


Figure1.9 Chaînes

Dans le treuil 840-E on distingue 3 types d'embrayage : Embrayage pneumatique à sabot, pneumatique à disque et mécanique à clabot.

Les 2 embrayages pneumatiques à sabot (grande vitesse et petit vitesse) sont placés sur les côtés de l'arbre-tambour ils permettent l'accouplement entre l'arbre tambour et la roue dentée pendant la rotation de celle-ci. Ils sont de type « Airflex 38VC1200 » dans ce type d'embrayage l'accouplement est assuré grâce à des patins de friction et une chambre à air annulaire

Des boulons de sécurité sont utilisés dans tous les embrayages de friction pour l'opération de secours.

Les 2 embrayages pneumatiques à disque sont placés sur l'arbre secondaire pour entraîner les poupées de vissage et dévissage des tiges de forage.

Les 2 embrayages pneumatiques à disque (pour l'entraînement de la table de rotation et de tambour de curage) sont du type « Airflex 24CB500 »

Les embrayages mécaniques à clabots ou à denture permettent l'accouplement, seulement lorsque les arbres sont à l'arrêt, à une vitesse très faible ou identique. Ils sont robustes, économiques et ne demandent pratiquement aucun entretien ni protection. On les utilise donc encore dans le treuil 840-E, en particulier dans le réducteur de vitesses et la commande du frein auxiliaire. La tenue en service des embrayages dépend de la correction dans l'alignement, et de la vitesse d'alimentation en air. La pression normale de service est comprise entre 5.5 et 8.5 kg/cm², dans cette gamme de pression la capacité peut être considérée comme directement proportionnelle à la pression d'air.

4.2.5 Cabestan et tambour de curage

▪ Cabestan

Ces accessoires ont deux fonctions le vissage et le dévissage de la garniture de forage à l'aide des clés la manutention des charges sur le plancher. Le treuil OIL WELL 840-E est équipé de deux cabestans à commande pneumatique. Ils sont installés sur un arbre situé dans la partie supérieure du treuil, l'un à gauche pour le dévissage et l'autre à droite pour le vissage. Un cabestan est constitué d'un tambour coulissant et d'une poupée clavetée sur l'arbre. La traction sur la clé de vissage ou de dévissage est assurée par le tambour sur lequel est monté à demeure un câble métallique. La rotation du tambour est obtenue par l'intermédiaire d'un embrayage à air. La vanne de commande doit permettre un embrayage très doux et progressif, ce qui facilite les opérations de vissage, surtout quand elles sont faites à l'aide d'une chaîne. La force de traction d'un cabestan doit permettre d'obtenir largement les couples de serrage nécessaire au blocage et au déblocage de la garniture de forage. Le réglage du cabestan est facile et commode. Quant à la poupée, elle ne sert qu'à effectuer les manœuvres au moyen d'une corde. Celle-ci n'est pas fixée à demeure sur la poupée. On enroule le câble ou la chaîne de quelques tours sur la poupée suivant l'effort à exercer et elle est entraînée quand on tire sur son extrémité libre (extrémité liée à la poupée). Le diamètre des poupées de cabestan est d'environ 305mm.

▪ Tambour de curage

Le tambour de curage de dimensions 59" x 12" 3/4 (longueur x diamètre) est monté sur l'arbre du cabestan (Cathead shaft), c'est-à-dire au-dessus de tambour de manœuvre. Sa conception et sa fabrication sont sensiblement identiques au tambour de manœuvre. Le freinage est assuré par un frein mécanique à bande dont la commande se fait à partir du poste de commande du treuil.

5. Etude et conception de la boîte de vitesse de treuil de forage

5.1 Introduction

La boîte de vitesse intégrée au treuil ou positionnée sur la première section de la transmission, La boîte de vitesse permet, pour une vitesse de rotation donnée des moteurs, d'entraîner les différents arbres du treuil à des vitesses diverses et dans les deux sens, Divers embrayages permettent d'actionner à volonté, ensemble ou séparément, chacun de ces arbres.

Le réducteur de vitesses est généralement constitué de deux arbres sur lesquels des pignons à chaînes fous ou clavetés peuvent être embrayés ou débrayés au moyen d'embrayage à clabots ou à denture. Des dispositifs mécaniques ou pneumatiques empêchent l'embrayage. Simultané de deux vitesses, ce qui risquerait d'endommager gravement La boîte de vitesse. La rotation inverse de l'arbre de sortie est généralement obtenue par un jeu d'engrenages. L'emploi d'accouplements hydrauliques permet de réduire le nombre des vitesses à 2 ou 3. Ceci est vrai surtout pour les treuils of un convertisseur est installé à l'entrée de la boîte de vitesse, elle-même intégrée au treuil. Dans le cas d'un ensemble treuil - transmissions à sections, la boîte est généralement conçue avec un nombre supérieur de vitesses, ce qui permet de faire travailler les convertisseurs dans les meilleures conditions possibles. Dans le cas d'un

réducteur intégré au treuil, les paliers à roulements des arbres sont fixés sur la carcasse du treuil. Dans le cas d'une boîte séparée, la fabrication du carter est analogue à celle du treuil. L'entraînement des différents arbres du treuil à partir de la boîte de vitesses (partie de réducteur de vitesse) fait généralement par chaînes à rouleaux et embrayages pneumatiques. Les vitesses de ces arbres sont toujours inférieures à celles de l'arbre de sortie du réducteur. Un frein d'inertie permet d'arrêter la rotation des arbres du réducteur lors des changements de vitesses. La lubrification est assurée par une pompe à huile entraînée par un arbre de treuil ou de transmission.

5.2 Mise en place le treuil OILWELL 840-E

- Le treuil de levage ne doit être levé et transporté que séparé en ses deux unités. Pour éviter des dommages aux unités, il faut utiliser les chaînes de transport à la longueur minimale de 12 m.
- Il est d'importance que le côté inférieur des traîneaux soit horizontal.
Avant de mettre en place le treuil de levage
- Les traîneaux du treuil de levage OIL WELL 840-E sont appropriés à presque tout type d'installation.
- Il faut prendre note, cependant, que les traîneaux ont une haute résistance au pliage, mais relativement moins de résistance à la torsion. C'est pourquoi, il faut maintenir les arbres, systèmes d'entraînement, etc. ... du treuil de levage en alignement correct,
- La substructure en dessous des traîneaux du treuil de levage doit être plane et adéquate pour supporter le poids et les forces opératrices.
- Toutes les substructures doivent être planes à la tolérance de +/- 1,0 mm pour garantir que tous les points de contact sont chargés également.
- Contrôler la place pour sa planéité. Elle doit être absolument libre de toute boue, débris, huile et graisse.

5.3 Spécifications techniques

5.3.1 Nomenclature du treuil OILWELL 840-E:

- **Caractéristiques générales d'OILWELL :**

Constructeur : OILWELL

8'' → Diamètre de l'arbre d'entrée

4 → Nombre de vitesse Avant

0 → Nombre de vitesse arrière

E → Entraînement électrique

• **Caractéristiques techniques**

| | |
|--|---|
| Puissance développée | 1400 HP (1029kW) |
| Profondeur moyenne du puits | 11000 ft to 16000 ft 3350 m à 4880 m |
| Vitesses du tambour principal | 4 avant |
| Vitesses de la table de rotation | 2 avant |
| | 2 arrière |
| Tambour principal | |
| Ø x longueur | 28" x 52" |
| Ødejante x largeur | 50" x 10" |
| Embrayage pneumatique | |
| petite vitesse du tambour | Airflex 38 VC 12000 |
| Grande vitesse du tambour | Airflex 38 VC 12000 |
| Table de rotation | Airflex 24 CB 500 |
| Tambour de curage | Airflex 24 CB 500 |
| Chaînes | |
| Moteur électrique / treuil | Dual 1 – ½ P-3 |
| Transmission | 2" -3 (pas-rangés) |
| Arbre d'entraînement de la table de rotation (rotary conter shaft) | 2" -2 (pas-rangés) |
| Tambour de curage | 2" -1 (pas-rangés) |
| Dimensions et poids. | |
| Largeur | 15' – 6" 7/16 (4,73 m) |
| Longueur | 22' – 8" (6,9 m) |
| Hauteur | 8' - 4" 7/8 (2,56 m) |
| Poids (sauf frein auxiliaire et moteurs électriques, arbre et tambour de curage) | 45000 l bs. (20,41 tonnes) |

Tableau 1.2 Caractéristiques techniques du treuil 840-E

5.4 Analyse technique de la boîte de vitesses du treuil de forage 840-E

La boîte de vitesse est intégré au treuil et permet la sélection des vitesses dans les deux sens par inversement du courant électrique des moteurs entraînant le treuil.

Elle comporte deux arbres : arbre d'entrée et arbre de sortie.

- L'arbre de sortie comporte trois pignons solidaires clavetés, qui sont montés à chaud, et un frein d'inertie permettant l'immobilisation de cet arbre. Cet arbre repose sur deux roulements à rouleaux sphériques permettant sa rotation facile.
- L'arbre de sortie comporte quatre pignons dont deux extrêmes solidaires avec l'arbre clavetés et sont montés à chaud. Les deux autres pignons centraux sont montés sur des roulements à rouleaux sphériques pour tourner fou en cas de besoin. Entre ces deux pignons fous, il est monté un clabot pour permettre la sélection de la vitesse, si le clabot

est enclenché dans l'un de ces pignons. L'enclenchement du clabot se fait par un vérin pneumatique.

L'arbre de sortie repose sur quatre roulements à rouleaux cylindriques.

Le réducteur de vitesses comporte aussi :

- Deux chaînes de transmission entre l'arbre de sortie et l'arbre du tambour
- Deux pompes à huile
- Des conduites et des becs de pulvérisation d'huile
- Des graisseurs
- Une crépine et un clapet de décharge
- Un dispositif de sécurité

5.4.1 Arbres

Les 4 arbres du treuil sont montés sur la structure avec des paliers à roulements à rouleaux :

L'arbre de sortie relié aux moteurs par une chaîne duale à 3 rangs, tourne avec une vitesse constante 602 tr/min. un frein d'inertie monté à l'extrémité de l'arbre permet d'arrêter la rotation lors du changement de vitesse.

L'arbre de sortie relié à l'arbre de sortie avec 2 chaînes à 3 rangs, sa gamme de vitesse : HI 457 tr/min et LOW 285 tr/min.

L'arbre d'entrée et l'arbre de sortie forme le réducteur de vitesse du treuil.

L'arbre tambour relié au réducteur de vitesse avec 2 chaînes à 3 rangs transmettant un mouvement de rotation de 4 vitesses :

| Vitesse (tr/min) | | Embrayage du tambour | |
|-----------------------------|-----|----------------------|-----|
| | | LOW | HI |
| Clabot de l'arbre de sortie | LOW | 65 | 243 |
| | HI | 105 | 393 |

Tableau 1.3 Gamme de vitesses

L'arbre secondaire relié à l'arbre tambour par une chaîne a 1 seul rang, avec deux vitesses de rotation LO 102, HI 195 tr/min.

5.4.2 Chaînes de transmission

Les chaînes à rouleaux permettent la transmission de fortes puissances sous un faible encombrement avec un rendement excellent. Elles nécessitent cependant une lubrification soignée qui impose une circulation d'huile sous pression dans des carters étanches. Les chaînes à rouleaux peuvent être simples ou multiples. Une chaîne est caractérisée par son pas, qui est la distance qui sépare les axes de deux rouleaux consécutifs.

5.4.3 Chaîne ASA

Chaînes ASA Les chaînes ASA (American Standard Association) ou chaînes standard sont des chaînes à flasques droits. Deux types de maillons se succédant alternativement :

Un maillon intérieur portant deux entretoises cylindriques creuses et deux rouleaux susceptibles de tourner librement sur les entretoises, et un maillon extérieur portant deux axes qui sont rivés sur l'un des flasques, l'autre flasque étant généralement amovible. Ce flasque

enlevé, deux maillons intérieurs peuvent être raccordés par un maillon extérieur en enfilant une des entretoises de chaque maillon intérieur sur un des axes du maillon extérieur. Le flasque amovible est ensuite replacé et les deux axes goupillés.

Cette disposition nécessite un nombre égal de maillons intérieurs et de maillons extérieurs et ne permet d'ajuster la longueur d'une chaîne standard qu'à deux maillons près. Si on désire ajuster la longueur d'une telle chaîne à un maillon près,

il est nécessaire d'introduire dans la chaîne entre un maillon extérieur et un maillon intérieur un maillon spécial, appelé "faux maillon". Ce maillon ressemble à un maillon de chaîne API ; il comprend deux flasques soudés portant du côté où l'écartement des flasques est le plus faible une entretoise et un rouleau, du côté opposé un axe goupillé.

Certaines chaînes standard ont d'origine leurs axes rivés à chaque extrémité. Dans ce cas, un axe goupillé au moins est laissé sur la chaîne pour faciliter son ouverture.

Les chaînes standard peuvent être simples ou multiples et atteindre huit rangées de maillons.

Dans les chaînes multiples tous les maillons intérieurs sont identiques et, dans la même rangée, séparés les uns des autres par des groupes de deux flasques amovibles.

Deux rangées de maillons intérieurs entre lesquels sont placés deux par deux des flasques intermédiaires, sont assemblées par un maillon extérieur dont les axes traversent toute la largeur de la chaîne. L'ensemble est fermé par le flasque amovible extérieur et le goupillage des deux axes.

Le pas des chaînes standard est au maximum de 3".

Ces chaînes sont désignées par un numéro, auquel correspond un pas, égal en huitièmes de pouce au dixième du numéro désignant la chaîne. et rouleau d'autre part. L'huile doit être de faible viscosité (SAE 20 ou SAE 30).

5.3.4 Alignement des pignons

Pour que l'usure d'une chaîne soit minimale, il importe que le pignon moteur et le pignon entraîné soient dans le même plan. En effet, même si les pignons sont parallèles, mais dans des plans différents, il se produira d'une part une usure sur un côté du pignon moteur et sur le côté opposé du pignon entraîné, d'autre part, une fatigue importante de la chaîne.

