

RÉPUBLIQUE ALGÉRIENNE DÉMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
UNIVERSITÉ MOULOUD MAMMARI -TIZI-OUZOU
FACULTÉ DU GÉNIE DE LA CONSTRUCTION
DÉPARTEMENT DE GÉNIE MÉCANIQUE



Mémoire de fin d'étude

THÈME

***Etude de Conception et élaboration d'une
gamme d'usinage d'une Tubing Head
pour injection de gaz***

Encadré par :

Mr LARBI Said

Présenté par :

NECIB Walid

IMADOUCHENE Hakim

Remerciements

Nous remercions notre encadrant **Mr. LARBI Said**, Maitre de conférences à l'université de Mouloud Mammeri de Tizi Ouzou, pour nous avoir guidé judicieusement durant l'élaboration de ce projet de fin d'études. Nous garderons en mémoire ses précieux conseils. Nous tenons à lui exprimer notre profonde reconnaissance et gratitude. Nous sommes honorés de travailler à ses côtés sur un sujet d'actualité. Nous le remercions également pour son omniprésence durant l'élaboration de ce PFE.

Nous remercions **Mr BELAID Merzouk**, cadre de GRH, pour nous avoir orienté et aidé à effectuer notre stage. Nous lui sommes très reconnaissants.

Nos remerciements vont aussi à **Mme BOUNABI Nassima**, responsable de formation à EX-ALDIM de son chaleureux accueil au sein de l'entreprise.

Nous sommes reconnaissants envers **Mr AMRAOUI Bilal**, **Mr SOUID Kamel**, cadres au bureau d'études d'EX-ALDIM pour leur disponibilité et leurs précieux conseils dans le domaine professionnel.

Enfin nous adressons nos remerciements à tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à l'élaboration de ce présent travail.

Dédicaces de Necib Walid

C'est avec toute mon affection que je dédie ce modeste travail à tous ceux qui me sont chers,

À la mémoire de mes grands-parents, bien que vous soyez plus présents à mes côtés, je sens votre présence dans mon cœur, mon âme et mes souvenirs... Que dieu vous accueille dans son vaste paradis.

*À ma chère **mère**, mon cher **père**, en témoignage de leurs gratitude, leurs dévouements, leurs soutiens permanents durant toutes mes années d'études, leurs sacrifices illimités, leurs réconfort moral. Ils ont consenti tant d'efforts pour mon éducation, mon instruction et pour me voir atteindre ce but, pour tout cela et pour ce qui ne peut être dit, je vous dis **MERCI**.*

À ma tante Nora qui est ma deuxième mère, son époux Taleb Rachid, ainsi que mes sœurs Sonia, Fatiha, Salima, Mélissa, je leurs serais éternellement reconnaissant pour leurs soutiens sans cesse.

*À toute ma famille maternelle, **Belaid Messaouda, Amrane, Djamel, Dalila, Sabrina, Amine, Kenza, Merouane, Loubna**, ils ont toujours su comment me motiver pour aller de l'avant.*

A ma chers Kenza, ton soutient, dévouement, vos sacrifices, votre amour sont pour moi une référence.

À mes amis Omar, Amar, Lyes, qui ont toujours été ma source de soutient et de motivation.

*À mon binôme **IMADOUCHONE HAKIM**, j'ai apprécié de travailler avec lui et j'admire ses compétences et ses qualités remarquables.*

Enfin à tous mes camarades de classe de la promotion de Génie Mécanique (2020/2021).

Dédicaces de Imadouchene Hakim

*Je dédie ce travail à mes chers **parents**, mes **frères et sœurs** qui m'ont soutenue tout au long de mon parcours, et aussi à mes amis(es) qui ont partagé avec moi tous les moments d'émotion lors de la réalisation de ce travail.*

*A mon binôme **Necib Walid**, j'apprécie les moments qu'on a passé ensemble à l'université et j'adore sa méthode de travail.*

Table des matières
Chapitre 1 : Présentation de l'entreprise

1. **Erreur ! Signet non défini.**
2. **Erreur ! Signet non défini.**
 - 2.1. **Erreur ! Signet non défini.**
 - 2.2. **Erreur ! Signet non défini.**
 - 2.3. **Erreur ! Signet non défini.**
 - 2.4. **Erreur ! Signet non défini.**
 - 2.4.1. **Erreur ! Signet non défini.**
3. **Erreur ! Signet non défini.**
4. **Erreur ! Signet non défini.**

Chapitre 2 : généralités sur le domaine pétrolier

1. **Erreur ! Signet non défini.**
2. **Erreur ! Signet non défini.**
 - 2.1. **Erreur ! Signet non défini.**
 - 2.1.2. Extraction assistée du pétrole [1] 8
3. **Erreur ! Signet non défini.**
 - 3.1 **Erreur ! Signet non défini.**
 - 3.2. **Erreur ! Signet non défini.**
 - 3.3. **Erreur ! Signet non défini.**
 - 3.3.1. **Erreur ! Signet non défini.**
 - 3.3.2. **Erreur ! Signet non défini.**
 - 3.4. **Erreur ! Signet non défini.**
 - 3.4.1. Composition de l'ensemble Wellhead (tête de puits) 12
 - 3.4.2. **Erreur ! Signet non défini.**
 - 3.4.3. **Erreur ! Signet non défini.**
 - 3.4.4. 14
4. **Erreur ! Signet non défini.**

Chapitre 3 : les normes

1. **Erreur ! Signet non défini.**
2. **Erreur ! Signet non défini.**
3. 16
 - 3.1.16
 - 3.2.17
4. 18
 - 4.1.18
 - 4.2. **Erreur ! Signet non défini.**
5. **Erreur ! Signet non défini.**
6. **Erreur ! Signet non défini.**
7. 21
8. 21

Chapitre 4 : Conception d'une Tubing Head 4''¹/₁₆ 5000 Psi avec deux sorties latérales 2''¹/₁₆

1. **Erreur ! Signet non défini.**
2. **Erreur ! Signet non défini.**
3. **Erreur ! Signet non défini.**
4. **Erreur ! Signet non défini.**
5. 24
6. **Erreur ! Signet non défini.**
 - I. **Erreur ! Signet non défini.**
 - 6.1. **Erreur ! Signet non défini.**
 - 6.1.1. **Erreur ! Signet non défini.**
 - 6.1.2. **Erreur ! Signet non défini.**
 - 6.1.3. **Erreur ! Signet non défini.**
 - 6.1.4. **Erreur ! Signet non défini.**
 - 6.1.5. **Erreur ! Signet non défini.**
 - 6.1.6. **Erreur ! Signet non défini.**

6.1.7. Erreur ! Signet non défini.

6.1.8. 32

6.2. Erreur ! Signet non défini.

6.2.1. Erreur ! Signet non défini.

6.2.2. Erreur ! Signet non défini.

6.2.3. Erreur ! Signet non défini.

6.2.4. Erreur ! Signet non défini.

6.2.5. Erreur ! Signet non défini.

6.3. Erreur ! Signet non défini.

6.3.1. 36

6.3.2. Erreur ! Signet non défini.

6.3.3. Erreur ! Signet non défini.

6.4. Erreur ! Signet non défini.

6.4.1. Erreur ! Signet non défini.

6.4.2. Erreur ! Signet non défini.

6.4.3. Erreur ! Signet non défini.

II. Erreur ! Signet non défini.

6.5. Erreur ! Signet non défini.

a) Erreur ! Signet non défini.

b) Erreur ! Signet non défini.

c) Erreur ! Signet non défini.

6.6. Erreur ! Signet non défini.

6.6.1. 48

6.6.2. Erreur ! Signet non défini.

6.6.3. Erreur ! Signet non défini.

7. Erreur ! Signet non défini.

8. Erreur ! Signet non défini.

9. Erreur ! Signet non défini.

1. 55
2. 55
3. **Erreur ! Signet non défini.**
 - 3.1. **Erreur ! Signet non défini.**
 - 3.2. **Erreur ! Signet non défini.**
 - 3.3. **Erreur ! Signet non défini.**
 - 3.4. **Erreur ! Signet non défini.**
 - 3.4.1. **Erreur ! Signet non défini.**
 - 3.5. **Erreur ! Signet non défini.**
 - 3.5.1. Contrat de phase tournage 61
 - 3.6. **Erreur ! Signet non défini.**
 - 3.6.1. Les contrats de phases 300 fraisage 66
 - 3.6.2. 70
 - 3.6.3. Les contrats de phases de fraisage cnc 5 axes 75
4. **Erreur ! Signet non défini.**
 - 4.1. **Erreur ! Signet non défini.**
 - 4.2. **Erreur ! Signet non défini.**
5. **Erreur ! Signet non défini.**
6. **Erreur ! Signet non défini.**

Chapitre 6 : test et discussion

1. **Erreur ! Signet non défini.**
 - 1.1. **Erreur ! Signet non défini.**
2. **Erreur ! Signet non défini.**
 - 2.1. **Erreur ! Signet non défini.**
 - A) **Erreur ! Signet non défini.**
 - B) **Erreur ! Signet non défini.**
 - C) **Erreur ! Signet non défini.**
 - 2.2. **Erreur ! Signet non défini.**
 - A) **Erreur ! Signet non défini.**
 - B) **Erreur ! Signet non défini.**

Liste des figures

Figure 1.1 : Figure 1 BUREAU D'ETUDE SOLIDWORKS LOGICIEL DE CONCEPTION4

Figure 1. 2 : CENTRE D'USINAGE 3 AXES

5

| | |
|---|----|
| Figure 1. 3 : Organigramme de la direction fabrication et travaux | 6 |
| Figure 2. 4 : Pompe Vertical | 8 |
| Figure 5.2 : Puits pétrole productif | 9 |
| Figure 2. 6 : Schéma illustrant un casing | 11 |
| Figure 2.7 : Tubing | 11 |
| Figure 2.8 : Les différents composants du wellhead | 12 |
| Figure 2.9 : Casing Head | 13 |
| Figure 2.10 : Tubing Head spool | 14 |
| Figure 2.11 : Christmas Tree | 14 |
| Figure 4.12 : Tubing Head | 23 |
| Figure 4.13 : Coupe d'une bride intégrale | 27 |
| Figure 4.14 : Vue arrière de la bride | 29 |
| Figure 4.15 : Vue de face de la bride | 29 |
| Figure 4.16 : Vue 3D de la bride 21/16 5000 Psi | 31 |
| Figure 4.17 : Dimensions du joint R | 32 |
| Figure 4.18 : Vue de face du joint R39 | 33 |
| Figure 4.19 : Vue 3D joint R39 | 33 |
| Figure 4.20 : Vue 3D du joint R24 | 34 |
| Figure 4.21 : Corps de la Tubing Head | 35 |
| Figure 4.22 : Goujon de bride 6B | 37 |
| Figure 4.23 : Goujon avec écrous | 37 |
| Figure 4.24 : Goujon implanté dans la bride | 37 |
| Figure 4.25 : Goujon implanté dans la bride | 38 |
| Figure 4.26 : Conception assisté par ordinateur du goujon implanté les brides bilatérales | 40 |
| Figure 4.27 : Conception assisté par ordinateur du goujon entièrement fileté | 40 |
| Figure 4.28 : Conception assisté par ordinateur de l'écrou | 41 |
| Figure 4.29 : Bouchon à six pans externes | 41 |
| Figure 4.30 : Vue 3D du bouchon taraudé d'obturation | 42 |
| Figure 4.31 : Epaisseur de la bride supérieure | 43 |
| Figure 4.32 : Surface plate des brides latérales | 44 |
| Figure 4.33 : Bride en face de la bride latérale | 44 |
| Figure 4.34 : Espace pour le serrage des goujons de la bride inferieure | 45 |
| Figure 4.35: Vue 3D de la bride inferieure après l'enlèvement de matière | 46 |
| Figure 4.36 : Tubing Head après dimensionnement | 47 |

| | |
|---|----|
| Figure 37 olive de suspension | 48 |
| Figure 4.38 : Pointeau de serrage | 49 |
| Figure 4.39 : Dimensionnement des trous de passage des pointeaux | 49 |
| Figure 4.40 : Vue en coupe 3D des trous de passage des pointeaux | 50 |
| Figure 4.41 : Coupe montrant l'épaulement olive-Tubing Head | 50 |
| Figure 4.42 : Tubing Head assemblée sur SolidWorks | 51 |
| Figure 4.43 : Vue en coupe de la Tubing Head assemblée sur SolidWorks | 52 |
| Figure 4.44 : Dessin d'ensemble de la Tubing Head | 53 |
| Figure 4. 45 brut de la Tubing Head | 56 |
| Figure 5.46 : mise en plan du corps de la Tubing Head | 57 |
| Figure 5.47 : Mise en plan de l'olive | 57 |