Il est également important que les arbres sur lesquels sont clavetés les pignons soient parallèles, sinon l'angle fourni par les plans passant par les pignons provoque une usure plus importante d'un côté des pignons et de la chaîne que de l'autre. Enfin, il importe que chaque arbre soit horizontal.

Pour vérifier l'alignement des pignons :

- maintenir une règle droite ou tendre une ficelle le long des flancs des pignons en s'assurant qu'elle s'applique exactement sur eux,
- mesurer les distances entre les extrémités des arbres qui doivent être égales,
- vérifier l'horizontalité des arbres au niveau à bulle.

Il en résulte des pignons spéciaux d'un encombrement supérieur lorsqu' ' on utilise celle – ci

| Arbre menant | Arbre mené | Entraxe | Pas | Pignon | | Roue denté | | L _m |
|--------------|-----------------|---------|----------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| | | | | Z ₁ | D ₁ | Z ₂ | D ₂ | |
| Moteurs | Input shaft | 52,59 | 1'' ½ -3 | 28 | 13,39 | 51 | 24,36 | 110 |
| Input shaft | Output shaft HI | 23,930 | 2'' -3 | 19 | 12,15 | 25 | 15,95 | 46 |
| Input shaft | Output shaft LO | 23,93 | 2'' -3 | 20 | 12,78 | 42 | 26,76 | 56 |
| Output shaft | Drum shaft HI | 41,95 | 2'' -3 | 37 | 23,58 | 43 | 27,39 | 82 |
| Output shaft | Drum shaft LO | 41,95 | 2'' -3 | 19 | 12,15 | 83 | 52,85 | 98 |
| Drum shaft | Rotary C.shaft | 47,96 | 2'' -2 | 43 | 27,39 | 37 | 23,58 | 88 |
| Drum shaft | Cat head shaft | 51,68 | 2'' -1 | 39 | 24,85 | 21 | 13,41 | 82 |

L_m : nombre de maillons de chaîne
Z : nombre des dents des roues dentées

Valeurs en pouce.

Tableau 1.4 Caractéristiques des chaînes

La conception d'une transmission est basée sur la transmission des charges par les chaînes et la vitesse de rotation du pignon.

5.3.5 Roulements

Un roulement doit pouvoir fonctionner pendant un temps déterminé sans exiger une trop grande surveillance. Le choix du type de roulement dépend beaucoup des conditions de fonctionnement qui varient dans chaque cas particulier. Les roulements à billes sont utilisés pour les petits sous-ensembles alors que les roulements à rotule et à rouleaux coniques sont utilisés pour les paliers des différents arbres du treuil et de la transmission. La détermination de la dimension d'un roulement est fonction des charges appliquées, de la vitesse et des conditions de fonctionnement.

5.3.5.1 Types de roulement

Il existe deux types de roulements dans le treuil 840-E :

- Roulement à deux rangées de rouleaux à rotules.
- Roulement un seul rangé de rouleaux à rotules.

5.3.5.2 Montage de roulement :

- **Montage direct ou montage en « X »**

Montage appelée «X» car les perpendiculaires aux chemins de roulement dessin en «X»

Ce type de montage est utilisé:

- Habituellement dans le cas des arbres tournant avec organes de transmission (engrenages...) situés entre les roulements.
- Lorsque l'écart entre les deux roulements est faible.

Le réglage du jeu interne est réalisé sur les bagues extérieures. Les dilatations de l'arbre ayant tendance à charger un peu plus les roulements, cela diminue le jeu interne.

- **Montage direct ou montage en « O »**

Montage appelé en «O» car les perpendiculaires aux chemins de roulement dessin en «O»

Ce type de montage est utilisé:

- Habituellement dans le cas des alésages tournants avec organes de transmission (engrenages, ...) situés entre les roulements.

Remarque :

Pour les roulements de l'arbre d'entrée on utilise le montage X (type KB).

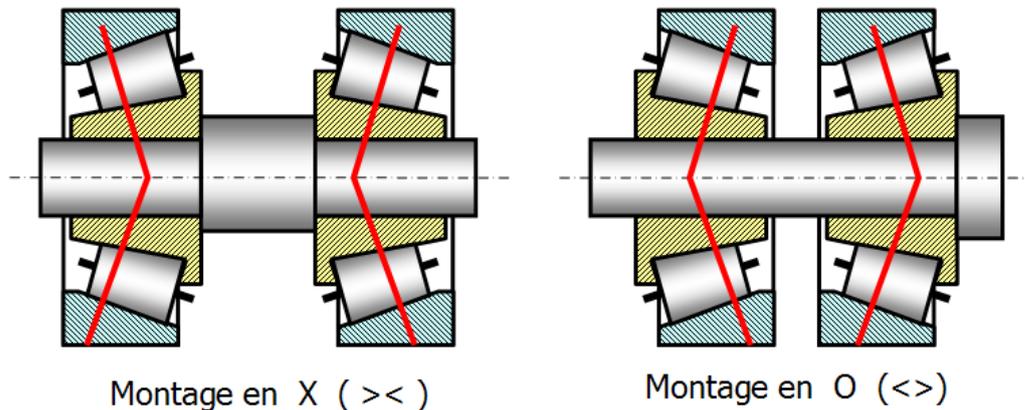


Figure 1.10 Montage « X » des roulements KB

Schéma cinématique ensemble de Treuil

Les deux moteurs électriques (Moteur de traction EMD model D79 MB) développent une puissance 1400HP au réducteur de vitesse du treuil, par l'intermédiaire de chaînes le mouvement est transmis à l'arbre- tambour, les embrayages transmettent le mouvement au tambour à des vitesses soit HI ou LOW.

La sélection des vitesses dépend de la charge au crochet.

- 1ère vitesse : LO-LO Arrêter les moteurs électriques, freiner l'arbre d'entrée avec le frein d'inertie, enclencher le clabot dans le grand pignon de l'arbre de sortie, remettre les moteurs électriques en marche puis à l'aide de la manette de commande pneumatique alimenter l'embrayage LOW. Cette vitesse est utilisée pour les grandes charges.
- 2ème vitesse : LO-HI Le clabot est toujours enclenché dans le grand pignon de l'arbre de sortie, puis à l'aide de manette de commande on alimente l'embrayage HI du tambour.
- 3ème vitesse : HI-LO Arrêter les moteurs électriques, freiner l'arbre d'entrée avec le frein d'inertie, enclencher le clabot dans le petit pignon de l'arbre de sortie, remettre les moteurs électriques en marche puis à l'aide de la manette de commande pneumatique alimenter l'embrayage LOW.
- 4ème vitesse : HI-HI Le clabot est toujours enclenché dans le petit pignon de l'arbre de sortie, puis à l'aide de manette de commande on alimente l'embrayage HI du tambour.

6.2 Installation du treuil OILWELL 840-E

Le treuil de levage ne doit être levé et transporté que séparé en ses deux unités.

- Pour éviter des dommages aux unités, il faut utiliser les chaînes de transport à la longueur minimale de 12 m.
- Il est d'importance que le côté inférieur des traîneaux soit horizontal.

7. Exploitation du treuil

Puisque les treuils de forage sont prévus pour l'exploitation de longue durée, il est nécessaire de maintenir tous les ensembles en bon état de fonctionnement, il convient de prêter attention toute particulière au système de freinage, avant de forer un puit, il faut visiter sans manquer le système de freinage principal le levier de frein en état débloqué, se trouve en position presque verticale (l'angle d'inclinaison par rapport à la verticale est jusqu'à 10°), l'espace libre entre les sabots et les poulies de frein avant de commencer le forage, il doit être uniforme, généralement de l'ordre de 1 à 2 MM. Si l'espace libre dépasse 8 à 10 mm, il importe de régler les freins, lorsque l'espace libre est irrégulier suivant la circonférence, régler les ressorts de rappel. Au freinage, tous les sabots des bandes de frein doivent être uniformément et fortement serrés contre les poulies, l'espace libre entre le rebord latéral et les sabots doit être uniforme des deux côtés, le déplacement du sabot dépassant 4 mm n'est pas tolérable, en état bloqué le balancier doit être strictement horizontal et le poigné de freinage doit être inclinée de 70° à 80° par rapport à la verticale. Pendant les opérations de montée et de descente, le crochet déchargé descend lentement, cela signifie que les sabots se frottent contre les poulies et les rebords. L'usure des sabots de frein se caractérise par ce que le freinage ne se réalise pas, bien que le levier de freinage se trouve en position inférieure, de tels sabots doivent être remplacés. A la descente de la colonne on utilise obligatoirement le frein auxiliaire qui ne doit être mis en action qu'après la descente de 10 à 15 longueur de tiges, pendant l'exploitation du treuil, il est interdit de tolérer une grande surchauffe du frein à

bande, à la constatation de la surchauffe du frein, la descente doit être arrêtée pour le refroidir, l'arrosage de l'extérieur n'est pas admissible pour ne pas provoquer des fissures sur les poulies.

Conclusion

Treuil de forage est la principale machine de levage qui fait partie d'une plate-forme de forage rotative. Sa fonction principale est de fournir un moyen de lever et d'abaisser les blocs de déplacement. La ligne de forage à fil métallique serpente sur le tambour de traction et s'étend jusqu'au bloc de la couronne et aux blocs de déplacement, ce qui permet de déplacer vers le haut et le bas le train de forage à mesure que le tambour tourne. Le segment de la ligne de forage des dessins au bloc-couronne s'appelle «ligne rapide». La ligne de forage pénètre ensuite dans les poulies du bloc de couronne et fait plusieurs passes entre le bloc de couronne et les poulies de blocs de déplacement pour un avantage mécanique. La ligne sort alors de la dernière poulie sur le bloc de couronne et est fixée à une jambe de derrick de l'autre côté du plancher de la plate-forme. Cette section de ligne de forage s'appelle la "ligne morte".

Chapitre 02

**Calcul des paramètres d'arbre de sortie de
boîte de vitesses d'un treuil de forage**

CHAPITRE II

**Calcul des paramètres de l'arbre de sortie de boîte de vitesses
d'un treuil de forage****1. Introduction sur MATLAB****1.1 Définition**

MATLAB (MATrix LABoratory) est un environnement de calcul numérique et un langage de programmation de haut niveau. Il est principalement utilisé pour le traitement des données, la modélisation, la simulation et l'analyse. MATLAB est développé par MathWorks et est largement utilisé dans des domaines tels que l'ingénierie, la finance, les sciences et l'enseignement.

1.2 Utilisation de MATLAB

Avec MATLAB, vous pouvez effectuer une large gamme de tâches, telles que l'analyse de données, la modélisation mathématique, la simulation, l'optimisation, la visualisation de données et bien plus encore. Il offre un large éventail de fonctionnalités, y compris des bibliothèques de fonctions intégrées pour diverses applications scientifiques et techniques. MATLAB utilise une syntaxe conviviale et expressive qui permet aux utilisateurs de formuler facilement des algorithmes complexes. Il prend en charge l'opération sur des vecteurs et des matrices, ce qui facilite le traitement de données multidimensionnelles. L'environnement de développement de MATLAB comprend un éditeur de texte intégré pour écrire et modifier du code, une fenêtre de commande interactive pour exécuter des commandes et afficher les résultats, ainsi qu'une interface graphique pour la création de graphiques et la visualisation de données. De plus, MATLAB dispose d'une large communauté d'utilisateurs qui partagent des ressources, des astuces et des solutions aux problèmes courants. Il est également possible d'étendre les fonctionnalités de MATLAB en créant des scripts, des fonctions et des boîtes à outils personnalisées. Que ce soit pour l'analyse de données, la simulation de systèmes, la résolution d'équations complexes ou la création de visualisations, MATLAB est un outil puissant et polyvalent qui peut aider les chercheurs, les ingénieurs et les scientifiques à résoudre des problèmes et à explorer des concepts dans leurs domaines respectifs .

- MATLAB possède un outil dédié à la création des interfaces graphiques appelé GUIDE (pour graphique user interface développement environnement).

Le GUIDE est un constructeur d'interface graphique qui regroupe tous les outils dont le programmeur a besoin pour créer une interface graphique de façon intuitive. Il s'ouvre, soit en cliquant sur l'icône, soit en tapant guide dans le Command Windows de MATLAB. Le placement des objets est réalisé par sélection dans une boîte à outils. Leur mise en place et leur dimensionnement se font à l'aide de la souris

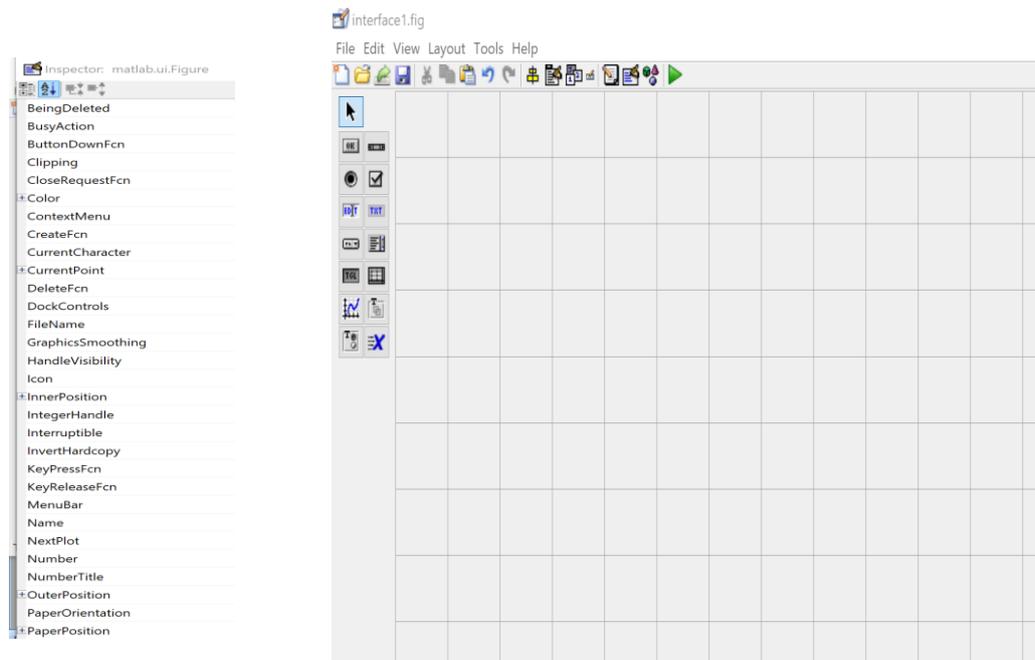


Figure 2.1 Fenêtre principale du GUIDE et les propriétés d'inspection

Un double-clic sur un objet permet de faire apparaître les propriétés Inspector où les propriétés des objets sont facilement éditables. Leurs modifications et la visualisation de ces modifications sont immédiates.

Le GUIDE possède également des outils pour gérer l'alignement des objets et pour créer des barres d'outils ou des menus.

Une fois l'interface graphique terminée, son enregistrement donne deux fichiers portant le même nom mais dont les deux extensions sont `.fig.` et `.m.`

Le fichier `.fig.` Contient la définition des objets graphiques (positions et propriétés). Ce fichier peut être ouvert ultérieurement avec le GUIDE pour modifier les objets graphiques.

Le fichier `.m` contient les lignes de code qui assurent le fonctionnement de l'interface graphique (actions des objets). Ce fichier peut être édité dans le MATLAB Editor pour y ajouter des actions à la main. C'est ce fichier qui doit être lancé pour utiliser l'interface graphique.

- **Calcul à l'aide du logiciel Matlab.**

Tout d'abord on a créé un programme général pour faire tous les calculs pour arbre de sortie, en plus on a créé un autre programme pour les premiers calculs de l'arbre de sortie sur la forme d'une interface, en suite pour les réactions et les moments fléchissant les diagrammes son fait par SolidWorks.

2. Calcul de l'arbre de sortie

2.1 Calcul la puissance de l'arbre de sortie N_s

$$N_s = N_e \times \eta_T$$

N_e : la puissance de l'arbre d'entrée ;

η_T : le rendement total ;

On prend $N_e = 1156.40 \text{ Ch} = 849954.00 \text{ watt}$ (voir Annexe 1)

```
Did you mean:
>> pui
Calcule de la puissance :
Ne = Ni*(n1+n2)
Ne = 1910.37 ch
Ne = 1404124.01 watt>>
```

Calcul de puissance de l'arbre de sortie

| | |
|---|-----------------|
| la puissance de l'arbre d'entrée | 849954.00 |
| Le rendement Total | 1.652 |
| Exucuter | |
| La Puissance | 1404124.01 watt |

2.2 Calcul de vitesse de rotation de l'arbre de sortie :

L'équation suivante vous permet de calculer la vitesse de rotation de l'arbre de sortie en fonction de la vitesse de rotation de l'arbre d'entrée et du rapport de réduction.

$$N_{as} = \frac{N_{ae}}{i}$$

N_s = est la vitesse de rotation de l'arbre de sortie en tours par minute (tr/min).

N_{ae} : est la vitesse de rotation de l'arbre d'entrée en tours par minute (tr/min).

On prend $N_{ae} = 112.93$ (voir Annexe 1)

i : est le rapport de réduction ou de transmission entre l'arbre de sortie et l'arbre de sortie.

Une fois que vous avez trouvé N_{as} , vous pouvez utiliser cette valeur pour calculer la vitesse de rotation de l'arbre de sortie en rad/s à l'aide de la deuxième équation :

$$w_{as} = \frac{N_{as} \times 2\pi}{60}$$

w_{as} : Représente la vitesse de rotation de l'arbre de sortie en radians par seconde (rad/s).

```

Calcule de vitess :
nas = nae/i
nas = 67.62 tr/min
was = nas*2*pi/60
was = 7.08 rad/sec>>

```

Calcul de vitesse de rotation de l'arbre d'entrée :

| | |
|--|--------------|
| la Vitesse de l'arbre d'entree | 112.933 |
| Rapport de transmission | 1.67 |
| Le Rapport de Transmission | |
| <input type="button" value="Push Button"/> | 7.08 rad/sec |

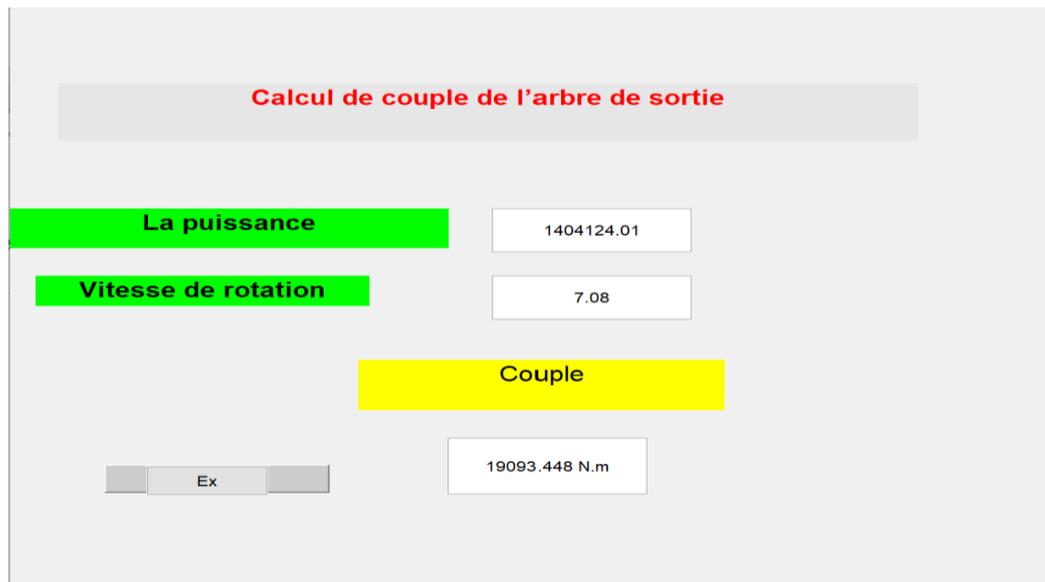
2.3 Calcul de couple de l'arbre de sortie

Pour calculer le couple de l'arbre de sortie C_{as} vous pouvez utiliser la formule suivante :

$$C_{as} = \frac{N_s}{w_{as}}$$

Le couple de l'arbre de sortie est : 19093.448 N.m

>>



2.4 Calcul de traction

2.4.1 Calcul de traction de la chaîne dans la transmission : (HI Mode)

Pour calculer la traction de la chaîne dans la transmission V_{ch} et le couple de traction de la chaîne T_{ch} , vous pouvez utiliser les formules suivantes :

- **Calcul de la vitesse de la chaîne V_{ch1} :**

$$V_{ch1} = \frac{Z \times t \times n}{6 \times 10^4}$$

Où :

V_{ch1} : est la vitesse de la chaîne. (HI MODE)

Z : est le nombre de dents de la roue dentée.

t : est le pas de la chaîne.

n : est la vitesse de rotation de l'arbre de sortie en tours par minute (tr/min).

La vitesse de la chaîne est : 29.48 m/s

>>

Calcul de vitesse de la chaîne

| | |
|--|-------|
| Nombre des dents | 67 |
| pas de chaîne | 59,6 |
| Vitesse de rotation | 457 |
| <div style="background-color: #FFFF00; display: inline-block; padding: 5px 20px;">Vitesse de chaîne</div> | |
| Exucuter | 29.48 |

- Calcul de la traction de chaîne T_{ch1} :

$$T_{ch1} = \frac{N_s}{V_{ch1}}$$

>> tract

Le traction de la chaîne est : 66410.5894 N

>>

Calcul La traction de la chaine

| | |
|----------------------------|-------|
| Nombre des dents | 67 |
| pas de chaine | 59.6 |
| Vitesse de rotation | 457 |
| Vitesse de chaine | 29.48 |

Traction de la chaine

66410.5894

Exucuter

2.4.2 Calcul de traction de la chaine dans la transmission : (LOW Mode)

D'après les relations précédentes :

$$V_{ch2} = \frac{Z \times t \times n}{6 \times 10^4}$$

V_{ch2} ::est la vitesse de la chaîne.(LOW MODE)

- Calcul de la vitesse de la chaîne V_{ch2} :

La vitesse de la chaîne est : 18.9677 m/s

>>

Calcul de vitesse de la chaîne

| | |
|----------------------------|------|
| Nombre des dents | 67 |
| pas de chaîne | 59.6 |
| Vitesse de rotation | 287 |
| Vitesse de chaîne | |
| 18.9677 m/s | |

- **Calcul de la traction de la chaîne T_{ch2} :**

>> tract

Le traction de la chaîne est : 103535.674 N

>>

Calcul La traction de la chaîne

| | |
|------------------------------|---------|
| Nombre des dents | 67 |
| pas de chaîne | 59.6 |
| Vitesse de rotation | 457 |
| Vitesse de chaîne | 18.9677 |
| Traction de la chaîne | |
| 103535.674 | |

2.5 Calcul à la résistance

Pour ce plan, on considère une charge de traction de la chaîne de transmission (T).

On a les points A, B et C.

[AB] = a = 0.6 m

[AC] = l = 1.9m

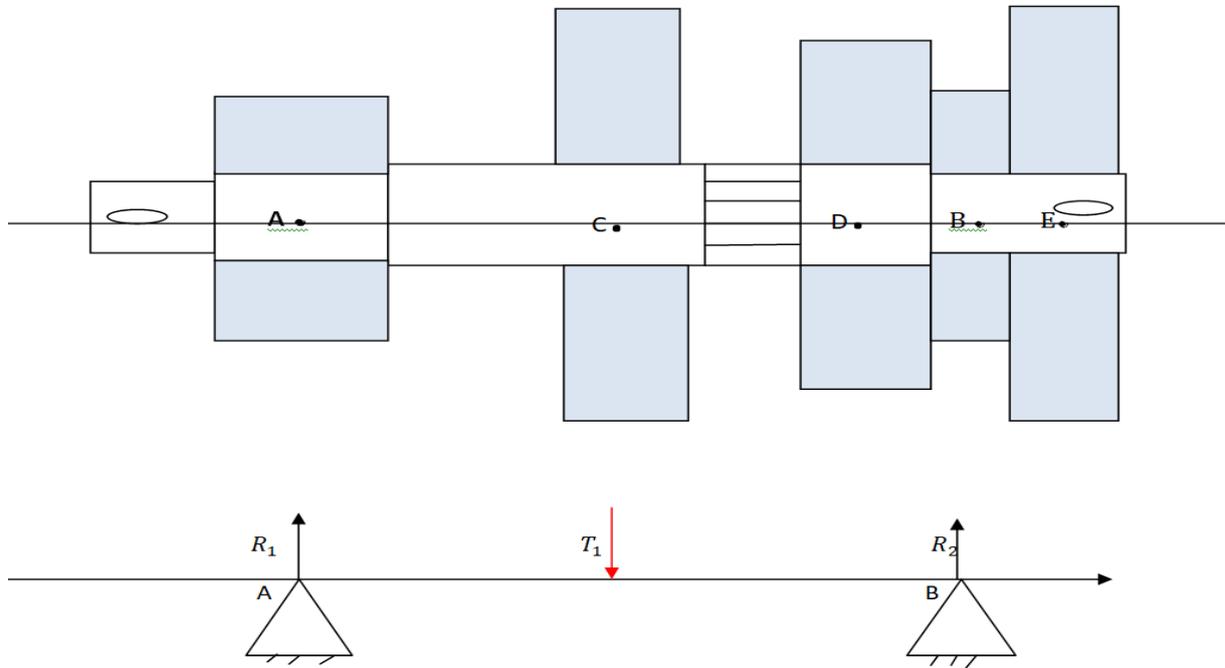


Figure 6.2 Schéma de calcul de l'arbre d'entrée

Suivant la représentation d'efforts et des couples ;

On a le système en état **statique** :

$$\mathbf{T} \neq \mathbf{0}$$

$$\mathbf{M}_t \neq \mathbf{0}$$

Donc :

Pour l'arbre de sortie, nous allons faire les calculs suivant :

- Calcul à la statique

Dans ce calcul, nous allons négliger le poids de l'arbre et des roues. Les seules forces dans nous calcul sont :

- La force de traction de chaîne
- Les réactions aux appuis

Tous les calculs suivantes est dans le HI Mode

(Vitesse de l'arbre de sortie est 457 tr/min dans HI MODE)

2.6 Calcul des réactions statiques

$$\sum \overrightarrow{F_{ext}} = \vec{O}T_1 - R_1 - R_2 = 0$$

$$\sum_A \vec{M} = \vec{0} R_2 = \frac{T_1 \times a}{L}$$

Dou :

```
La valeur de R2 est : 20971.7463 N
>>
```

Donc :

$$R_1 = T_{ch1} - R_2$$

```
La valeur de R_1 est : 45438.8431 N
>>
```

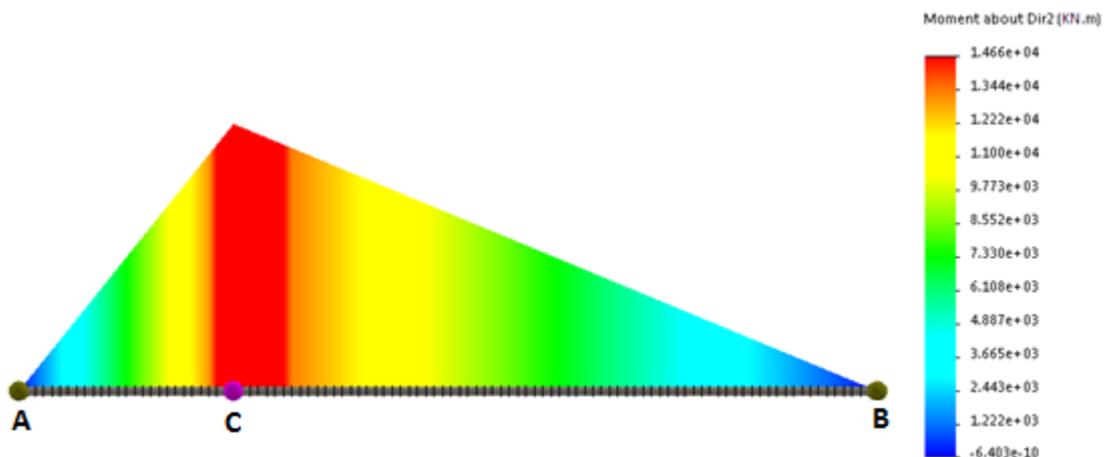


Figure2.3 Diagramme des efforts tranchants de l'arbre de sortie

2.7 Calcul des moments fléchissant

1^{er} section : $0 \leq y \leq 0.6m$:

$$M_f = R_1 \times y$$

Pour : $Y=0$

```
Le moment de flexion pour cette section est : 0 Nm
>>
```

Pour : $Y=0.6$

Le moment de flexion pour cette section est : 27263.3059 Nm

>>

2eme section : $0.6 \leq y \leq 1.9\text{m}$:

$$M_f = R_1 \times y - T_{ch1}(y - 0.6)$$

```

2em section 0.6 < y < 1.9m :
Mfl= R1 * y - T*(y-0.6)
y=0.6m :
    Mfl = 27263.13 N*m
y=1.9m :
    Mfl = 48259.21 N*m