Liste des tableaux

| | |
|--|----|
| Tableau 3. 1 Liste non exhaustive des équipements auxquels la norme 15156 s'applique | 20 |
| Tableau 4. 1 Répartition des températures..... | 24 |
| Tableau 4. 2 Classe de matériaux | 25 |
| Tableau 4. 3 Pressions de service nominales et gammes de dimensions des brides | 26 |
| Tableau 4. 4 Caractéristiques mécaniques du XC38 | 26 |
| Tableau 4. 5 Composition chimique du XC38 | 26 |
| Tableau 4. 6 dimensions de la bride | 28 |
| Tableau 4. 7 dimensions de la bride 6B 2" 1/16 | 30 |
| Tableau 4. 8 dimensions du joint R39 | 32 |
| Tableau 4. 9 dimensions du joint R24 | 34 |
| Tableau 4. 10 grade b7 Composition chimique | 39 |
| Tableau 4. 11 grade b7 propriétés mécaniques | 39 |
| Tableau 4. 12 Acier en carbone compositions | 40 |
| Tableau 4. 13 Bouchons taraudés d'obturation dimensions | 41 |
| Tableau 4. 14 comparaison de conception | 54 |

Introduction générale

Introduction générale

La découverte du pétrole a révolutionné le monde, c'est un facteur essentiel qui a causé le boom industriel, ce qui fait de lui la matière du siècle, par conséquent la demande est de plus en plus élevée pour satisfaire la consommation mondiale de cet hydrocarbure, pour cela les technologies d'extraction du pétrole n'ont cessé d'évoluer.

L'industrie du pétrole nécessite la haute maîtrise des technologies d'explorations géologiques, d'exploitations, de transports et de raffinages, ce qui contraint chaque entreprise de se spécialiser dans un sous domaine spécifique vu son l'immensité.

Ce projet de fin d'étude a été réalisé au sein de l'entreprise nationale des services aux puits, il consiste à faire une étude de conception et d'élaboration d'une gamme d'usinage pour une Tubing Head,

Le but de ce PFE est de faire une conception conforme aux normes internationales, et d'élaborer une gamme d'usinage fiable.

Ce travail est divisé en six chapitres, nous commençons par la présentation de l'entreprise et ses différentes directions, puis les généralités sur le domaine pétrolier afin de comprendre les différents composants d'un puits. Ensuite passons aux les normes nécessaires pour la conception et l'usinage, par la suite nous procéderons à une conception conforme aux normes exigées, une fois que la conception est achevée, nous attelons à l'élaboration d'une gamme d'usinage, pour conclure par le test du produit ainsi qu'une discussion à propos des remarques et propositions.

Chapitre 1 : Présentation de l'Entreprise

1. Introduction

Pour commencer le PFE, nous allons présenter l'entreprise nationale de services aux puits, ses différentes directions et leurs missions ainsi que l'EX-ALDIM dans laquelle nous effectuons notre stage pratique d'une durée de 6 mois.

2. Présentation de l'Entreprise Nationale de Services aux puits (ENSP)

La restructuration de Sonatrach opérée dans les années 1980, a donné lieu à la création de plus de 15 entreprises dont celle de l'Entreprise Nationale de Services aux Puits (ENSP).

L'ENSP a été créée le 01^{er} août 1981, issue de la restructuration du secteur de l'énergie et des industries pétrochimiques. Elle regroupe tous les services se rapportant à la fonction puits, et hérite de l'entreprise Sonatrach des entités suivantes :

- Société Altest (Filiale) Sonatrach 51% Baker 49%.
- Société Alfluid (Filiale) Sonatrach 51% Milchen 49%.
- Société Aldia (Filiale) Sonatrach 51% Dresser Atlas 49%.
- Société Aldim (Filiale) Sonatrach 51% Christensen 49%.
- Direction Opérations Spéciales de l'ex DTP Sonatrach.

L'ENSP, Société par actions, est autonome depuis le 29 mars 1989. Son capital social actuel est de 8 Milliards de DA.

Le principe d'organisation retenu est celui d'une décentralisation des structures opérationnelles, ce qui facilitera à terme leur filialisation.

Les métiers exercés par le groupe sont caractérisés par :

- La proximité d'une clientèle fidélisée.
- La qualité du service et de la logistique.
- L'apport de valeur ajoutée.

Le groupe ENSP développe des activités spécifiques mais complémentaires à savoir : Snubbing – Wire Line – Welle Testing – BHP, Nettoyage, revêtement, Cimentation – Pompes – Clé – Logging, traitement des bourbiers....

Le groupe a redéfini son organisation pour s'adapter à son environnement, et améliorer sa productivité ainsi que sa compétitivité, à l'effet de répondre au mieux de sa disponibilité vis-à-vis de ses clients.

2.1. La direction servicing :

Dans le cadre de la nouvelle organisation cette direction a subi une restructuration qui a donné émergence à trois directions opérationnelles à savoir :

Direction Snubbing

Direction Wire Line Well Testing

Direction Protection de l'environnement.

2.2. La direction DOS :

Les activités de cette direction ont été transférées. Il s'agit de :

L'activité cimentation transférée à BJSP

Le pompage et le Texteam sont transférés à la direction snubbing.

L'activité clé du tubage, et Mud Logging transférée à DPE.

2.3. La direction Approvisionnement et logistique :

Pour permettre aux structures opérationnelles de se consacrer principalement aux activités qui leurs sont dédiées, une direction Approvisionnement et Logistique a été créée pour prendre en charge les activités auxiliaires (transport, achats communs etc.).

Le groupe ENSP est organisé en :

La Direction Générale et le Corporate Management.

Les Unités Opérationnelles. : Snubbing, Wire line & welltesting, protection de l'environnement et fabrication.

Les Filiales : BJSP, HESP, BASP, MESP, WESP.

Les directions fonctionnelles regroupent les fonctions suivantes :

La Direction Générale, organe collégial est composée du Président directeur général et du directeur général adjoint.

Finances, ressources humaines, direction pilotage stratégique, direction business développement, direction HSE, direction Audit et la direction approvisionnement et logistique.

La Direction Générale, avec l'assistance du Corporate, pilote le groupe selon quatre axes majeurs : orientations stratégiques, management du progrès, ressources humaines et coordination et intégration. Elle a pour mission de définir et de suivre les orientations stratégiques et le plan de gestion du groupe ENSP, de coordonner les projets communs aux

structures opérationnelles, de gérer les ressources financières, de mettre en œuvre les synergies.

Au niveau du groupe, chaque unité opérationnelle conduit les opérations techniques et commerciales. Les structures opérationnelles sont elles aussi responsables de la performance, de leurs résultats opérationnels, de la rentabilité des capitaux employés et de la maîtrise des besoins en fonds de roulement. Le groupe ENSP est un acteur majeur dans les services pétroliers, employant 2700 agents et réalisant un chiffre d'affaires de 17 Milliards de DA en 2006.

Le groupe fait évoluer son organisation depuis sa création pour l'adapter aux besoins de son environnement, améliorer la productivité, la compétitivité, gagner en flexibilité pour mieux servir ses clients en utilisant tous les gisements de synergie.

Dans un souci d'optimiser les processus de gestion dans la transparence à l'égard de chaque partenaire, le conseil d'administration et la Direction Générale se sont dotés d'un règlement intérieur ayant pour objectif de préciser le mode de fonctionnement du groupe en réalisant un juste équilibre entre le conseil et la direction générale.

L'ENSP couvre un large éventail de services dans les activités de forage et d'exploitation des champs producteurs d'hydrocarbures. On dénombre une trentaine d'activités, des équipements nombreux et diversifiés.

Les prestations sont assurées sous trois (03) régimes contractuels :

- Prise en charge de travaux complets sous la supervision du client.
- Mise à disposition d'équipements et de spécialistes que le client utilisera en fonction de ses besoins.
- Mise à disposition de spécialistes que le client intègre à ses équipes.

L'outil de production est mobile. Il est déménagé quotidiennement sur les puits. Il travaille sous pression et température. Il est exposé à une usure rapide et malgré une maintenance soutenue, il nécessite un renouvellement périodique. Son remplacement est toujours mis à profit pour sa remise à jour technologique.

2.4. La direction EX. ALDIM :

À compter du 01 janvier 2007 ALDIM a changée de dénomination pour devenir désormais Direction de fabrication, c'est une filiale de l'ENSP située à Reghaia Industrielle, spécialisée dans la fabrication des outils de forage en priorité, et de produits divers destinés à l'industrie pétrolière.

La société comprend dans ses rangs plus de 150 employés formés pour des métiers de précision tels que le soudage, l'usinage par équipements (tours et fraiseuses conventionnels et numériques) ainsi que d'autres équipements industriels indispensables pour les opérations de fabrication des outils (fours et mouleuse). On trouve aussi des artisans dotés de compétences élevées qui travaillent à la main dans des opérations spéciales telles que le plotting et l'insertion des diamants.

La gestion de l'entreprise est assurée via des départements d'administration

- DAF
- Département Production
- Département Approvisionnement
- Service Commercial
- Service QHSE.

2.4.1. Bureau d'étude :

Le bureau d'étude ou la cellule ENGINEERING est le point de départ de toute opération d'usinage ou de fabrication. Des plans de conceptions sont réalisés par l'équipe d'ingénieurs avant toute opération.

Ces derniers sont fournis avec le bon de commande interne B.C.I aux différents services de réalisation pour que les intervenants de l'opération puissent suivre, aux centièmes de millimètre près, les données techniques de la pièce (dimensions et matière), le centre de contrôle aussi doit en avoir une copie pour faire le suivi et s'assurer de la bonne qualité du produit usiné dans chaque opération. Des copies sont aussi fournies au bureau d'ordonnancement et au service commercial. Ces plans ou conceptions seront enregistrées automatiquement pour une utilisation ultérieure éventuelle d'une commande du même produit.

L'équipe du bureau d'étude se charge de l'étude technique concernant les dimensions et le type de matériau à utiliser, et tant d'autres informations pour arriver à satisfaire les exigences du



*Figure 1.1 : Figure 1 BUREAU D'ETUDE –
SOLIDWORKS LOGICIEL DE CONCEPTION*

Chapitre 1 : Présentation de l'Entreprise

client de premier ordre, et d'améliorer la qualité et la performance des produits de façon générale, ainsi chercher à diversifier les gammes des outils de forage usinés dans les différents ateliers. L'équipe d'ingénieurs maîtrise des logiciels de conception tels que SOLIDWORKS et CAMWORKS qui leur permettent de faire la conception des pièces et le programme d'usinage de certaines machines à commande numérique comme la machine à 3 ou à 5 axes.

Il y a deux types de programmation pour les machines à commande numérique.

Soit en langage ISO (G code) ou bien par logiciel de conception (FAO). Certaines machines ont un langage conversationnel, plus facile à manipuler.