```

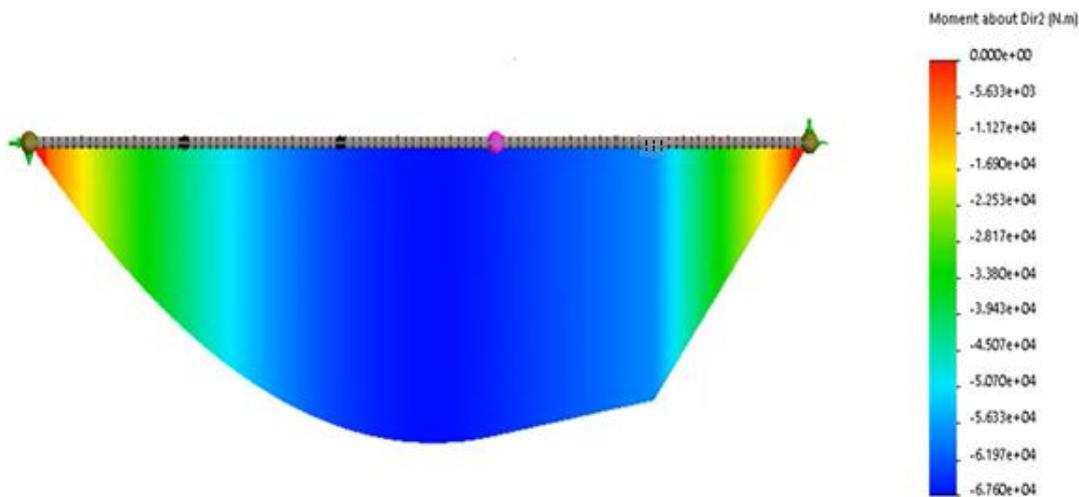


Figure 2.4 Diagramme des moments fléchissant de l'arbre de sortie

D'après les résultats précédents nous allons calculer le moment équivalent qui est égal à :

$$M_{eq} = \sqrt{M_{fl}^2 + M_t^2}$$

Le moment équivalent est : 18663.45 N*m
>>

Calcul de diamètre de l'arbre de sortie :

$$d = \sqrt[3]{M_{eq}/(0.1 \times [\sigma])}$$

$$d \geq (M_{eq} / (0.1 \times T_f))^{1/3}$$

$$d = 0.15 \text{ m}$$

Remarque

Le diamètre réel de l'arbre de sortie de la boîte vitesse d'un treuil OIL-WELL 840 E est de 0,25 (10'') m > 0,15 m donc l'arbre de sortie est bien résisté.

Conclusion

D'après les calculs réalisés à l'aide de Matlab et SolidWorks, nous avons déterminé que le diamètre de l'arbre de sortie est inférieur à celui spécifié initialement. Malgré cela, nous avons constaté que tant du point de vue de ses dimensions que de sa résistance, l'arbre de sortie offre un fonctionnement adéquat. Cette constatation est cruciale, car elle assure une grande durabilité pouvant atteindre jusqu'à une décennie sans nécessiter de changements radicaux sur ces pièces robustes.

Nos analyses ont mis en lumière la capacité de l'arbre de sortie à résister aux contraintes opérationnelles prévues, tout en maintenant des marges de sécurité appropriées. Cette robustesse est essentielle pour assurer la fiabilité à long terme du système, réduisant ainsi les besoins de maintenance et les coûts associés.

En outre, nos études ont inclus une évaluation approfondie des matériaux et des configurations possibles pour optimiser encore davantage les performances de l'arbre de sortie. Cela comprend des considérations sur la résistance à la fatigue, la résilience aux charges dynamiques et la compatibilité avec les conditions environnementales prévues.

À l'avenir, des améliorations potentielles pourraient consister à explorer des alternatives de matériaux plus avancées ou à affiner les méthodes de conception pour maximiser l'efficacité tout en maintenant la durabilité à long terme du système."

Cette version ajoute des détails sur les méthodologies utilisées, les résultats observés, et ouvre la porte à des améliorations futures possibles.

Chapitre III

Étude et analyse sous SolidWorks pour l'arbre de sortie de la boîte de vitesses de treuil de forage

Chapitre III

Étude et analyse sous SolidWorks pour l'arbre de sortie de boîte de vitesses de treuil de forage

• Introduction à SolidWorks

Le logiciel SOLIDWORKS est un modéleur volumique permettant de créer des pièces complexes en 3 dimensions. Ces pièces peuvent être ensuite utilisées pour créer des mises en plan en 2D et des assemblages de plusieurs pièces entre elles.

SOLIDWORKS est un système à cotation piloté. On peut spécifier des côtes et rapports géométriques entre les éléments. Un changement de cote entraîne un changement de taille de la pièce, tout en préservant l'intention de conception. Un modèle SolidWorks est constitué de pièces, d'assemblages et de mise en plan. Les pièces, les assemblages et les mises en plan affichent le même modèle dans des documents différents. Les changements opérés sur le modèle dans l'un des documents se propagent aux autres documents contenant ce modèle.

1. Aperçu sur SolidWorks

1.1 Interface utilisateur

L'interface utilisateur de SolidWorks est conçue pour être intuitive et conviviale. Elle comprend une barre d'outils, des menus contextuels et des panneaux de contrôle qui permettent aux utilisateurs d'accéder facilement aux outils et aux fonctionnalités nécessaires pour réaliser leurs tâches de conception. L'interface peut être personnalisée pour répondre aux besoins spécifiques de chaque utilisateur, ce qui permet une expérience de conception plus efficace.

1.2 Modélisation 3D

SolidWorks offre une variété d'outils de modélisation 3D pour créer des modèles précis de pièces et d'assemblages. Les utilisateurs peuvent utiliser des fonctionnalités telles que les extrusions, les révolutions, les lofts et les coques pour créer des formes complexes à partir de formes de base. SolidWorks prend également en charge la modélisation paramétrique, ce qui permet aux utilisateurs de définir des relations entre les différentes caractéristiques du modèle.

1.3 Assemblage

La fonctionnalité d'assemblage de SolidWorks permet aux utilisateurs d'importer des composants individuels et de les assembler pour former des systèmes fonctionnels. Les contraintes, les alignements et les éclatements peuvent être utilisés pour garantir que les composants s'assemblent correctement et fonctionnent comme prévu. SolidWorks offre également des outils pour détecter et résoudre les interférences entre les composants.

1.4 Simulation

SolidWorks propose une gamme complète d'outils d'analyse de simulation pour évaluer les performances et le comportement des pièces et des assemblages dans des conditions réelles. Les utilisateurs peuvent effectuer des analyses de contraintes, de déformations, de flux thermique, de dynamique des fluides, etc., pour optimiser la conception des produits et garantir leur fiabilité et leur sécurité.

1.5 Génération de dessins

SolidWorks permet aux utilisateurs de générer des dessins techniques détaillés à partir des modèles 3D. Les dessins peuvent inclure des vues orthographiques, des coupes, des sections, des cotations, des annotations, etc. Ces dessins sont essentiels pour communiquer les spécifications de conception aux fabricants et aux autres membres de l'équipe de développement.

1.6 Gestion des données

SolidWorks propose des fonctionnalités de gestion des données pour aider les équipes de conception à gérer les fichiers et les révisions de conception. Les utilisateurs peuvent collaborer sur des projets, contrôler l'accès aux fichiers, suivre les modifications apportées aux modèles, etc. Cela permet d'assurer une organisation efficace des données de conception et de garantir la cohérence des produits.

1.7 Intégration avec d'autres outils

SolidWorks s'intègre généralement avec d'autres logiciels et technologies utilisés dans le processus de conception et de fabrication. Il peut être intégré à des systèmes de CAO, des systèmes de gestion de cycle de vie des produits (PLM), des systèmes de fabrication assistée par ordinateur (FAO), etc. Cela permet une intégration transparente du processus de conception au processus de fabrication.

1.8 Avantages de SolidWorks

SolidWorks offre de nombreux avantages, notamment une interface conviviale, des fonctionnalités avancées de modélisation et de simulation, une gestion efficace des données et une intégration avec d'autres outils de conception et de fabrication. Il permet aux entreprises de réduire les délais de développement, d'améliorer la qualité des produits et d'optimiser les processus de fabrication.

En conclusion, SolidWorks est un outil puissant et polyvalent qui offre une gamme complète de fonctionnalités pour la conception et la modélisation de produits en 3D. Son interface conviviale et ses fonctionnalités avancées en font un choix populaire parmi les ingénieurs et les concepteurs du monde entier. Avec SolidWorks, les entreprises peuvent concevoir des produits de manière plus efficace, réduire les coûts de développement et améliorer la compétitivité sur le marché.

2. SolidWorks simulation

SolidWorks Simulation est un logiciel de calcul par éléments finis qui est intégré à SolidWorks. Il permet d'effectuer des analyses sur les fichiers pièces et assemblages en y incorporant des études spécifiques. Dans chaque étude, on définit les matériaux, les Chargements, les conditions aux limites, ainsi que les paramètres de maillage et d'analyse. Les résultats obtenus sont enregistrés dans un fichier portant l'extension CWR.

2.1 Principe de l'analyse de l'arbre de sortie de la boîte de vitesse de treuil 840E par SolidWorks

L'analyse de l'arbre de sortie d'une boîte de vitesse de treuil Oil Well 840E par SolidWorks implique généralement plusieurs étapes, qui peuvent être réalisées à l'aide des fonctionnalités d'analyse de SolidWorks Simulation. Voici les principes généraux de l'analyse de l'arbre de sortie :

- Modélisation de l'arbre de sortie : Tout d'abord, vous devez créer un modèle 3D de l'arbre de sortie dans SolidWorks. Assurez-vous de modéliser avec précision la géométrie de l'arbre, y compris les filetages, les rainures de clavette, les chanfreins, etc.
- Application des conditions de chargement : Identifiez les charges qui agissent sur l'arbre de sortie. Cela peut inclure des charges de couple, des forces axiales, des charges radiales, etc. Appliquez ces charges sur le modèle 3D dans SolidWorks Simulation.
- Définition des matériaux : Choisissez les matériaux appropriés pour l'arbre de sortie. SolidWorks propose une bibliothèque de matériaux standard, mais vous pouvez également définir des matériaux personnalisés si nécessaire.
- Analyse de contrainte : Utilisez SolidWorks Simulation pour effectuer une analyse de contrainte sur l'arbre de sortie. Cela vous permettra de visualiser les zones de contrainte élevée sur l'arbre, ce qui peut indiquer les endroits où des défaillances sont susceptibles de se produire.
- Analyse de déformation : En plus de l'analyse de contrainte, vous pouvez également effectuer une analyse de déformation pour évaluer la déformation globale de l'arbre sous charge. Cela peut être important pour s'assurer que les tolérances dimensionnelles sont respectées.
- Optimisation de conception : En fonction des résultats de l'analyse, vous pouvez apporter des modifications à la conception de l'arbre pour améliorer ses performances. Cela peut inclure l'ajustement des dimensions, le choix de matériaux différents, l'ajout de renforts, etc.
- Validation et rapport : Une fois l'analyse terminée, validez les résultats pour vous assurer qu'ils sont cohérents avec les spécifications de conception. Générez ensuite un rapport d'analyse pour documenter les résultats et les conclusions.

3. Description Générale de méthode des éléments finis

Dans la méthode des éléments finis, la continuité de la matière, tel qu'un solide, un liquide ou un gaz, représente un assemblage de subdivisions appelées éléments. Ces éléments sont considérés comme interconnectés au niveau de joints spécifiés appelés nœuds ou points nodaux. Les nœuds se trouvent généralement sur les limites des éléments où les éléments adjacents sont considérés comme connectés. Les fonctions d'approximation (également

appelées modèles d'interpolation) sont définies en termes des valeurs des variables de champ aux nœuds. Lorsque les équations de champ (comme les équations d'équilibre) pour l'ensemble du corps sont écrites, les nouvelles inconnues seront les valeurs nodales de la variable de champ. En résolvant les équations aux éléments finis, qui sont généralement sous forme d'équations matricielles, les valeurs nodales de la variable de champ seront connues. Une fois les variables sont déterminées, les fonctions d'approximation définissent la variable de champ tout au long de l'assemblage des éléments. La solution d'un problème général par la méthode des éléments finis suit toujours un processus d'étape par étape. En ce qui concerne les problèmes structurels statiques, la procédure est comme suit:

- Étape 1 : Divisez la structure en éléments discrets (discrétisation). La première étape de la méthode des éléments finis consiste à diviser la structure en subdivisions ou éléments. Par conséquent, la structure doit être modélisée avec des éléments finis appropriés. Le nombre, le type, la taille et la disposition des éléments doivent être décidés.
- Étape 2: Sélectionnez un modèle d'interpolation ou de déplacement approprié. Étant donné que la solution de déplacement d'une structure complexe dans des conditions de charge spécifiées ne peut pas être prédite avec précision, nous supposons une solution appropriée dans un élément pour approximer la solution inconnue. La solution supposée doit être simple d'un point de vue informatique, mais elle doit satisfaire à certaines exigences de convergence. En général, la solution ou le modèle d'interpolation est pris sous la forme d'un polynôme.
- Étape 3 : Détermination de la matrice de rigidité des éléments et les vecteurs de charge.
- Étape 4 : Assemblez les équations des éléments pour obtenir les équations d'équilibre global. Comme la structure est composée de plusieurs éléments finis, les matrices de rigidité des éléments individuels et les vecteurs de charge doivent être assemblés de manière appropriée et les équations d'équilibre global doivent être formulées comme suit:
- Étape 5 : Résoudre les déplacements nodaux inconnus. Les équations d'équilibre globales doivent être modifiées pour tenir compte des conditions aux limites du problème. Après l'incorporation des conditions aux limites.
- Étape 6: Calculez les déformations et les contraintes des éléments. A partir des déplacements nodaux connus u ; si nécessaire, les déformations et contraintes des éléments peuvent être calculées en utilisant les équations nécessaires de la mécanique des solides.
- Étape 7 : Interpréter les résultats : la détermination des zones dans la structure où se produisent de grandes déformations et de grandes contraintes est généralement importante pour prendre des décisions de conception. Les programmes informatiques du post processeur aident l'utilisateur à interpréter les résultats en les affichant sous forme graphique.

Les étapes précédentes sont résumées dans l'organigramme suivant :

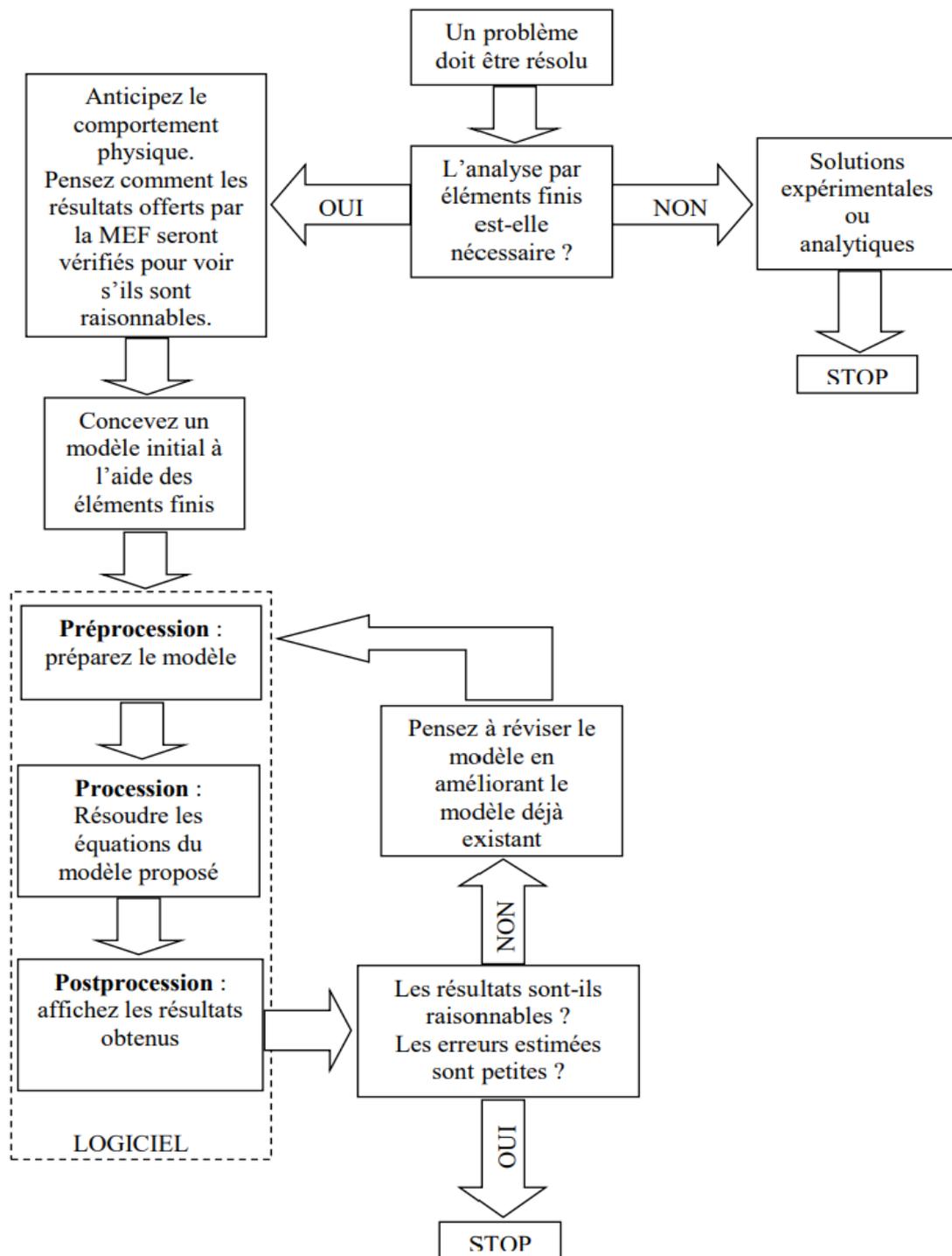


Figure 7.1 Principales étapes pour une analyse par la Méthode des Eléments Finis

4. Principes de base de l'analyse par SolidWorks

Le logiciel utilise la méthode des éléments finis (FEM, Finite Element Method), une technique numérique largement utilisée pour l'analyse de conception. En raison de sa généralité et de sa compatibilité informatique, cette méthode est considérée comme la norme en matière d'analyse. Elle consiste à diviser un modèle en de nombreux éléments de formes simples, ce qui permet de transformer un problème complexe en un ensemble de problèmes

simples qui peuvent être résolus simultanément. Ainsi, la méthode des éléments finis offre une approche efficace pour l'analyse et la résolution de problèmes d'ingénierie.

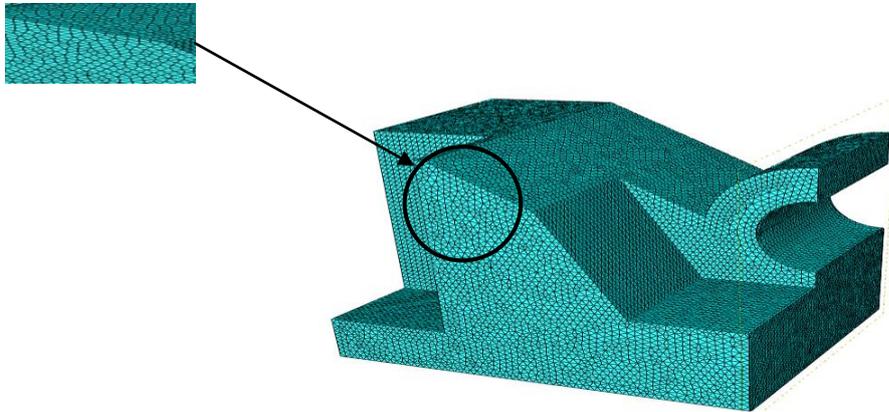


Figure3.2 Maillage d'une pièce

Les éléments du modèle sont liés par des points communs appelés nœuds, et le processus de division du modèle en petites entités est appelé maillage. Chaque élément a un comportement connu pour toutes les conditions de support et de chargement possibles. La méthode des éléments finis utilise différents types d'éléments avec des formes variées. La réponse en chaque point d'un élément est obtenue par interpolation, en fonction du type d'analyse et de l'élément utilisé. Par exemple, la température d'un nœud décrit entièrement sa réponse dans une analyse thermique, tandis que dans une analyse structurelle, la réponse d'un nœud est généralement décrite par trois translations et trois rotations, également appelées degrés de liberté (DDL). Une analyse réalisée avec la méthode des éléments finis est appelée Analyse par éléments finis (FEA). Le logiciel formule les équations qui régissent le comportement de chaque élément en tenant compte de sa connectivité avec les autres éléments. Ces équations traduisent les relations entre la réponse, les propriétés des matériaux, les déplacements imposés et les chargements connus. Ensuite, le programme organise ces équations sous forme d'un système d'équations algébriques simultanées et résout les inconnues. Dans une analyse de contraintes, le solveur détermine les déplacements de chaque nœud, puis calcule les déformations et enfin les contraintes. Les études réalisées avec SolidWorks permettent de distinguer différentes réponses au niveau des nœuds. Chaque nœud est entièrement décrit par un certain nombre de paramètres, selon le type d'étude statique réalisée. Les études statiques, également appelées études de contraintes, calculent les déplacements, les forces de réaction, les déformations, les contraintes et la distribution des coefficients de sécurité. Les matériaux sont considérés comme endommagés lorsque les contraintes dépassent un certain seuil. Les calculs de coefficients de sécurité reposent sur l'un des quatre critères de rupture. Les études statiques permettent d'éviter la rupture due à des contraintes élevées. Un coefficient de sécurité inférieur à l'unité indique une rupture du matériau, tandis que des coefficients de sécurité élevés dans une zone indiquent des contraintes faibles. Il est alors possible de réduire les épaisseurs de matière dans ces zones.

5. Etude de simulation

Lors de la durée de vie d'un modèle, celui-ci est généralement exposé à divers environnements et conditions de fonctionnement. Il est donc essentiel de prendre en compte tous les scénarios de chargement et de conditions aux limites possibles, ainsi que d'explorer différentes propriétés de matériaux lors de l'analyse du modèle. Une étude de simulation comprend les éléments suivants :

- Les dimensions du modèle
- Le type d'étude et les options associées pour définir l'objectif de l'analyse
- Les propriétés du matériau
- Les chargements et les conditions aux limites

En prenant en compte ces facteurs dans l'étude de simulation, il est possible d'obtenir une analyse complète et précise du comportement du modèle dans différents scénarios d'utilisation et de fonctionnement.

6. Type de maillage basé sur les éléments géométriques

Le programme attribue automatiquement le type de maillage approprié aux corps en fonction de leurs caractéristiques géométriques. Voici les différents types de maillage utilisés :

- Maillage volumique : Les modèles volumiques sont maillés en utilisant des éléments volumiques (tétraédriques).
- Maillage de coque : Les surfaces et les tôles métalliques d'épaisseur uniforme sont maillées à l'aide d'éléments de coque triangulaire. Les tôles métalliques spécifiées dans une étude d'essai de chute sont maillées en utilisant des éléments volumiques.
- Maillage de poutre : Les éléments mécanosoudés et soudés sont maillés à l'aide d'éléments de poutre. Vous pouvez traiter une extrusion (par défaut maillée avec des éléments volumiques) comme une poutre en cliquant avec le bouton droit sur l'icône du volume et en sélectionnant "Traiter comme une poutre".
- Maillage mixte : Lorsqu'il y a plusieurs géométries dans un même modèle, un maillage mixte est généré.

6.1 Etapes d'analyse

Les étapes requises pour effectuer une analyse varient en fonction du type d'étude.

Pour mener à bien une étude complète ;

Le Tableau suivant présente les principales étapes pour l'analyse avec maillage :

| | |
|---|--|
| 1 | Créez une nouvelle étude en définissant son type d'analyse et ses options. |
| 2 | Si nécessaire, configurez les paramètres spécifiques de votre étude. Ces paramètres peuvent inclure des dimensions de modèle, des propriétés de matériau, des valeurs de |

| | |
|----|---|
| | force ou toute autre donnée d'entrée requise. |
| 3 | . Définissez les propriétés du matériau. Cette étape est facultative si les propriétés du matériau ont déjà été définies dans le système de CAO. Les études de fatigue et d'optimisation utilisent des études référencées pour définir les propriétés des matériaux. |
| 4 | Spécifiez les déplacements imposés et les chargements. Les études de fatigue et d'optimisation se basent sur des études référencées pour les chargements et les déplacements imposés. Les études d'essai de chute ne permettent pas de définir des chargements ou des déplacements imposés différents de ceux spécifiés par le programme. |
| 5 | Le programme effectue automatiquement un maillage d'éléments de poutre pour les éléments mécanosoudés |
| 6 | . Le programme effectue automatiquement un maillage d'éléments de poutre pour les éléments mécanosoudés. |
| 7 | Lorsque le modèle comprend différentes géométries (volumiques, de coque, d'éléments mécanosoudés, etc.), le programme génère automatiquement un maillage mixte. |
| 8 | Définissez les contacts entre les composants et les ensembles. |
| 9 | Effectuez le maillage du modèle pour le diviser en de nombreuses petites parties appelées éléments. Les études de fatigue et d'optimisation utilisent les maillages des études référencées. |
| 10 | Exécutez l'étude |
| 11 | Visualisez les résultats obtenus |

Tableau 3.1 Etapes requises pour effectuer une analyse varient en fonction du type d'étude

6.2 Propriétés du matériau

Avant de démarrer une étude, il est nécessaire de définir toutes les propriétés de matériau requises pour le type d'analyse associé et le modèle de matériau spécifié. Un modèle de matériau décrit le comportement du matériau et détermine les propriétés nécessaires. Pour toutes les études structurelles et thermiques, des modèles de matériaux iso tropiques et ortho tropiques linéaires sont disponibles. D'autres modèles de matériaux sont disponibles pour les études de contraintes non linéaires. Par exemple, le modèle de plasticité de Von Mises est utilisé pour les études de test de chute. Les propriétés des matériaux peuvent également être définies en fonction de la température. Il existe trois méthodes pour définir les propriétés de matériau :

- Utilisez les matériaux assignés aux pièces dans le système de CAO.
- Choisissez un matériau à partir des bibliothèques par défaut ou d'une bibliothèque de matériaux définie par l'utilisateur.
- Spécifiez manuellement les valeurs des propriétés requises.

6.3 Déplacements et les chargements imposés

Les déplacements imposés et les chargements définissent l'environnement du modèle. Toutes les exigences de déplacement ou de chargement sont symbolisées par une icône. Dans le cadre des recherches en simulation. Le logiciel propose des choix contextuels afin de déterminer les déplacements nécessaires. Par exemple, si vous choisissez toutes les faces cylindriques ou si vous choisissez un axe de référence, le programme vous demande de définir des contraintes radiales, circonférentielles ou axiales.

En ce qui concerne les études non linéaires et les études thermiques transitoires, les charges et les mouvements encourus sont déterminés en fonction du temps.

Les charges et les mouvements requis sont totalement liés à l'association et s'adaptent automatiquement aux modifications de la géométrie. L'utilisation de la fonction de glisser-déposer dans l'arbre des recherches de simulation permet de copier des études, des dossiers et des éléments.