Figure 1. 2 : CENTRE D'USINAGE 3 AXES

3. Organigramme

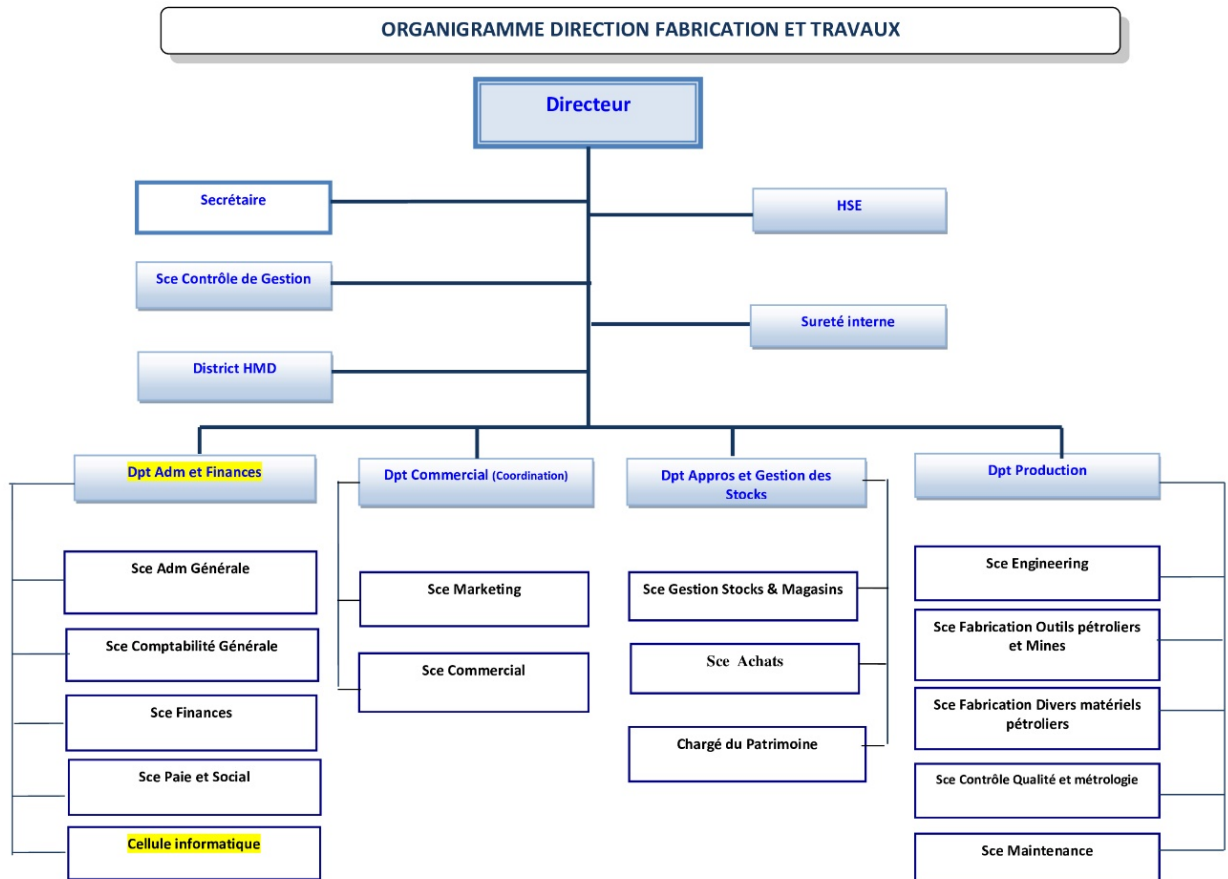


Figure 1. 3 : Organigramme de la direction fabrication et travaux

4. Conclusion

Dans ce premier chapitre nous avons vu les différentes directions de l'ENSP ainsi que la direction de l'EX-ALDIM.

EX-ALDIM dispose des infrastructures considérables, ce qui lui permet de fabriquer de nombreux équipements pétroliers.

Chapitre 2

Généralités sur le domaine pétrolier

1. Introduction

Dans ce chapitre, nous allons traiter les différentes notions dans le domaine pétrolier nécessaires pour comprendre le fonctionnement d'un puits pétrolier productif.

Nous traiterons aussi les différents équipements d'un puits pétrolier ainsi que sa structure globale.

2. Puits d'hydrocarbure producteur

Dans l'inconscient collectif, le pétrole est lié à la révolution industrielle et son utilisation serait donc relativement moderne. Pourtant, le pétrole est connu et, par endroits, exploité depuis des siècles.

- En Chine, où les premiers forages pétroliers auraient eu lieu vers l'an 347, à l'aide de trépan attachés à des poteaux de bambous.
- Au Japon, où des archives du VII^{ème} siècle font état de ce qui était appelé « l'eau brûlante ».
- En Azerbaïdjan, dans la région de la capitale actuelle, Bakou, où différents produits pétroliers (du naphta notamment) étaient produits dès le IX^{ème} siècle à partir des importants gisements locaux.
- En Algérie les premiers gisements de pétrole ont été découverts en 1956 après la réalisation des forages sur le site d'Edjelé

Au cours du XIX^{ème} siècle que les puits ont été modernisés, forés avec des outils à percussion, ont commencé à être mis en place, en Azerbaïdjan, en Pologne mais aussi dans différentes régions de l'Amérique du Nord.

2.1.Extraction du pétrole

2.1.1. Pétrole classique[2]

Le pétrole classique est extrait des gisements souterrains à l'aide de méthodes traditionnelles de forages et de pompes verticales. Le pétrole classique est liquide à température atmosphérique, ce qui lui permet de s'écouler dans les puits et les pipelines contrairement au bitume (le pétrole des sables bitumineux) qui est trop épais pour s'écouler sans être chauffé ou dilué. Il est plus facile et moins coûteux d'extraire du pétrole classique et celui-ci nécessite moins de traitement après l'extraction. Le pétrole classique peut aussi bien être terrestre qu'extracôtier.



Figure 2. 3 : Pompe Vertical

2.1.2. Extraction assistée du pétrole [1]

Il existe essentiellement quatre techniques différentes pour améliorer la récupération du pétrole et extraire 30 à 60 % du stock, au lieu des 20-40 % récupérables avec les méthodes conventionnelles.

- Tout d'abord, il est possible d'injecter des gaz (gaz naturel, azote, CO₂) dans le puit pour augmenter la pression et, parfois réduire la viscosité des hydrocarbures. Les gaz injectés demeurent piégés dans le puit. Cette technique peut donc associer récupération accrue du pétrole et stockage géologique du CO₂.
- Des solutions chimiques en diluant ou en surfactant peuvent aussi être employées pour réduire les tensions de surface et la pression capillaire dans les puits de pétrole.
- L'injection de microorganismes sélectionnés est un moyen de réduire la longueur des chaînes carbonées tout en générant IN SITU des surfactants et du CO₂ qui réduisent la viscosité du pétrole.

Chapitre 2 : Généralités sur le domaine pétrolier

- Enfin, l'injection de vapeur d'eau permet de réduire la viscosité et de vaporiser une fraction du pétrole.

Sans ces techniques, des centaines de milliards de mètres cubes de pétrole ne peuvent être extraits des réservoirs géologiques.



Figure 5.2 : Puits pétrole productif

3. Composition d'un puits

Après l'étude géologique qui prouve l'existence d'un gisement d'hydrocarbures, nous procédons à une des différentes méthodes de forage (elle varie selon la nature du sol et le type du brut) afin de construire un puits.

3.1 Fonctionnement d'un puits producteur

Le gisement est un ensemble de roches avec des pores qui contient du liquide. Habituellement dans un réservoir de pétrole, qui se situe entre une couche d'eau et une couche de gaz. La pression de l'eau et du gaz pousse le pétrole dans le puits. Après forage, une zone de basse pression est produite ce qui va entraîner une différence de pression et donc le puits peut être productif.

On a deux types de puits :

Chapitre 2 : Généralités sur le domaine pétrolier

❖ Eruptif

Soit la pression du réservoir est supérieure à celle de la surface ce qui conduit à une éruption après la réalisation du forage.

$$P_G - \rho g H > 0$$

❖ Non éruptif

Soit la pression du réservoir est égale à celle de la surface, dans ce cas on augmente la pression du réservoir en injectant de l'eau ou du gaz, sa pression doit dépasser les pertes de charges de la couche productrice jusqu'à la surface

$$P_G = P_T + \rho g H + \Delta P_{tub} + \Delta P_{gis}$$

3.2. La pression

La pression au sein d'un puits dépend essentiellement de ces trois paramètres :

- a. La pression hydrostatique dans le puits.
- b. Les pertes de charges dans le puits
- c. La pression en tête de puits

Cependant, après la variation de ces trois paramètres, la composition du fluide sera différente et la pression hydrostatique en un point dépendra de sa hauteur.

Il existe deux types principaux du régime d'écoulement :

- a. Ecoulement monophasique

La haute pression du réservoir conduit à une dissolution des gaz dans le fluide

- b. Un écoulement à bulles

La pression hydrostatique diminue quand le fluide monte dans le Casing ce qui permet l'apparition d'un écoulement à bulles.

3.3. Les équipements de fond

3.3.1. Casing et colonne de casing

Au cours de la progression du forage, nous mettons un certain nombre de casing afin :

- Assurer la protection des nappes phréatiques et les eaux de mer.
- Empêcher l'instabilité du forage.
- Contrôler la pression formation causée par la densité de la boue.

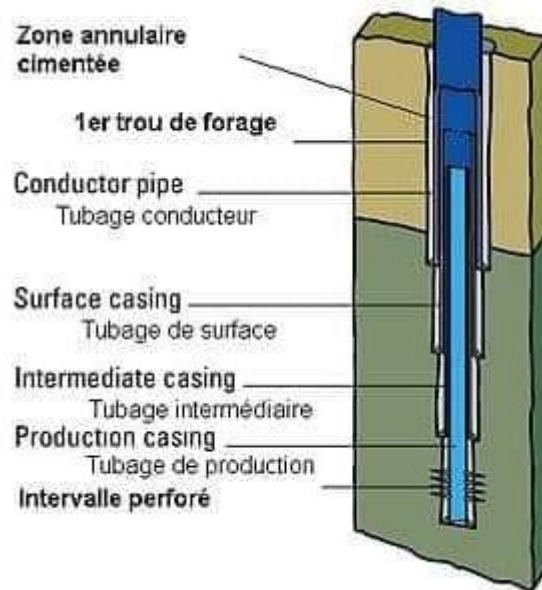


Figure 2. 6 : Schéma illustrant un casing

Pour assurer l'étanchéité, on procède à la cimentation, cette opération consiste à injecter du ciment dans l'espace formé entre le Casing et le trou du forage.

Dans la plupart des cas, nous sommes obligés de placer plusieurs colonnes de casing en commençant par le plus grand diamètre.

3.3.2. Le Tubing de production

Les Tubings de production sont mis à travers le Casing, elles relient le réservoir et la tête du puits, les tubings permettent la montée du brut du réservoir jusqu'à la surface.



Figure 2.4 : Tubing

3.4. Les équipements de surface

3.4.1. Composition de l'ensemble Wellhead (tête de puits)

La tête de puits (Wellhead) est un composant du puits en production qui assure la sécurité du puits.