6.4 Connecteurs

Un connecteur permet de modéliser le comportement d'un mécanisme sans avoir besoin de créer une géométrie détaillée. Le logiciel offre la possibilité de définir différents types de connecteurs tels que rigides, à ressort, à axe, à boulon, à appui élastique, à lien, à soudure par points et à palier. Ces connecteurs sont largement utilisés dans de nombreuses applications de conception réelles.

6.6 Maillage

La méthode d'analyse par éléments finis (FEA) est une technique numérique fiable pour l'analyse de conception. Le processus débute par la création d'un modèle géométrique, puis le programme subdivise ce modèle en un réseau d'éléments de formes simples, appelés éléments, qui sont reliés par des nœuds communs. Ce processus de subdivision est appelé maillage. Le modèle est ainsi considéré comme un réseau d'éléments interconnectés dans l'analyse par éléments finis. Le maillage est une étape cruciale de l'analyse. Le logiciel génère automatiquement un maillage mixte comprenant des éléments volumiques, des éléments de coque et des éléments de poutre. Le maillage volumique est approprié pour les modèles en 3D, notamment ceux qui sont volumineux ou complexes. Les éléments de coque conviennent aux pièces minces, telles que les pièces de tôlerie. Les éléments de poutre sont utilisés pour les éléments mécanosoudés. La précision de la solution dépend de la qualité du maillage. En général, un maillage plus fin offre une précision plus élevée. Le maillage généré dépend des facteurs suivants :

- La géométrie du modèle créé
- Les options de maillage activées
- Le contrôle du maillage
- Les conditions de contact
- La taille globale des éléments et la tolérance de maillage.

Le logiciel suggère une tolérance et une taille globale des éléments. La taille globale des éléments fait référence à la longueur moyenne d'un côté d'un élément. Le nombre d'éléments augmente rapidement lorsque la taille globale des éléments est réduite.

7. Conception d'arbre de sortie de la boîte de vitesse vitesses d'un treuil 840-E

7.1 Dessin d'ensemble de l'arbre de sortie

AJOUTER UN PARAGRAPHE, en plus faites la nomenclature de d'ensemble

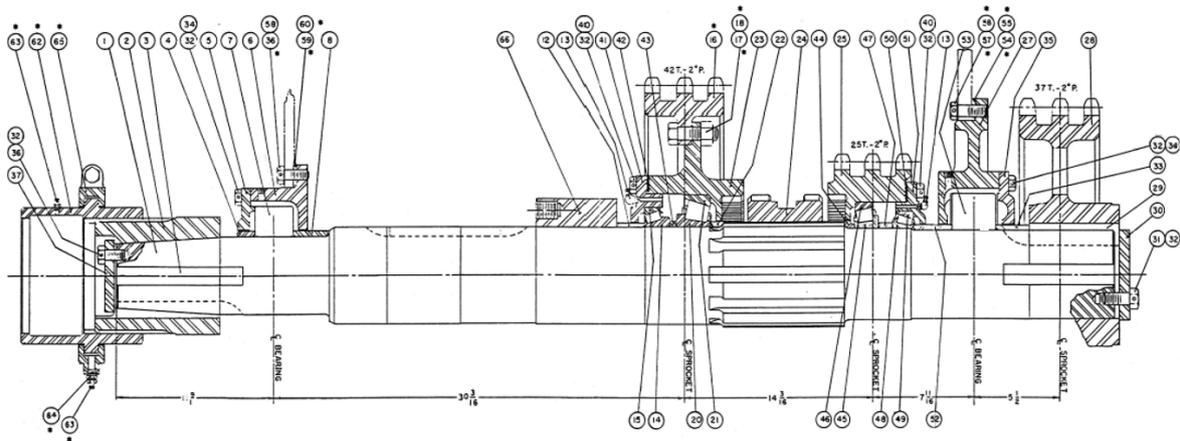
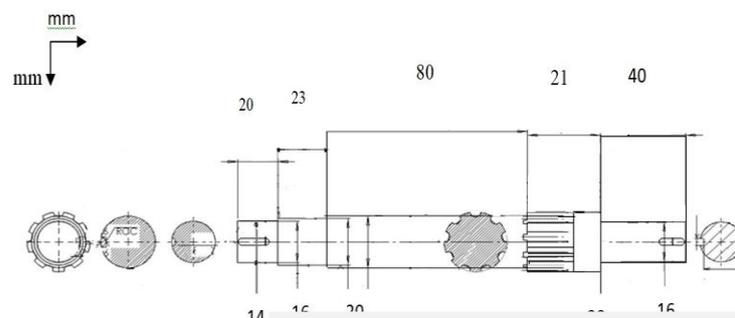
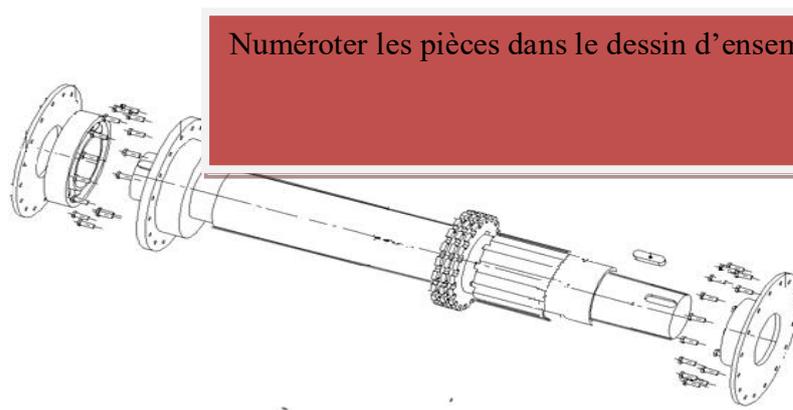


Figure 3.3 Dessin d'assemblage de l'arbre de sortie

7.2 Dessin d'ensemble en 2D l'arbre de sortie



Ajouter les dimensions fonctionnelles avec les tolérances avec les rugosités, tolérances géométries,

8. Démarche de l'analyse statique sur l'arbre de sortie

8.1 Les étapes suivre dans cette étude statique son

- Commencer une nouvelle étude statique
- Sélectionner le matériel
- Définir les fixations de la structure
- Appliquer les charges, sur des surfaces et des grandeurs déterminées
- Définir les jeux de contacts et les composants des contacts
- Bien mailler le modèle
- Réaliser l'étude
- Interpréter les résultats

8.2 Hypothèses

- L'arbre est traité comme une simple poutre.
- L'arbre est divisé en petites intervalles.
- Ni le diamètre ni le matériau ne sont importants.

Les forces sont uniformément réparties sur la longueur sollicitée de l'arbre.

8.3 Choisir le matériau

L'arbre de sortie est composé d'acier JIS SCM22, l'équivalent de ce matériau en norme allemand DIN et l'acier 25CrMo4 qui se trouve dans la bibliothèque des matériaux de SolidWorks.

9. Application la simulation Par SolidWorks

9.1 Informations sur le modèle

Traité comme : Propriétés volumétriques

Corps volumique :

Masse : 19.86 kg

Volume : 0.003285 m³

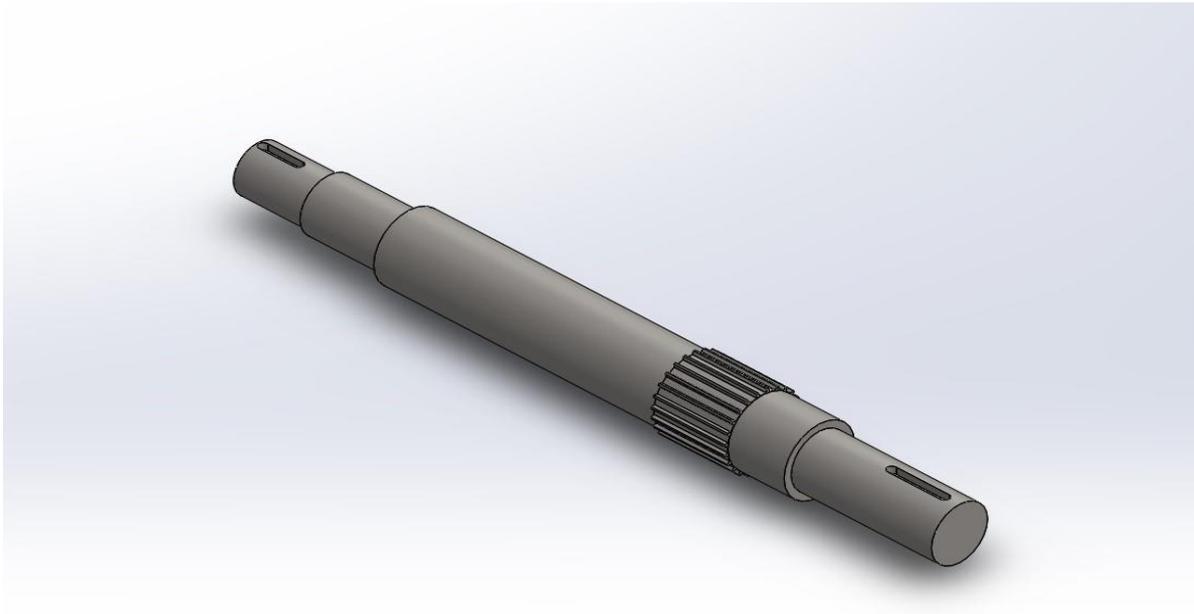


Figure 3.6 Arbre de sortie

9.2 Propriétés de l'étude

| Nom d'étude | Simulation d'arbre de sortie |
|---|------------------------------------|
| Type d'analyse | Statice |
| Type de maillage | Maillage volumique |
| Effets thermiques: | Activé(e) |
| Option thermique | Inclure des chargements thermiques |
| Température de déformation nulle | 298 Kelvin |
| Inclure la Pression du fluide calculée par SOLIDWORKS Flow Simulation | Désactivé(e) |
| Type de solveur | FFE Plus |
| Stress Stiffening: | Désactivé(e) |
| Faible raideur: | Désactivé(e) |
| Relaxation inertielle: | Désactivé(e) |

Tableau3.5 Propriétés de l'étude

9.3 Unités

| | |
|----------------------|------------------|
| Système d'unités: | SI(MKS) |
| Longueur/Déplacement | Mm |
| Température | Kelvin |
| Vitesse angulaire | Rad/sec |
| Pression/Contrainte | N/m ² |

Tableau 3.3 : Système d'unités

9.4 Actions extérieures

Type de fixation : Visualisation

Géométrie fixe

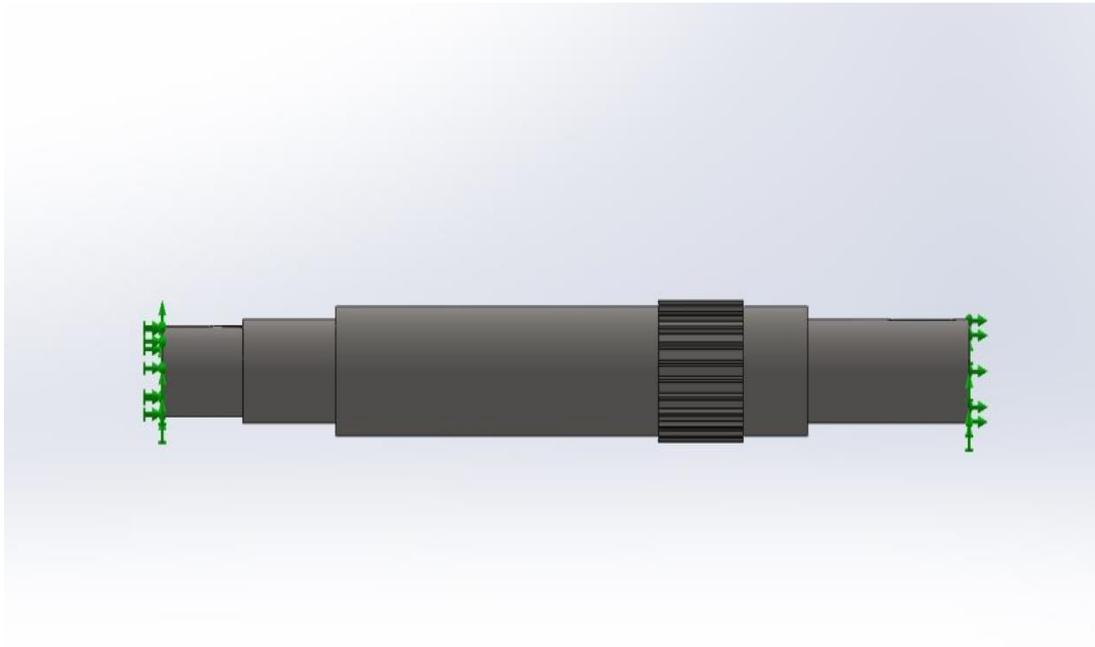


Figure 3.7 Fixation de l'arbre de sortie

9.5 Chargement

Nom du chargement :