La tête de puits est composée de :

- Deux têtes (ou plus) de casing qui sont situées dans la partie A de la figure 2.5
- Une tête de tubing qui est dans la partie B
- L'arbre de Noël se trouve dans la partie C

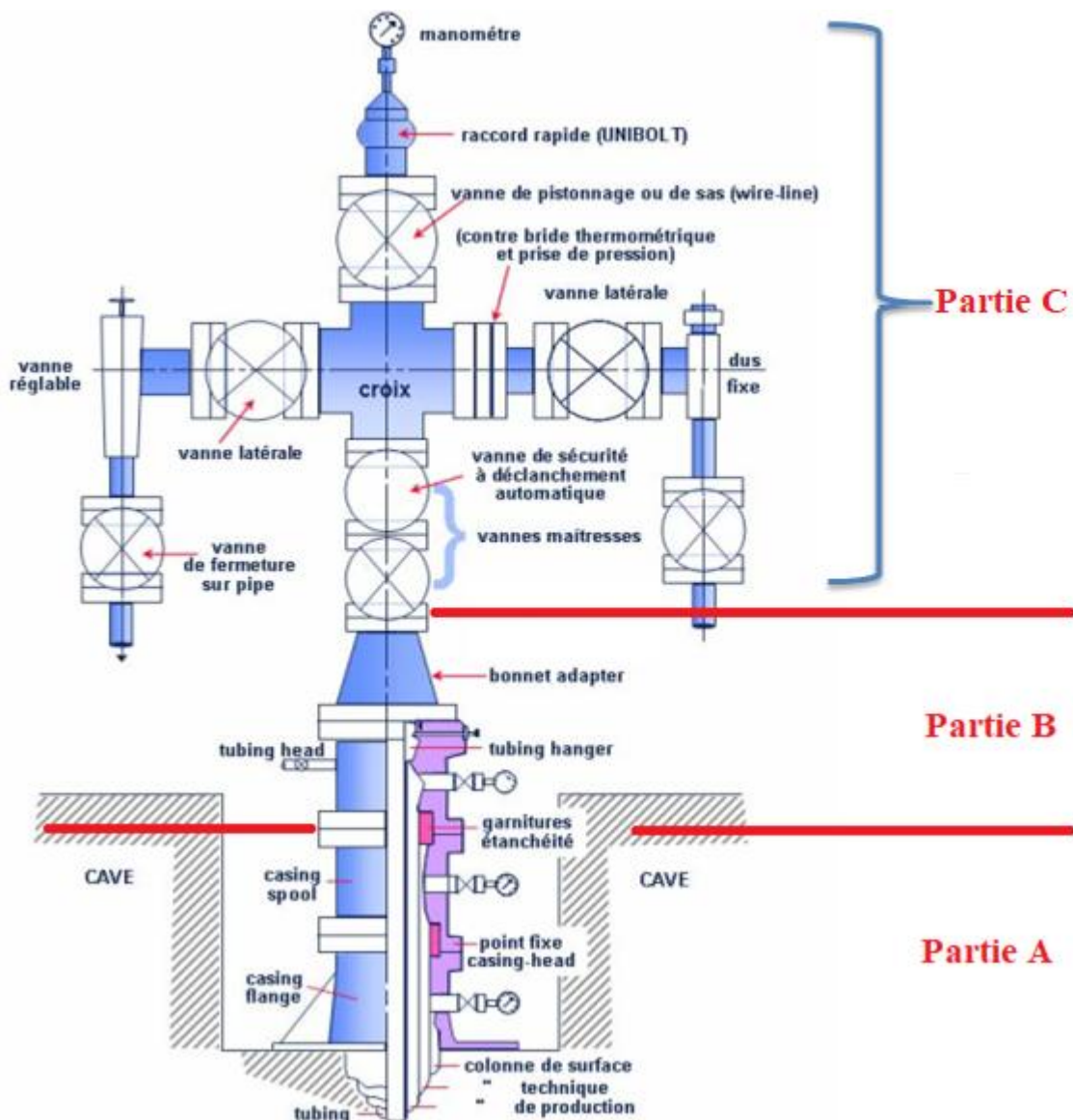


Figure 2.8 : Les différents composants du wellhead

3.4.2. Partie A : Casing Head

Chapitre 2 : Généralités sur le domaine pétrolier

Le Casing Head, installé au fond de la tête de puits (Wellhead) relie les tubages et diverses têtes de puits. L'assemblage, est composé d'un corps, support de boîtier et ensemble de joint. Le Casing Head est utilisé pour supporter le poids du tubage technique et de production, sceller l'espace annulaire entre le tubage et fournir une connexion filetée pour l'installation des ensembles supérieurs du Wellhead. Ces ensembles comprennent un obturateur anti-éruption (BOP), une tête de tubing (Tubing Head) et un arbre de Noël (Christmas Tree). Le carter de surface est relié par une bride située sous la tête de Casing (Casing Head). Le carter de chaîne d'huile (Oil-string Casing) est relié par un filetage à l'intérieur de la tête de carter.



Figure 2.5 : Casing Head

3.4.3. Partie B : Tubing Head

La tubing Head est installée au-dessus du Casing Head et comprend la Tubing Head spool et le support de tube (Tubing Hanger) (olive de suspension).

Le support de tube (Tubing Hanger) est utilisé pour suspendre le train de tubes interne et sceller l'espace annulaire entre le tube et le tubage (tubing and casing). Celui-ci est utilisé pour effectuer le rinçage des puits en circulation directe, observer la pression du tubage et effectuer diverses tâches à travers l'espace annulaire du tube et le tubage.



Figure 2.6 : Tubing Head spool

3.4.4. Partie C: Christmas Tree

Le Christmas tree (arbre de Noël) est installé au-dessus de la Tubing Head et se compose d'un robinet-vanne, d'un étrangleur, d'une bride, d'un chapeau d'arbre de Noël, etc.

Il est utilisé pour contrôler et réguler la production du puits, diriger le pétrole et le gaz de la tête de puits aux pipelines, afin de réaliser l'installation, le retrait des outils et l'équipement au fonds du puits.

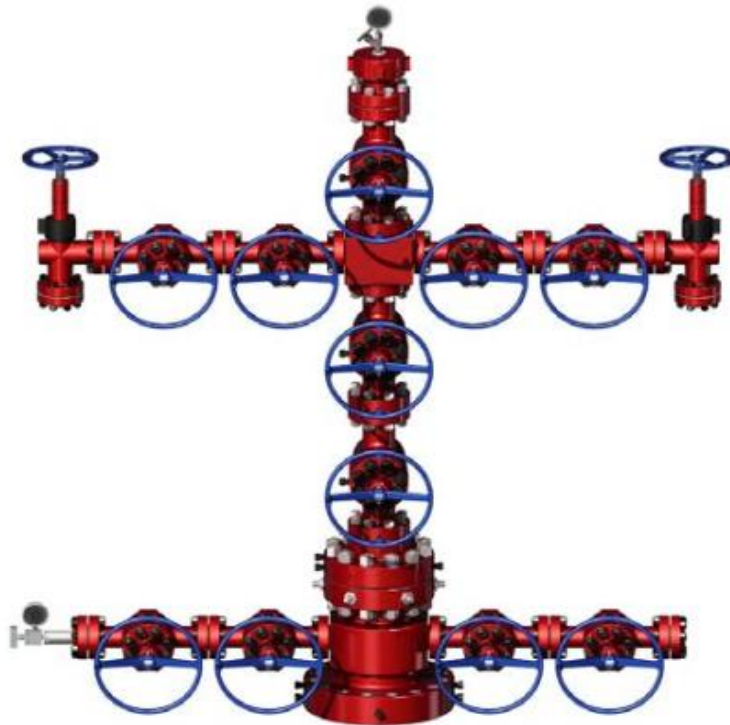


Figure 2.7 : Christmas Tree

4. Conclusion

Dans cette partie du PFE, nous avons exposé quelques généralités sur le domaine pétrolier.

Nous avons évoqué quelques notions sur les types de puits On Shore, méthode d'extractions et leurs fonctionnent et ses diffèrent équipements.

Pour conclure, il est primordial de comprendre le fonctionnement d'un puits productif afin de bien concevoir ses équipements.

Chapitre 3 : les normes

1. Introduction

Dans ce chapitre, nous allons définir les normes que nous utiliserons au cours de la conception de la Tubing Head.

2. Définition de la norme

Une norme est un référentiel industriel créé par un organisme spécialisé dans la normalisation comme par exemple ISO, CEN, ANFOR...

Pour la Tubing Head que nous allons concevoir, elle sera réalisée suivant la norme API SPEC 6A.

3. API SPEC 6A[3]

La spécification API SPEC 6A (american petroleum institute) reconnue par l'industrie pour le wellhead et l'équipement du Christmas Tree qui a été formulé pour fournir un produit de qualité et sécurisé.

L'équipement de wellhead et le Christmas Tree sont interchangeables dimensionnellement et fonctionnellement.

Cette norme comprend des exigences détaillées pour la fabrication des équipements de suspension de tubes, vannes et raccords utilisés à l'emplacement des puits de pétrole et de gaz pour contenir et contrôler la pression et les débits de fluide.

3.1.Applicabilité[3]

La présente Norme internationale est applicable aux équipements spécifiques suivants :

- a) Équipements pour têtes de puits :
 - Logements de têtes de tubage,
 - Raccords double bride de tête de tubage,
 - Raccords double bride de tête de colonne de production,
- Adaptateurs de tête de puits,
 - Logement et raccord double bride pour têtes de tubage multi-étages ;
- b) Connecteurs et accessoires :
 - Connecteurs intermédiaires,
 - Adaptateurs pour tête de colonne de production,
 - Connecteurs supérieurs,
 - Tés et croix,

Chapitre3 : les normes

- Dispositifs d'échantillonnage de fluide,
- Raccord double bride d'adaptation et d'espacement ;
- c) Dispositifs de suspension de tubages et de tubes de production :
 - Dispositifs de suspension à mandrin,
 - Dispositifs de suspension à coins ;
- d) Vannes et duses :
 - Vannes simples,
 - Vannes multiples,
 - Vannes actionnées,
 - Vannes adaptées aux actionneurs,
 - Clapets anti-retours,
 - Duses,
 - Vannes de sécurité de surface et sous-marines et actionneurs,
 - Soupapes de contre-pression ;
- e) Connecteurs mobiles [à brides, filetés, autres connecteurs d'extrémité (OEC) et soudés] :
 - Connecteurs à souder pour soudure en bout,
 - Connecteurs pleins,
 - Connecteurs filetés,
 - Connecteurs d'adaptation et d'espacement,
 - Bouchons taraudés d'obturation,
 - Bouchons pour dépose de vanne
- f) Autres équipements :
 - Actionneurs,
 - Moyeux à colliers de serrage,
 - Pénétrations dans l'enveloppe sous pression,
 - Joints annulaires,
 - Outils de pose et d'essai,
 - Chemises d'usure amovibles.

3.2.Niveaux de spécification de produits (PSL)[3]

La norme API spec 6A répartit les spécifications des produits en cinq niveaux d'exigences, à savoir PSL (1, 2, 3, 3G et 4). Les exigences techniques de qualités sont définies par ces cinq niveaux. Généralement ces niveaux représentent le travail industriel pour diverses conditions de service, la sélection d'un PSL doit être basée sur une analyse quantitative des risques, qui

Chapitre3 : les normes

est un formel et approche systématique pour identifier les événements potentiellement dangereux et estimer la probabilité et les conséquences pour le personnel, l'environnement, les ressources et les accidents résultant de ces événements.

Le schéma ci-dessous est conçu pour aider l'acheteur à choisir le PSL minimum pour les parties primaires de l'équipement de tête de puits et l'arbre de Noël.

4. La norme ISO 15156/NACE MR0175[4]

La norme ISO 15156 donne des exigences et des recommandations pour la sélection et la qualification des CRA (alliages résistants à la corrosion) et autres alliages destinés à être utilisés dans les équipements utilisés dans les usines de production de pétrole et de traitement du gaz naturel dans des environnements contenant de l'H₂S dont la défaillance peut présenter un risque de santé et de sécurité du personnel ou de l'environnement. Il peut être appliqué pour aider à éviter des dommages de corrosion coûteux à l'équipement.

Il complète, mais ne remplace ni les exigences de matière ni exigences de conception, encore moins les normes ou réglementations appropriés.

La norme ISO 15156 traite la résistance des matériaux aux dommages qui peuvent être causés par la fissuration sous contrainte de sulfure (SSC), la fissuration par corrosion sous contrainte (SCC) et la fissuration sous contrainte à l'hydrogène induite galvaniquement (GHSC).

Cette norme ne concerne que le craquage. La perte de matière par corrosion générale (perte de masse) ou localisée non traitée.

Il existe de nombreux facteurs supplémentaires qui peuvent influencer considérablement la sélection des matériaux appropriés, en plus de ceux inclus dans la NACE MR0175. Des facteurs tel que la température, est considérée importantes durant la durée de vie du puits.

Elle s'applique à la qualification et à la sélection des matériaux pour les équipements conçus et construits à l'aide des méthodes de conception à charge contrôlée. Pour la conception, nous utilisons des méthodes basées sur la déformation.

L'ISO 15156 n'est pas nécessairement adapté à une application aux équipements utilisés dans les opérations de raffinage ou naval.

4.1. Niveaux de spécifications de produits

4.2. Domaine d'application de la norme ISO 15156

Le tableau 1 fournit une liste non exhaustive des équipements auxquels la norme ISO 15156 s'applique, y compris les exclusions :

| L'ISO 15156 s'applique aux matériaux utilisés avec les équipements suivants | Exclusions autorisées |
|---|--|
| Équipements de forage, de construction des puits et d'entretien des puits | Équipements exposés uniquement à des fluides de forage de composition contrôlée. Tréfans Lames de cisaille de bloc d'obturation de puits (BOP). Systèmes de tubes prolongateurs de forage. Colonnes de travail. Câble de travail métallique et équipement de travail au câble. Tubes de cuvelage extérieurs et intermédiaires. |
| Puits, y compris les équipements de subsurface, les équipements à pousser de gaz (gaz lift), les têtes de puits et arbres de Noël | Pompes à tiges de pompage et tiges de pompage Pompes submersibles électriques Autre équipement de levage |
| Conduites, lignes de collecte, installations de terrain et unités de traitement sur le terrain | Installation de stockage et de manutention du pétrole brut fonctionnant à une pression absolue totale inférieure à 0,45 MPa (65 psi) |
| Matériel de traitement des eaux | Installation de traitement des eaux fonctionnant à une pression absolue totale inférieure à 0,45 MPa (65 psi) Matériel d'injection d'eau et de rejet d'eau |
| Installation de traitement du gaz nature | |
| Conduites de transport de liquides, gaz et fluides polyphasiques | Polyphasiques Conduites de gaz conditionné pour un usage général commercial et domestique |
| Pour tous les équipements ci-dessus | Composants chargés par compression |

Tableau 3. 1 Liste non exhaustive des équipements auxquels la norme 15156 s'applique

5. La norme ASTM A193 grade B7

La norme ASTM A193 traite le boulonnage en acier allié utiliser pour un matériel soumis à une haute pression, vannes, brides, et les raccords pour haute température, ou d'autres applications spéciales.

Le grade B7 est le grade le plus courant des boulons, il est utilisé dans la construction. Les boulons de grade B7 sont couramment utilisés dans les raccords de bride du tuyau. Ces boulons sont généralement achetés et vendus dans une finition en métal brut, mais sont souvent galvanisés à chaud, zingués, revêtus de Xylane, de PTFE ou d'un autre revêtement résistant à la corrosion. Notez que les boulons revêtus peuvent ne pas être en mesure de résister aux températures élevées auxquelles les boulons B7 non revêtus sont soumis.

Pour conclure cette norme traite les exigences de résistances des goujons, des écrous et leurs matériaux exigés.

6. SPECIFICATION FOR STUD BOLTS AND TAP END STUDS TR9501

Cette norme fait partie des publications de AWHEM (Association of Well Head Equipment Manufacturers). Elle peut être utilisée par toute personne qui le souhaite contrairement aux normes précédentes.

Cette norme définit les dimensions des goujons et des écrous.

7. Memotech productique

C'est une banque de données écrite qui comporte le maximum d'informations (paramètres d'usinage, matériels, documents types, démarches d'action, schémas de symbolisation...) permettant de préparer, réaliser et contrôler les opérations intervenant sur les machines-outils. Il est conforme aux normes et s'appuie sur les règlements de sécurité en vigueur dans les ateliers.

Nous utiliserons cette banque de donnée dans l'usinage de la Tubing Head et l'olive.

8. Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons traité les différentes normes nécessaires pour la conception de la Tubing Head.

Nous soulignons le nombre assez important des spécifications à utiliser pour la conception, ce nombre de détails élevé est justifié par le domaine d'utilisation de la Tubing Head, qui est un

Chapitre3 : les normes

domaine très agressif et dangereux, donc il faut éliminer le maximum de danger en utilisant des matériaux adéquats et en faisant une conception de qualité et bien détaillée.

Chapitre 4 :
Conception d'une Tubing Head 4''¹/₁₆ 5000 Psi avec
deux sorties latérales 2''¹/₁₆

1. Introduction

Dans ce chapitre, nous allons procéder à une étude de conception d'une Tubing Head 4''¹/₁₆ 5000 Psi avec deux sorties latérales 2''¹/₁₆ sous le logiciel SolidWorks en consultant les différentes normes nécessaires pour la conception.

2. Définition de la Tubing Head

Également appelée bride d'ancrage du tubing de production, c'est une composante du wellhead qui assure la suspension du tube de production grâce à l'olive de suspension (Tubing Hanger). Cette olive se situe dans la partie supérieure de la bride d'ancrage qui est à son tour bloquée par un système d'aide des vis de blocage. L'alésage permet la mise en position de l'olive et assure l'étanchéité entre l'annulaire du casing et la partie supérieure.

Son rôle principal est de suspendre les tiges qui sont à l'intérieur du puits.

La Tubing Head est utilisée dans le forage onshore et offshore.

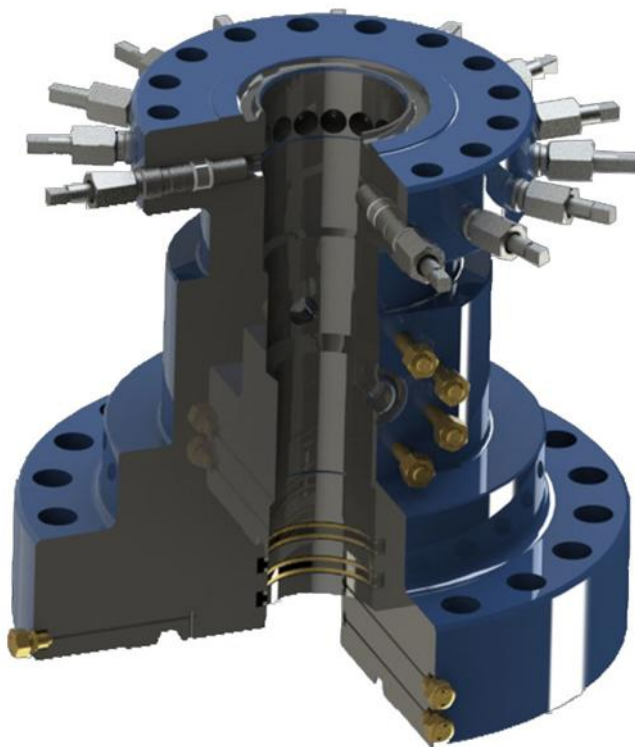


Figure 4.12 : Tubing Head

3. Les pressions nominales[3]

La tubing Head doit être conçue pour les pressions nominales suivantes :

Chapitre 4 : Conception d'une Tubing Head 4''¹/₁₆ 5000 Psi avec deux sorties latérales 2''¹/₁₆

- a) 2000Psi (13.8 Mpa)
- b) 3000Psi (20.7 Mpa)
- c) 5000 Psi (34.5Mpa)
- d) 10000 Psi (69.0 Mpa)
- e) 15000 Psi (103.5Mpa)
- f) 20000 Psi (138.0 Mpa)

Il faut prendre en considération le confinement des pressions, c'est à dire les pressions non évacuées qui peuvent faire l'objet d'une augmentation de pression.

4. Les températures nominales[3]

Les températures nominales sont choisies selon les conditions climatiques et géologiques auxquelles sera soumise, la tubing Head lors des opérations de production.

La conception doit prendre en compte les changements de températures qui provoquent des dilatations thermiques qui risquent d'affaiblir la résistance mécanique des matériaux.

Les températures nominales sont réparties en classes selon le tableau 4.1 suivant :

| Classe de température | Max(°C) | Min(°C) |
|-----------------------|---------|---------|
| K | -60 | 82 |
| L | -46 | 82 |
| N | -46 | 60 |
| P | -29 | 82 |
| S | -18 | 60 |
| T | -18 | 82 |
| U | -18 | 121 |
| V | 2 | 121 |

Tableau 4. 1 Répartition des températures

5. Choix des matériaux[3]

Les matériaux choisis seront exposés à des conditions extrêmes, que ça soit la haute pression de production, les larges variations de températures, les conditions climatiques difficiles et les produits chimiques corrosifs, pour cela chaque composant de la Tubing Head doit être fabriqué avec un matériau spécifique pour avoir la résistance nécessaire.

Chapitre 4 : Conception d'une Tubing Head 4''¹/₁₆ 5000 Psi avec deux sorties latérales 2''¹/₁₆

Les matériaux sont repartis en classes selon les exigences comme l'indique le tableau 4.2 suivant :

| Classe de matériaux | | Exigences minimales relatives aux matériaux | |
|---------------------|------------------|---|---|
| | | Corps, capot, connecteurs D'extrémité et de sortie | Pièces contrôlant la pression, tiges et dispositifs de suspension à mandrin |
| AA | Service général | Aciers en carbone ou faiblement allié | Aciers en carbone ou faiblement allié |
| BB | Service général | Aciers en carbone ou faiblement allié | Acier inoxydable |
| CC | Service général | Acier inoxydable | Aciers en carbone ou faiblement allié |
| DD | Service corrosif | Aciers en carbone ou faiblement allié | Aciers en carbone ou faiblement allié |
| EE | Service corrosif | Aciers en carbone ou faiblement allié | Acier inoxydable |
| FF | Service corrosif | Acier inoxydable | Acier inoxydable |
| HH | Service corrosif | ARC | ARC |

Tableau 4. 2 Classe de matériaux

6. Conception typique de la Tubing Head 4''¹/₁₆ 5000 Psi

Le client de l'ENSP commande une Tubing Head 4''¹/₁₆ 5000 Psi. Il exige deux sorties latérales afin de contrôler la pression annulaire entre le Casing et le Tubing.

Les deux sorties latérales ne sont pas évoquées dans la norme API SPEC 6A, donc procédons à une conception d'une Tubing Head 4''¹/₁₆ 5000 Psi standard puis nous passerons aux modifications nécessaires pour satisfaire les exigences du client.

En première étape, nous procéderons à la conception des éléments définis par la norme API SPEC 6A.

Ensuite une seconde étape ; nous allons nous atteler à la conception des sorties bilatérales.

I. Éléments de la Tubing Head 4''¹/₁₆ 5000 Psi définis par l'API SPEC 6A

6.1. Bride d'ancrage

6.1.1. Choix de bride

D'après la norme API SPEC 6A :

| Pression de service nominale Psi(Mpa) | Gamme de dimensions des brides mm (in) | |
|--|--|---|
| | Type 6B mm (in) | Type 6BX mm (in) |
| 5 000(34,5) | 52 à 279 (2 ¹ / ₁₆ à 11) | 346 à 540 (13 ⁵ / ₈ à 21 ¹ / ₁₆) |

Tableau 4. 3 Pressions de service nominales et gammes de dimensions des brides

Le diamètre de la bride demandée est 4^{1/16} in donc nous choisissons la bride de type 6B.