Force-1

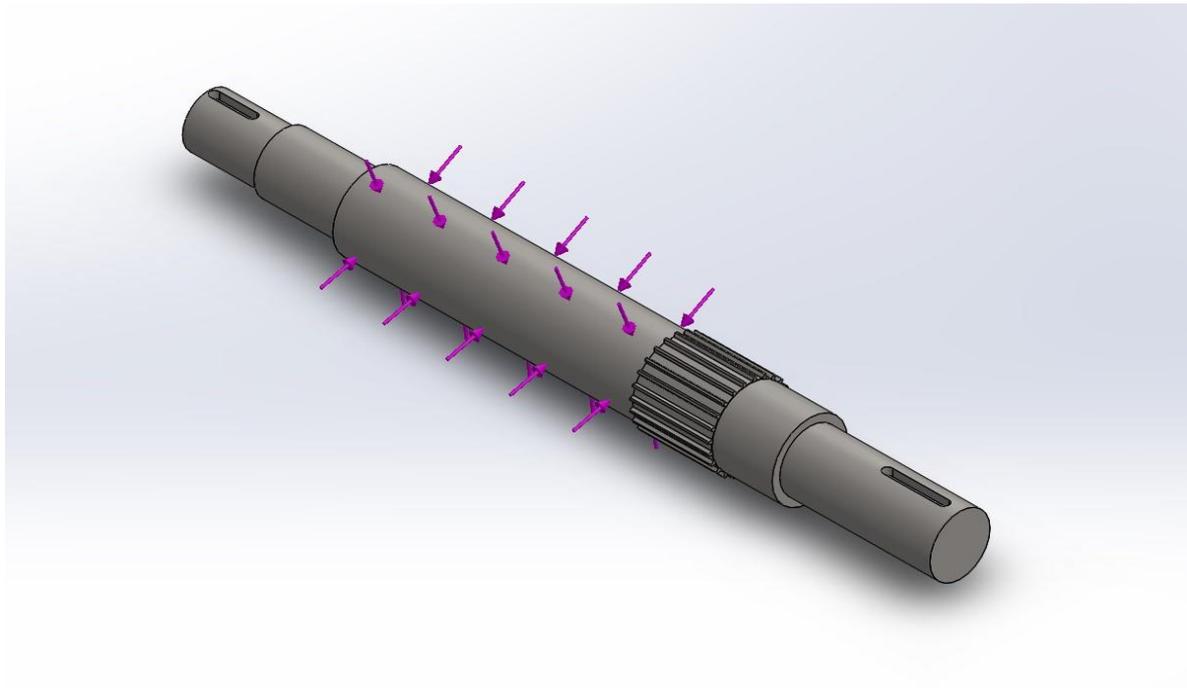


Figure 3.8 chargements sur l'arbre de sortie

10. Le maillage

10.1 Informations sur le maillage

| | |
|---|--------------------|
| Type de maillage | Maillage volumique |
| Mailleur utilisé: | Maillage standard |
| Transition automatique: | Désactivé(e) |
| Boucles automatiques de maillage: | Désactivé(e) |
| Points de Jacobien pour un maillage de qualité élevée | 16 Points |
| Taille d'élément | 200 mm |
| Tolérance | 0,500375 mm |
| Qualité de maillage | Haute |

Tableau 6.4 Informations sur le maillage

10.2 Informations sur le maillage – Détails

| | |
|---|----------|
| Nombre total de nœuds | 15179 |
| Nombre total d'éléments | 9872 |
| Aspect ratio maximum | 8,0551 |
| % d'éléments ayant un aspect ratio < 3 | 99,1 |
| % d'éléments ayant un aspect ratio > 10 | 0 |
| % d'éléments distordus (Jacobien) | 0 |
| Durée de création du maillage (hh:mm:ss): | 00:00:02 |
| Nom de l'ordinateur: | / |

Tableau 3.4 Informations sur le maillage – Détails

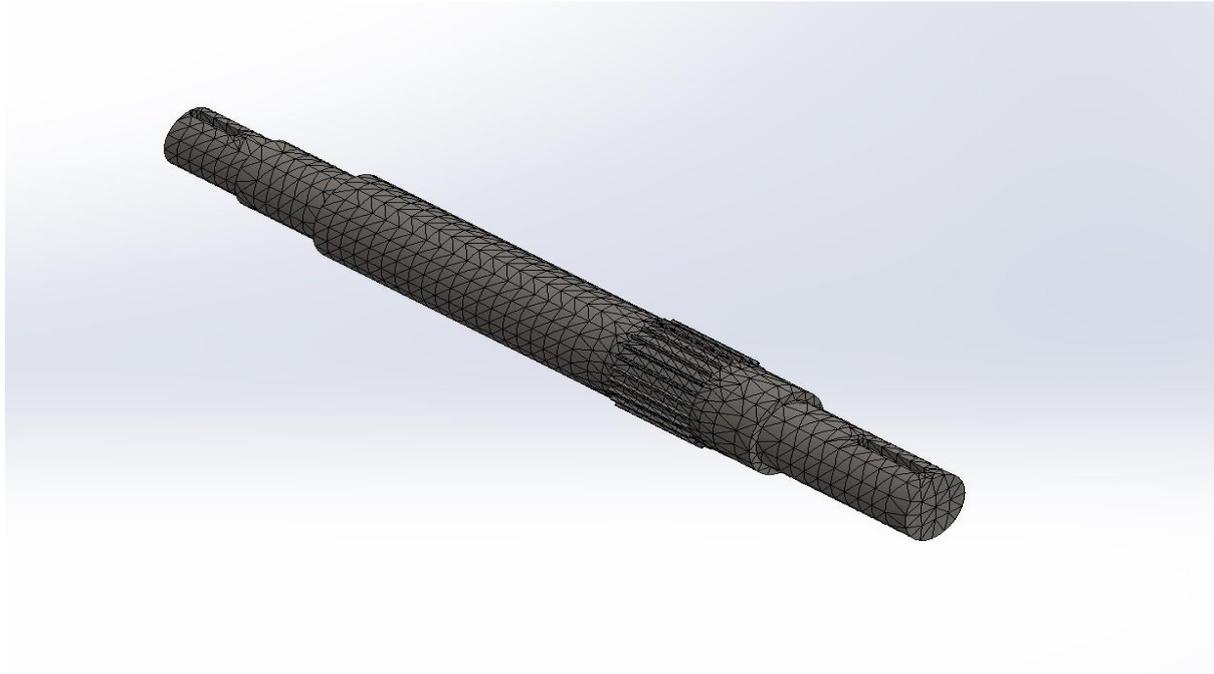


Figure 3.9 Résultat de maillage d'arbre de sortie

11. Résultats de l'étude

11.1 Les contraintes représentées sont les contraintes équivalent de Von mises

Type : VON : contrainte de Von Mises

Min : $9.630e+002$ N/m²

Max : $2.752e+005$ N/m²

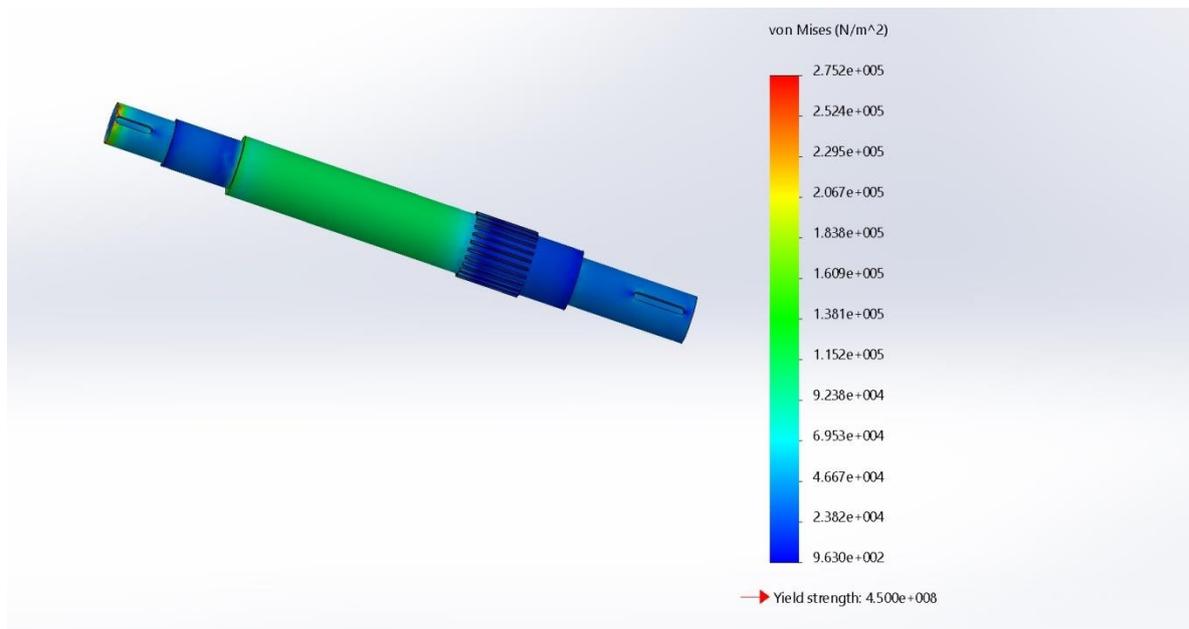


Figure 3.10 Contraintes agissant sur l'arbre de sortie

11.2 Déplacement résultant

Déplacements : URES : Déplacement résultant

Min : 1.0000e-030mm

Max : 1.096e-004mm

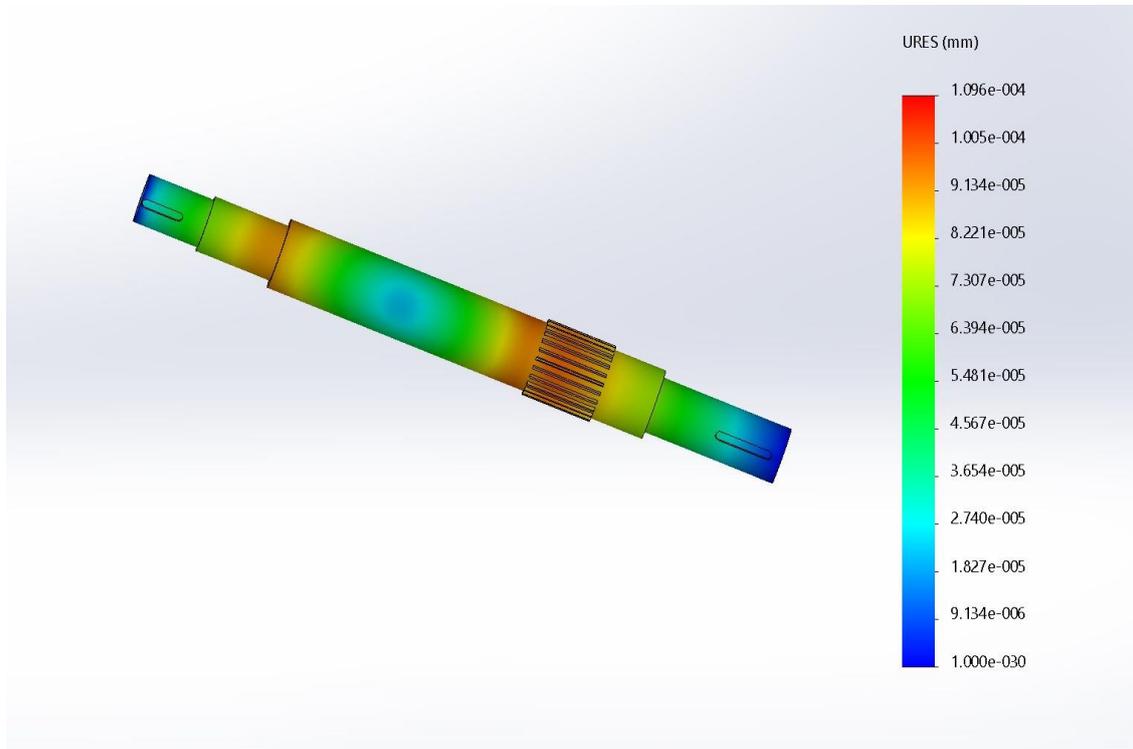


Figure 3.11 Déplacement URES sur l'arbre de sortie

11.3 Déformation équivalente

Déformations : ESTRN : Déformation équivalente

Max : 1.472 e-006

Min : 6.875 e-007

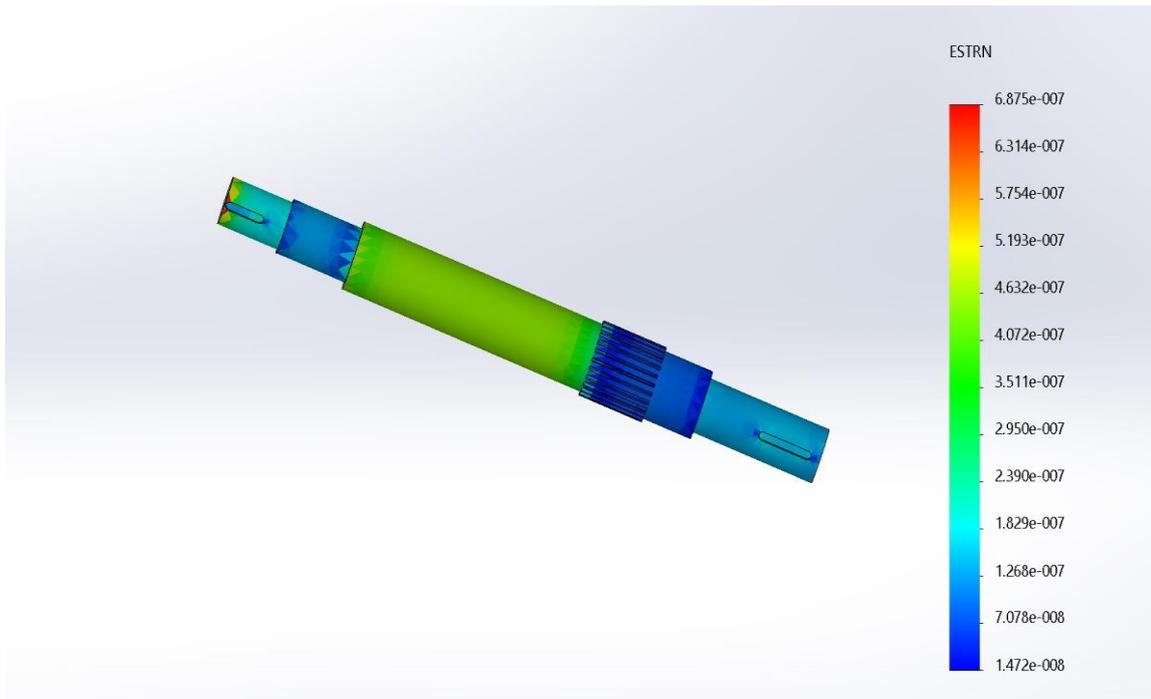


Figure 3.12 Déformation sur l'arbre de sortie

8. Interprétation des résultats

On observe sur la figure 5.5 que l'arbre coloré par 3 couleurs :

Bleu foncé ce qui indique qu'il soumit à une contrainte de $9.630 \cdot 10^2$ N/mm²

Bleu clair ce qui indique qu'il soumit à une contrainte de $6.953 \cdot 10^4$ N/mm²

Vert ce qui indique qu'il soumit à une contrainte de $1.381 \cdot 10^5$ N/mm²

Ses contraintes est inférieure à la limite élastique de matériau $5.300 \cdot 10^8$ N/mm² alors il n'a aucun danger sur l'arbre.