6.1.2. Bride type 6B

Les brides de type 6B sont de type joint annulaire et ne sont pas conçues pour un assemblage face à face. La force de vissage de la boulonnerie de la connexion réagit sur le joint annulaire métallique. Les brides de type 6B doivent être munies de boulons traversants ou être goujonnées.

6.1.3. Matériaux utilisés

Ces brides ne doivent pas être utilisées pour un service d'hydrogène sulfuré pour les classes de matériaux DD, EE, FF et HH.

Les brides et le corps sont fabriquées avec du XC38 (C35) qui dispose des caractéristiques suivantes :

a) Caractéristiques mécaniques :

| Rm N/mm ² | Re N/mm ² | A % |
|----------------------|----------------------|---------|
| 500 / 550 | 245 / 300 | 18 / 19 |

Tableau 4. 4 Caractéristiques mécaniques du XC38

b) Composition chimique :

| C | S | Mn | P | Si |
|-------------|---------|-------------|---------|-----------|
| 0,32 - 0,39 | ≤ 0,035 | 0,50 - 0,80 | ≤ 0,035 | 0,40 maxi |

Tableau 4. 5 Composition chimique du XC38

6.1.4. Dimensionnement de bride 6B 41/16 5000 Psi

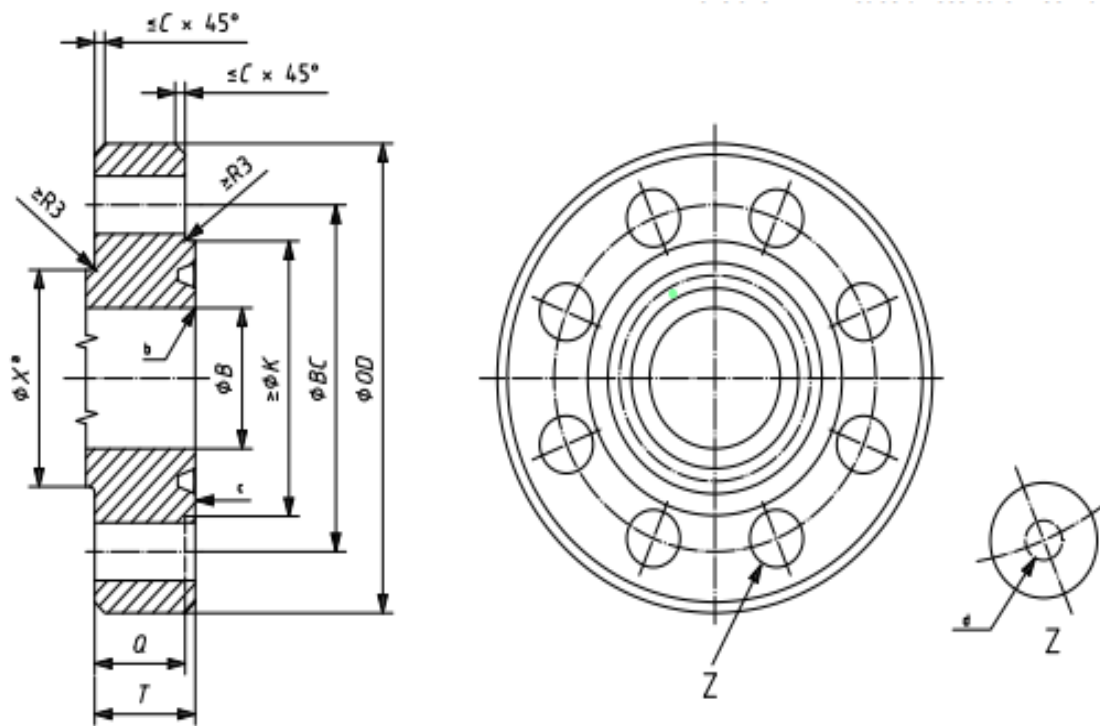


Figure 4.13 : Coupe d'une bride intégrale

^a Dimension de référence.

^b Arrondir les arêtes.

^c Haut.

^d Axe du trou de boulon situé à 0,8 mm maximum du cercle de perçage BC théorique et espacement uniforme. La gorge annulaire doit être concentrique avec l'alésage dans les limites d'un faux-rond total de 0,25.

| Type de dimension | Désignation | Dimension en (mm) sauf exceptions |
|--|----------------------------------|-----------------------------------|
| Diamètre nominal alésage de la bride mm (in) | --- | 103 (4 ^{1/16}) |
| Alésage maximal | B | 108.7 |
| Diamètre extérieur de la bride | OD | 310 |
| Diamètre extérieur de la bride | tol | ±2 |
| Chanfrein maximal | C | 3 |
| Diamètre de la face surélevée | K | 194 |
| Épaisseur totale de la bride | T (⁺³ ₀) | 62.0 |
| Épaisseur théorique de la bride | Q | 54.0 |
| Diamètre du moyeu | X | 161.9 |
| Diamètre du cercle de perçage | BC | 241.3 |
| Nombre de boulons | ----- | 8 |
| Diamètre des boulons(in) | ----- | 1 ^{1/4} |
| Trous de boulon | ----- | 35 ⁺² |
| Longueur des goujons | L _{ssb} | 205 |
| Numéro du joint annulaire | R ou RX | 39 |

Tableau 4. 6 dimensions de la bride

6.1.5. Conception assistée par ordinateur de la bride 6B 4^{1/16} 5000 psi

La conception assistée par ordinateur est réalisée avec SolidWorks et voici les vues de face et arrière de la bride.

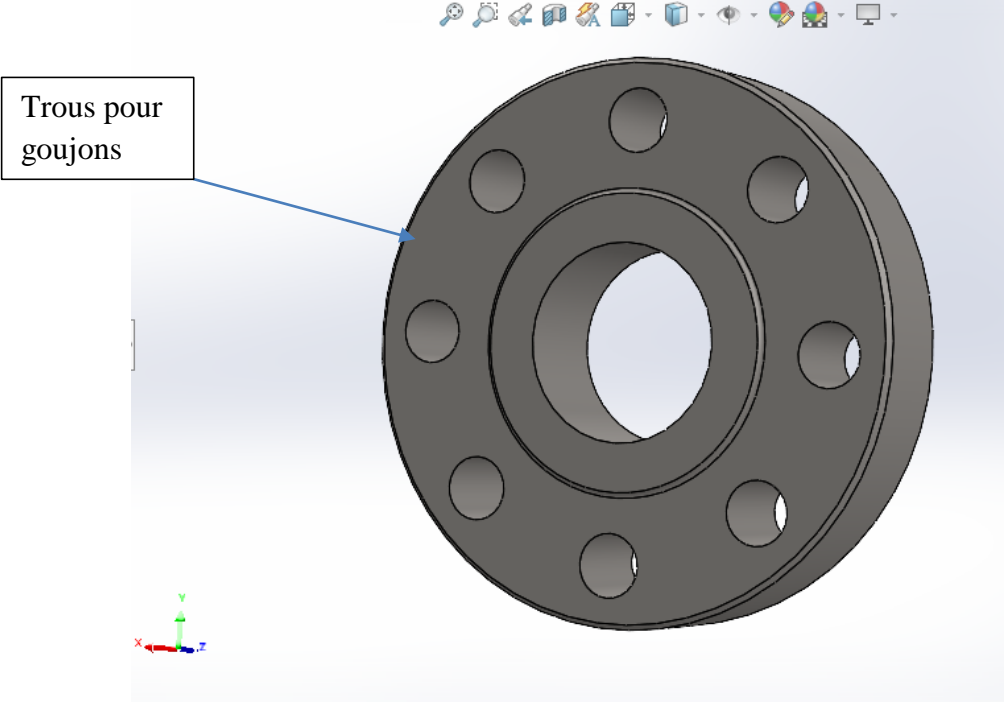


Figure 4.14 : Vue arrière de la bride

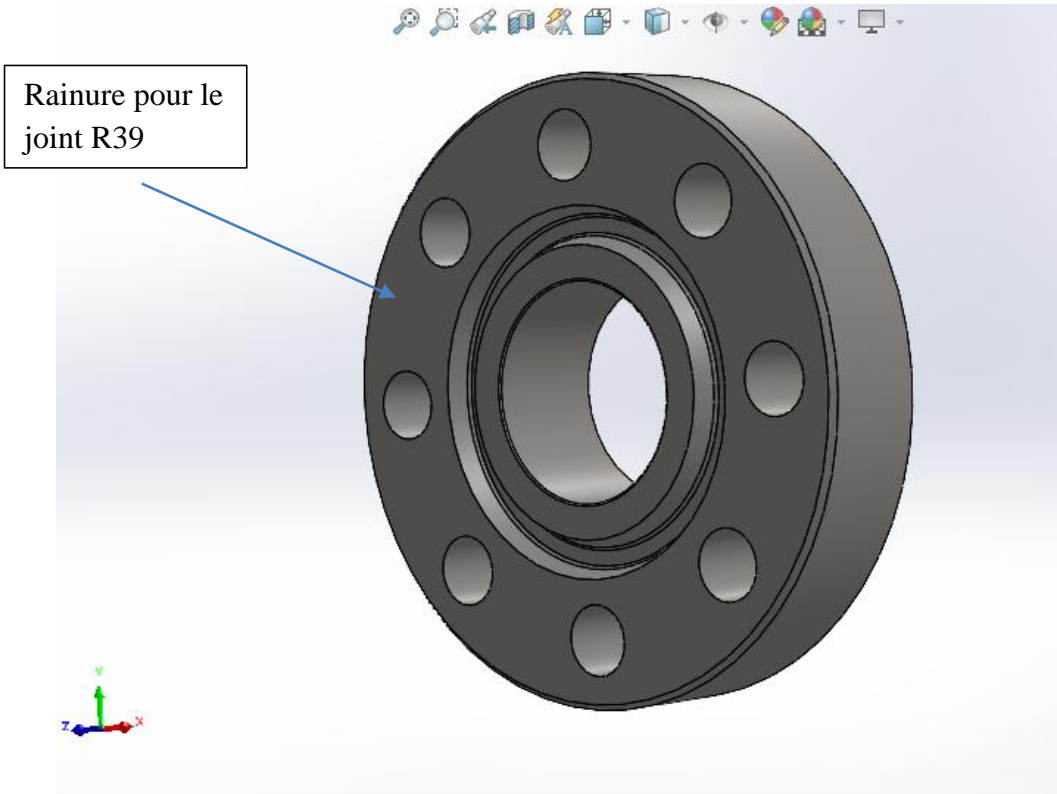


Figure 4.15 : Vue de face de la bride

6.1.6. Conception de la Bride 6B 2''¹/₁₆ 5000 Psi

Les deux sorties latérales auront des brides 6B 2''¹/₁₆ 5000 Psi selon les exigences du client.