La figure 5.6 représente les déplacements résultant URES de système de cordonnés de référence, qui donne une visualisation sur les zones déformées de l'arbre. On a vue précédemment dans les diagrammes de moment fléchissant au point de pignon de sortie est le point le plus sollicité ce qui apparaît en couleur vert, jaune et rouge dans la figure 5.6. Le déplacement maximal se trouve au niveau de ce point avec une valeur de $4.567 \cdot 10^{-5}$ mm.

Les déformations de l'arbre apparaitre sur le périmètre de base de pignon de sortie, dans les bous rond de clavette et dans les appuis de l'arbre. Le changement de la géométrie et de dimension dans ces zones génère une concentration de contrainte qui provoque des déformations.

Les déformations sont représentées dans la figure. 5.7 On 3 couleur :

Bleu foncé, bleu clair et vert qui indique une valeur de $3.511 \cdot 10^7$ mm. Cette valeur n'est pas danger les déformations dans ces zones restent toujours des déformations élastiques.

Conclusion

Dans cette étude, nous avons utilisé SolidWorks, un logiciel de Conception Assistée par Ordinateur (CAO), pour simuler et analyser l'arbre de sortie de la boîte de vitesse du treuil OILWELL 840-E. Nous avons intégré des données détaillées sur les régimes de fonctionnement, les charges attendues, et les propriétés matérielles dans nos modèles. Les simulations ont permis d'évaluer avec précision les contraintes mécaniques telles que la flexion, la torsion et les déformations sous diverses conditions. Les résultats obtenus ont été validés par rapport aux performances attendues sur le terrain, confirmant la robustesse de l'arbre pour résister aux charges spécifiées tout en maintenant des niveaux de contrainte acceptables. Cette approche a non seulement assuré la fiabilité de la conception mais a également identifié des opportunités d'optimisation pour améliorer encore la performance et la durabilité du treuil. En conclusion, l'utilisation de SolidWorks a joué un rôle crucial en fournissant des insights essentiels pour garantir un fonctionnement sûr et efficace du treuil OILWELL840-E..

CONCLUSION GÉNÉRALE

Conclusion Générale

Le travail qu'on a effectué dans ce mémoire est basé sur le dimensionnement de diamètre et la résistance de l'arbre de sortie de boîte de vitesse de treuil 840-E avec les outils informatiques. Pour cela on a suivi les étapes suivantes:

- Calcul des réactions et les moments fléchissant, et cela par application des règles bien connues.
- Calcul du diamètre des arbres par utilisation d'une méthode qui se base sur des critères de résistance.

On a validé notre travail par application au cas d'un arbre de sortie d'un treuil de forage type 840-E.

Les résultats obtenues sont acceptables. Dans le cas du dimensionnement, on a trouvé que le diamètre de l'arbre de sortie (égale à 15 cm) est inférieur au diamètre réel (égale à 25.46 cm), ce qui indique que les arbres fonctionnent sans risque de rupture.

D'autre part avec analyse et simulation sous SolidWorks de l'arbre de sortie de la boîte de vitesses (partie de réducteur de vitesse) de treuil de forage on a obtenu des résultats de contrainte, déformation et déplacement directement.

Enfin, les outils informatiques sont pris l'habitude de simplifier les calculs et l'affichage des résultats ; et minimiser les erreurs le maximum c'est bien de l'intitulé dans le domaine pétrolier.

Références

- [1] I. Tchaïoun -"Appareil de levage : Application au cours". Boumerdès (1985).
- [2] Forage rotary: Le treuil . - American Association of Oil Well Drilling Contractors - (1971).
- [3] A. Ilski, V. Kassianov, V. Porochine -Machines mécanismes et installations de forage Edition Moscow.
- [4] Manuel d'utilisation du treuil OILWELL 840E - OILWELL - (1987).
- [5] B. KOHLER, E. SZTRYGLER -Chaînes mécaniques Techniques de l'ingénieur, B 5650.
- [6] Boite de vitesses d'un treuil de forage'' mémoire fin étude INH 1982.
- [7] Vincent Manet, Méthode des éléments finis, Vulgarisation des aspects mathématique Et Illustration De La Méthode, France, 2013
- [8] Theodor Oliver, Les engrenages, musée des arts et métiers, page 2, 1793-1853
- [9] G. Sabatier, F. Ragusa et Hantz, manuel de technologie mécanique, Edition DUNOD 2006
- [10] F. ESNAULT, Construction mécanique, transmission de puissance T3, 3eme édition DUNOD
- [11] www.steal-grades.com
- [12] www.SKF.com
- [13] Georges Henriot, Engrenages conception fabrication et mise en œuvre, 7eme édition DUNOD
- [14] Bloul Benattia. "cours de dessin et DAO – master 1" 2017-2018.
- [15] help.solidworks.com l
- [16] Présentation de logiciel SolidWorks –BTS AMCR- www.eduscol.education .fr

ANNEXES

Annexe 1 : Calcul la puissance de l'arbre de sortie:

$$N_e = N_i * (n_1 + n_2)$$

$$N_e = N_i * (n_1 + n_2)$$

$$N_e = 1156.40 \text{ ch}$$

$$N_e = 849954.00 \text{ watt}$$

Faculté des hydrocarbures et de la chimie

Calcul de la puissance a l'arbre d'entrée

La puissance de moteur: 700 ch

Le rendement 1: 0.826

Le rendement 2: 0.826

Calculer la puissance

La puissance: 849954 W

```
%%Calcul de la puissance :  
fprintf('Calcul de la puissance :');  
Ne=1156.40;  
n1=0.826;  
n2=0.826;  
Ns=Ne*(n1+n2);  
fprintf('\nNs = Ne*(n1+n2)');  
fprintf('\nNs = %.2f ch',Ns);  
Ns=Ns*735 ;  
fprintf('\nNs = %.2f watt',Ns);
```

$$N_{ae} = n_{m/i}$$

$$W_{ae} = N_{ae} * 2 * \pi / 60$$

$$n_{ae} = n_{m/i}$$

$$n_{ae} = 1078.43 \text{ tr/min}$$

$$w_{ae} = n_{ae} * 2 * \pi / 60$$

$$w_{ae} = 112.93 \text{ rad/sec}$$

Annexe2 : Calcul de vitesse de rotation de l'arbre de sortie

```
%%Calcul de vitesse :  
fprintf('\n\nCalcul de vitesse :\n');  
i=1.67 ;  
nae=112.93;  
nas=nae/i;  
fprintf('\nas = nae/i');  
fprintf('\nnas = %.2f tr/min',nas);  
was=(nas*2*pi)/60;  
fprintf('\nwas = nas*2*pi/60');  
fprintf('\nwas = %.2f rad/sec',was);
```

Annexe3 :Calcul de couple de l'arbre de sortie

```
% Assigner les valeurs de Ns et omega_as  
Ns = 1963761.1295;  
omega_as = 102.85;  
  
% Calculer le couple de l'arbre de sortie  
Cas = Ns / omega_as;  
  
% Afficher le résultat  
disp(['Le couple de l'arbre de sortie est : ', num2str(Cas), ' N.m']);
```

Annexe 4 :Calcul de traction de la chaîne dans la transmission

HI MODE

```
% Définir les valeurs des variables  
z = 67;  
t = 59.6;  
n = 457;  
  
% Calculer la traction de la chaîne en utilisant l'équation  
Vch = z * t * n / (6 * 10^4);  
  
% Afficher le résultat  
disp(['La vitesse de la chaîne est : ', num2str(Vch), ' m/s']);  
  
% Assigner les valeurs de Ns et Vch  
Ns = 1963761.1295; % Valeur donnée ou calculée  
Vch = 29.57; % Valeur donnée ou calculée  
  
% Calculer le traction de la chaîne  
Tch = Ns / Vch;  
  
% Afficher le résultat  
disp(['Le traction de la chaîne est : ', num2str(Tch), ' N']);
```

LOW MODE

```

% Définir les valeurs des variables
z = 67;
t = 59.6;
n = 285;

% Calculer la traction de la chaîne en utilisant l'équation
Vch = z * t * n / (6 * 10^4);

% Afficher le résultat
disp(['La vitesse de la chaîne est : ', num2str(Vch), ' m/s']);

% Assigner les valeurs de Ns et Vch
Ns = 1963761.1295; % Valeur donnée ou calculée
Vch = 18.967; % Valeur donnée ou calculée

% Calculer la traction de la chaîne
Tch = Ns / Vch;

% Afficher le résultat
disp(['Le traction de la chaîne est : ', num2str(Tch), ' N']);

```

Annexe 5 Code de calcul réaction aux appuis HI MODE

```

Tch1 = 66410.53; % valeur de T
a = 0.6; % valeur de a
L = 1.9; % valeur de L

R2 = (Tch1 * a) / L;
disp(['La valeur de R2 est : ', num2str(R2)])

```

LOW MODE

```

Tch2 = 103535.674; % valeur de T en N
a = 0.6; % valeur de a en m
L = 1.9; % valeur de L en m

R = (Tch2 * a) / L;
disp(['La valeur de R est : ', num2str(R), ' N']);

```

Annexe 6 : Code de calcul moments fléchissant :

```

y = 0; % Distance en mètres (m)
R_1 = 45438.8431; % Force de réaction en newtons (N)

M_fl = R_1 * y;
disp(['Le moment de flexion pour cette section est : ', num2str(M_fl), ' Nm']);

```

Annexe 7 : Code de calcul le moment équivalent

```

M_fl = 27263.35; % Moment de flexion en newtons-mètres (Nm)
M_t = 7500;      % Moment de torsion en newtons-mètres (Nm)

M_eq = calculer_moment_equivalent(M_fl, M_t);
disp(['Le moment équivalent est : ', num2str(M_eq), ' Nm']);

```

Annexe 8 : Code d'interface générale

```

function varargout = interface1(varargin)
% INTERFACE1 MATLAB code for interface1.fig
%   INTERFACE1, by itself, creates a new INTERFACE1 or raises the existing
%   singleton*.
%
%   H = INTERFACE1 returns the handle to a new INTERFACE1 or the handle to
%   the existing singleton*.
%
%   INTERFACE1('CALLBACK',hObject,eventData,handles,...) calls the local
%   function named CALLBACK in INTERFACE1.M with the given input arguments.
%
%   INTERFACE1('Property','Value',...) creates a new INTERFACE1 or raises the
%   existing singleton*. Starting from the left, property value pairs are
%   applied to the GUI before interface1_OpeningFcn gets called. An
%   unrecognized property name or invalid value makes property application
%   stop. All inputs are passed to interface1_OpeningFcn via varargin.
%
%   *See GUI Options on GUIDE's Tools menu. Choose "GUI allows only one
%   instance to run (singleton)".
%
% See also: GUIDE, GUIDATA, GUIHANDLES

% Edit the above text to modify the response to help interface1

% Last Modified by GUIDE v2.5 07-Jun-2024 18:56:38

% Begin initialization code - DO NOT EDIT
gui_Singleton = 1;
gui_State = struct('gui_Name',       mfilename, ...
'gui_Singleton',  gui_Singleton, ...
'gui_OpeningFcn', @interface1_OpeningFcn, ...
'gui_OutputFcn',  @interface1_OutputFcn, ...
'gui_LayoutFcn',  [], ...
'gui_Callback',   []);
if nargin&&ischar(varargin{1})
gui_State.gui_Callback = str2func(varargin{1});
end

if nargout
    [varargout{1:nargout}] = gui_mainfcn(gui_State, varargin{:});
else
    gui_mainfcn(gui_State, varargin{:});
end
% End initialization code - DO NOT EDIT

% --- Executes just before interface1 is made visible.
function interface1_OpeningFcn(hObject, eventdata, handles, varargin)
% This function has no output args, see OutputFcn.

```

```

% hObject    handle to figure
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    structure with handles and user data (see GUIDATA)
% varargin   command line arguments to interface1 (see VARARGIN)

% Choose default command line output for interface1
handles.output = hObject;

% Update handles structure
guidata(hObject, handles);

% UIWAIT makes interface1 wait for user response (see UIRESUME)
% uiwait(handles.figure1);

% --- Outputs from this function are returned to the command line.
function varargout = interface1_OutputFcn(hObject, eventdata, handles)
% varargout  cell array for returning output args (see VARARGOUT);
% hObject    handle to figure
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    structure with handles and user data (see GUIDATA)

% Get default command line output from handles structure
varargout{1} = handles.output;

function edit1_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to edit1 (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    structure with handles and user data (see GUIDATA)

% Hints: get(hObject,'String') returns contents of edit1 as text
%        str2double(get(hObject,'String')) returns contents of edit1 as a double

% --- Executes during object creation, after setting all properties.
function edit1_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to edit1 (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    empty - handles not created until after all CreateFcns called

% Hint: edit controls usually have a white background on Windows.
%       See ISPC and COMPUTER.
if ispc && isequal(get(hObject,'BackgroundColor'),
get(0,'defaultUicontrolBackgroundColor'))
    set(hObject,'BackgroundColor','white');
end

function edit2_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to edit2 (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    structure with handles and user data (see GUIDATA)

% Hints: get(hObject,'String') returns contents of edit2 as text
%        str2double(get(hObject,'String')) returns contents of edit2 as a double

% --- Executes during object creation, after setting all properties.
function edit2_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)

```

```

% hObject    handle to edit2 (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    empty - handles not created until after all CreateFcns called

% Hint: edit controls usually have a white background on Windows.
%         See ISPC and COMPUTER.
if ispc&&isequal(get(hObject,'BackgroundColor'),
get(0,'defaultUiControlBackgroundColor'))
    set(hObject,'BackgroundColor','white');
end

function edit3_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to edit3 (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    structure with handles and user data (see GUIDATA)

% Hints: get(hObject,'String') returns contents of edit3 as text
%        str2double(get(hObject,'String')) returns contents of edit3 as a double

% --- Executes during object creation, after setting all properties.
function edit3_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to edit3 (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    empty - handles not created until after all CreateFcns called

% Hint: edit controls usually have a white background on Windows.
%         See ISPC and COMPUTER.
if ispc&&isequal(get(hObject,'BackgroundColor'),
get(0,'defaultUiControlBackgroundColor'))
    set(hObject,'BackgroundColor','white');
end

```