6.1.7. Dimensionnement de la Bride 6B 2''^{1/16} 5000 Psi

Les désignations de dimensions sont les même que sur celle de la figure 4.13.

| Type de dimension | Désignation | Dimension en (mm) sauf exceptions |
|--|----------------------------------|-----------------------------------|
| Diamètre nominal alésage de la bride mm (in) | --- | 52(2 ^{1/16}) |
| Alésage maximal | B | 53.2 |
| Diamètre extérieur de la bride | OD | 215 |
| Diamètre extérieur de la bride | tol | ±2 |
| Chanfrein maximal | C | 3 |
| Diamètre de la face surélevée | K | 124 |
| Épaisseur totale de la bride | T (⁺³ ₀) | 46.1 |
| Épaisseur théorique de la bride | Q | 38.1 |
| Diamètre du moyeu | X | 104.8 |
| Diamètre du cercle de perçage | BC | 165.1 |
| Nombre de boulons | ----- | 8 |
| Diamètre des boulons(in) | ----- | ⁷ / ₈ |
| Trous de boulon | ----- | 26 ⁺² |
| Longueur des goujons | L _{ssb} | 150 |
| Numéro du joint annulaire | R ou RX | 24 |

Tableau 4. 7 dimensions de la bride 6B 2" 1/16

6.1.8. Conception assister par ordinateur la bride 21/16 5000 Psi

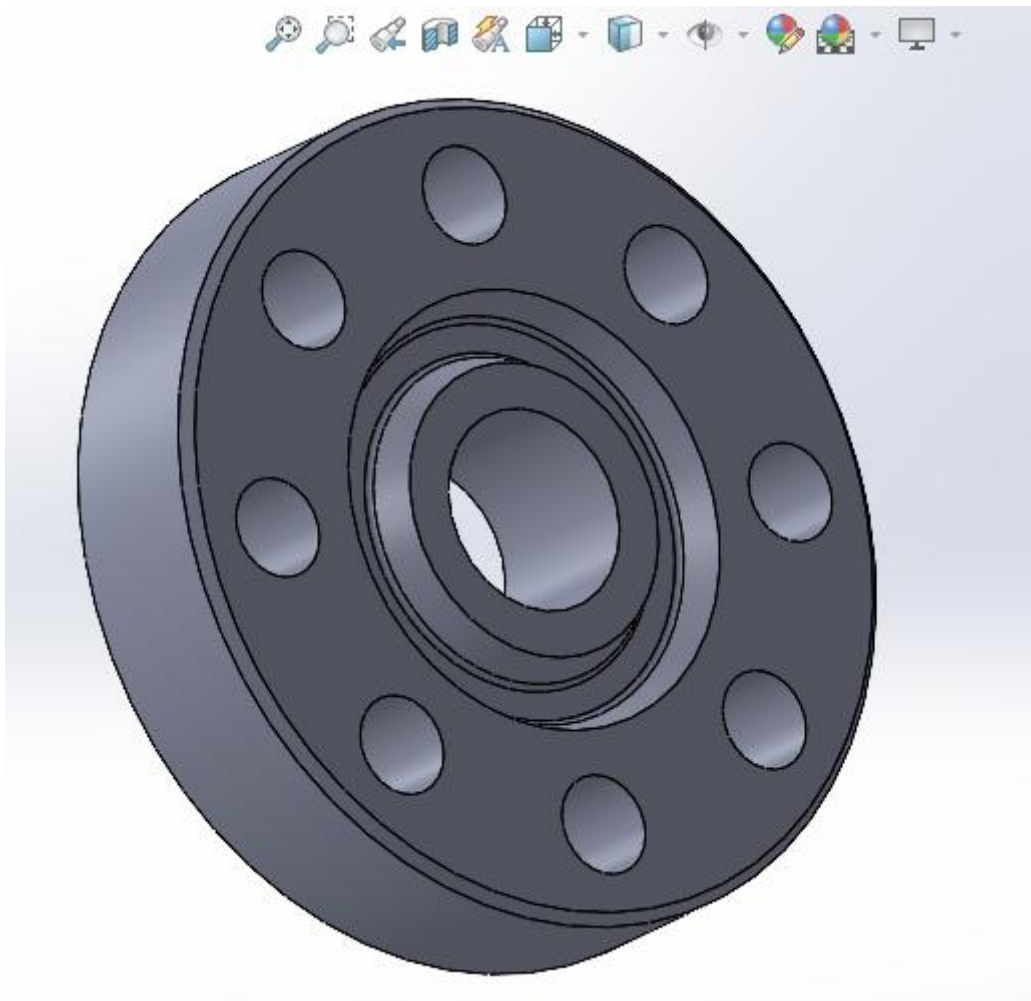


Figure 4.16 : Vue 3D de la bride 21/16 5000 Psi

6.2. Joint annulaire

6.2.1. Choix du joint

Selon la norme API SPEC 6A le joint annulaire de la bride 6B est de type RX et d'après le tableau 51 de la norme, nous choisissons le R39 pour la bride 4^{1/16} 5000 et le R24 pour la bride 2^{1/16} 5000 Psi.

6.2.2. Dimensionnement du joint R39

Les joints annulaires doivent être conformes aux dimensions et aux tolérances et doivent être plats avec une tolérance de 0,2 % du diamètre extérieur de l'anneau jusqu'à un maximum de 0,38 mm (0,015 in).

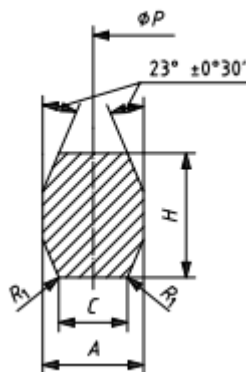


Figure 4.17 : Dimensions du joint R

| Type de la dimension | Dimension en mm |
|--|-----------------|
| Diamètre primitif du joint annulaire (gorge) P | 161,93 |
| Largeur du joint annulaire A | 11.13 |
| Hauteur du joint annulaire octogonal H | 15.9 |
| Largeur du méplat du joint annulaire octogonal C | 7.75 |
| Rayon du joint annulaire octogonal R₁ | 1.5 |
| Profondeur de la gorge E | 7.9 |
| Largeur de la gorge F | 11.91 |
| Rayon de la gorge R₂ | 0.8 |
| Distance approximative entre des brides vissées S | 4.8 |

Tableau 4. 8 dimensions du joint R39

6.2.3. Conception assister par ordinateur du joint R39

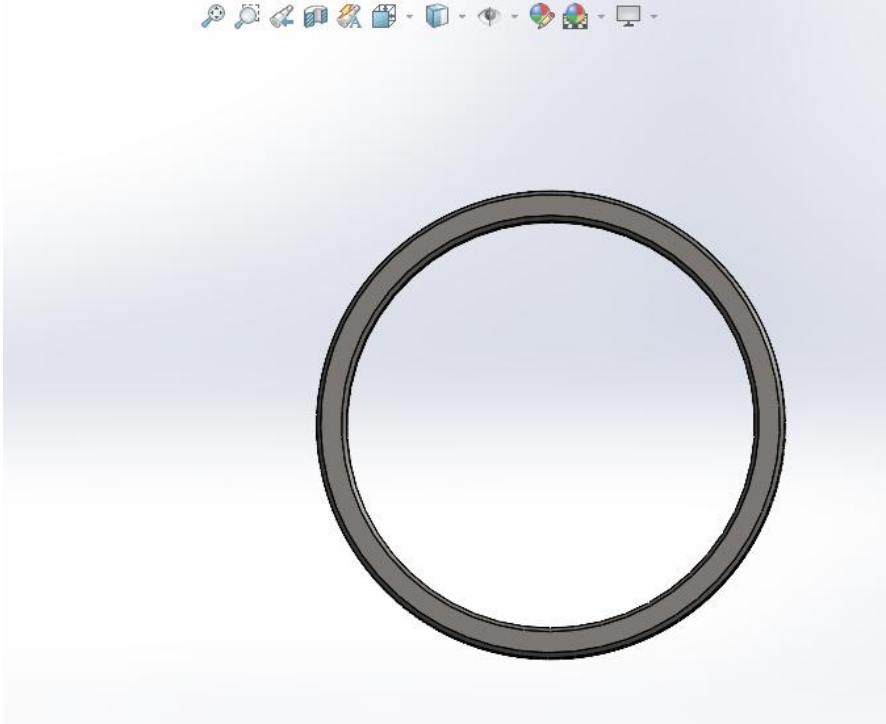


Figure 4.18 : Vue de face du joint R39



Figure 4.19 : Vue 3D joint R39

6.2.4. Dimensionnement du joint R24

Les désignations de dimensions sont les mêmes que celle de la figure 4.17.

| Type de la dimension | Dimension en mm |
|--|-----------------|
| Diamètre primitif du joint annulaire (gorge) P | 95.25 |
| Largeur du joint annulaire A | 11.13 |
| Hauteur du joint annulaire octogonal H | 15.9 |
| Largeur du méplat du joint annulaire octogonal C | 7.75 |
| Rayon du joint annulaire octogonal R₁ | 1.5 |
| Profondeur de la gorge E | 7.9 |
| Largeur de la gorge F | 11.91 |
| Rayon de la gorge R₂ | 0.8 |
| Distance approximative entre des brides vissées S | 4.8 |

Tableau 4. 9 dimensions du joint R24

6.2.5. Conception assister par ordinateur du joint R24

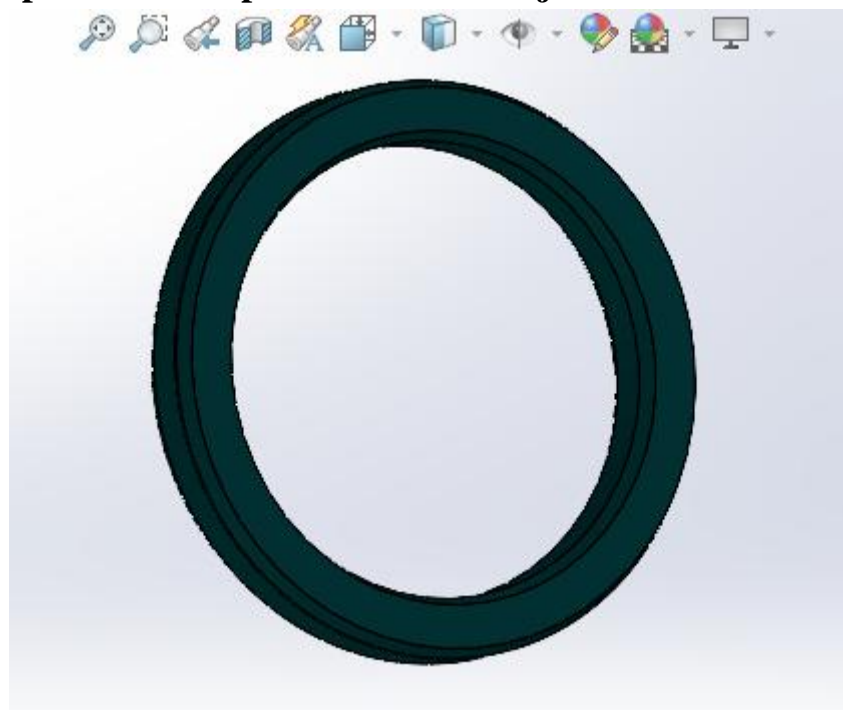


Figure 4.20 : Vue 3D du joint R24

6.3. Goujons et écrous [6]

Les goujons et les écrous doivent satisfaire les exigences de la spécification ASTM applicable. Les dimensions et le pas du filetage doivent être conformes à l'ASTM A193/A193M pour les goujons et à l'ASTM A194/A194M pour les écrous.

6.3.1. Dimensionnement [7]

Le calcul du L_{SSB} (la longueur minimale des goujons), est donné dans le document 'SPECIFICATION FOR STUD BOLTS AND TAP END STUDS'.

Nous avons 3 types de goujons différents (goujons de la bride supérieure, goujons de la bride inférieure et les goujons de brides bilatérales)

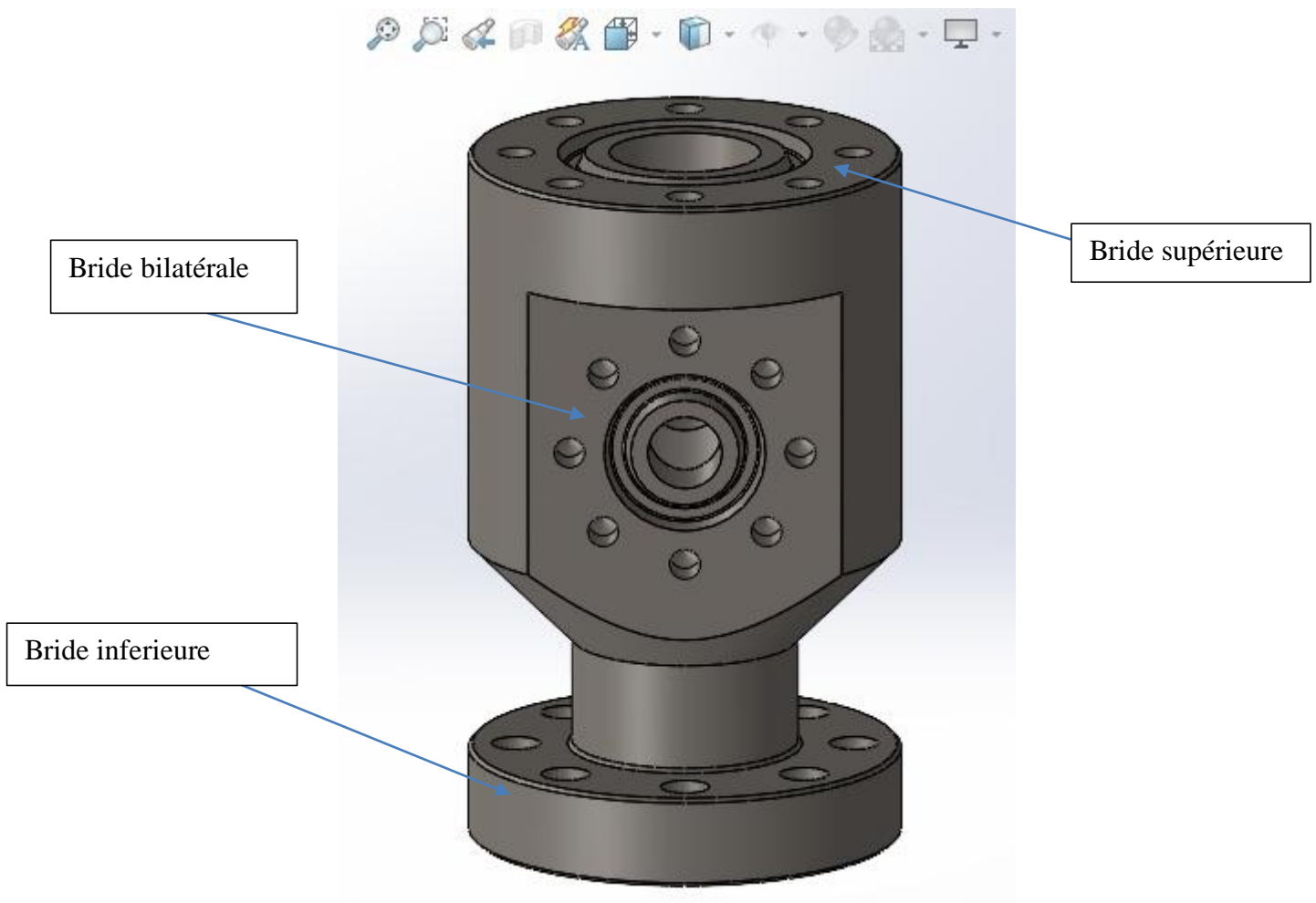


Figure 4.21 : Corps de la Tubing Head

A. Goujons de la bride inferieure

Les goujons de la bride inferieure sont complètement filetés car ils doivent être connectés à la bride du Casing Head.

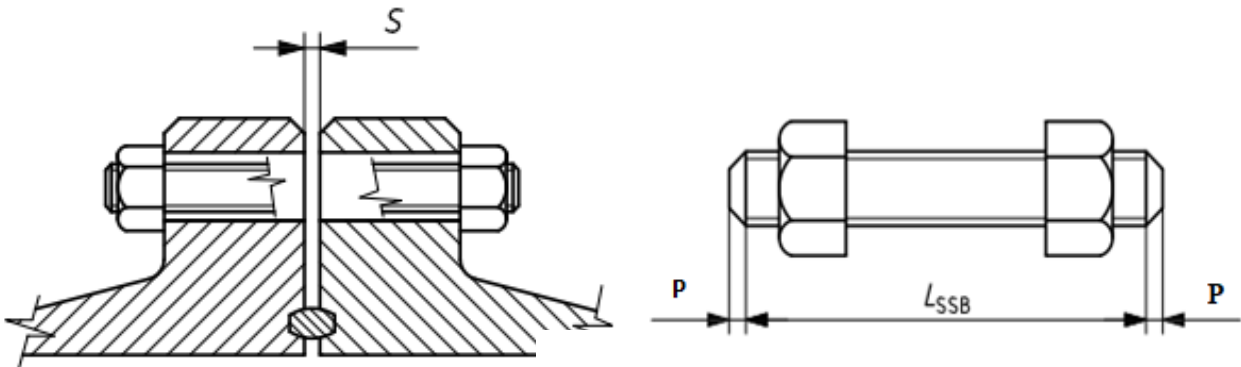


Figure 4.8 : Goujon de bride 6B Figure 4.9 : Goujon avec écrous

$$L = 2(T + t + d) + S + 2(P)$$

$$P = 1.5 * (\text{le pas du filetage})$$

On donne :

T : Épaisseur totale de la bride

t : tolérance positive de T

d : épaisseur de l'écrou où le diamètre du goujon

S : espace entre les deux brides

P : Hauteur d'extrémité des goujons

Le calcul :

D'après le tableau 63 de l'API SPEC 6A :

Nous avons le pas du filetage qui est égal à 3.5mm

$$P = 1.5 * 3.5 = 5.25 \text{ mm}$$

$$T = 62 \text{ mm} \quad ; \quad t = +3 \text{ mm} \quad ; \quad d = 31.75 \text{ mm} \quad ; \quad S = 4.8 \text{ mm}$$

A.N :

$$L = 2(62 + 3 + 31.75) + 4.8 + 2 * 5.25 = 208.8 \text{ mm}$$

Après normalisation, nous avons choisi ces dimensions

| Diamètre de la bride | Diamètre du goujon | La longueur |
|----------------------|--------------------|-------------|
| 4 ^{1/16} 5M | 1.250 | 8.500 |

B. Les goujons de la bride supérieure et des brides latérales

Ce sont des goujons qui ont deux parties filetées séparées par un tronçon lisse.

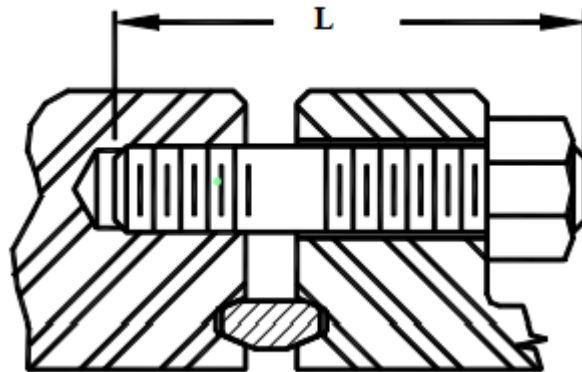


Figure 4.24 : Goujon implanté dans la bride

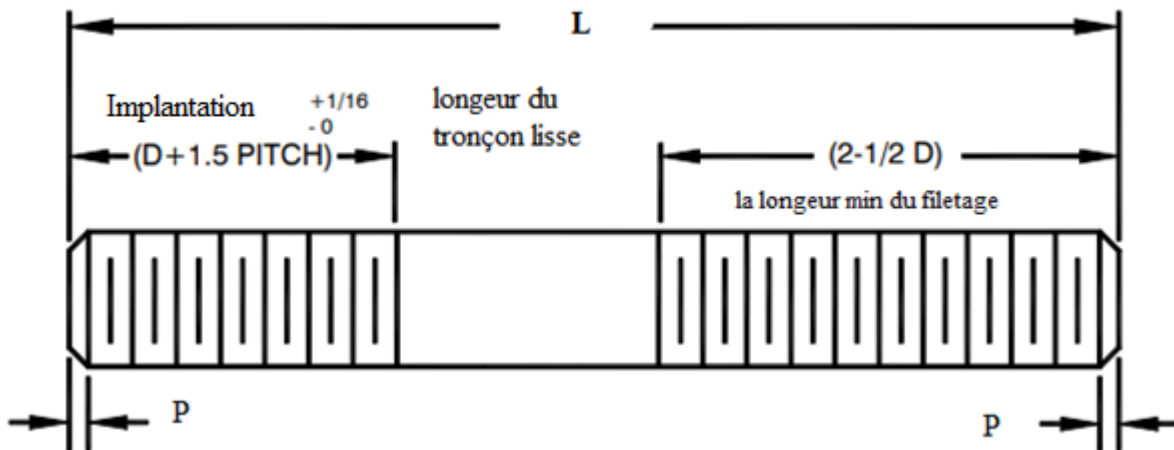


Figure 4.10 : Goujon implanté dans la bride

Méthode de calcul :

$$L = T + t + d + S + P + TL + RF$$

$$TL = d + 1.5(\text{le pas de filetage}) + 1.5875$$

On donne :

T : Épaisseur totale de la bride

t : tolérance positive de T

d : épaisseur de l'écrou où le diamètre du goujon

S : espace entre les deux brides

P : Hauteur d'extrémité des goujons

TL : longueur d'extrémité du filet

RF : La surélévation de face de la bride

A.N :

Le calcul numérique pour les goujons des brides supérieurs :

$$TL=31.75+(1.5*3.5)+1.5875=38.59\text{mm}$$

$$L=62+3+31.75+4.8+(1.5*3.5)+38.59+3=143\text{mm}$$

Normalisation :

$$L=155.58\text{mm}$$

Le calcul numérique pour les goujons des brides latérales :

$$TL=22.225+(1.5*2.5)+1.5875=27.56\text{mm}$$

$$L=46.1+3+22.225+4.8+(1.5*2.5)+27.56+3=110.4\text{mm}$$

Normalisation :

$$L=117.48\text{mm}$$

6.3.2. Choix de matériaux

a) Goujons

La norme ASTM A193/193M nous exige l'utilisation des aciers de nuance B7 ou B7M

- Acier de nuance B7 : selon la norme ASTM A193/193M, c'est un acier pour un service non exposé des bride (non exposé au milieu corrosif et qui n'est pas destiné à être enterrer, isolée, équipé de protecteur de brides ou protégé autrement contre une exposition directe à l'atmosphère)
- Acier de nuance B7M : selon ASTM A193/193M, c'est un acier exposé uniquement pour un milieu corrosif.

Dans notre cas la boulonnerie n'est pas exposée donc nous choisissons un acier de nuance B7.

□ Spécificités de l'acier de nuance B7 :[6]

Les boulons et goujons filetés ASTM A193 Grade B7 sont fabriqués en acier au chrome-molybdène et sont trempés et revenus (traitement thermique) pour obtenir les propriétés mécaniques souhaitées (résistance). Le grade B7 est le grade le plus courant des boulons A193 utilisés dans la construction. La visserie en grade B7 est couramment utilisée dans les raccords de tuyau à bride. Elle peut être avec une finition en métal brut mais elles sont souvent galvanisées à chaud, zinguées, revêtues de Xylane, revêtus de PTFE (polytetrafluoretylène PTFE) ou autre revêtement anti- corrosion.

❖ Composition chimique :

| | | | |
|-------------|-------------|------------|-------------|
| C % | Mn % | P % | S % |
| 0,37 – 0,49 | 0,65 – 1,10 | 0,04 | 0,04 |
| Si % | Cr % | Ni % | Mo % |
| 0,15 – 0,35 | 0,75 – 1,20 | 8,0 – 11,0 | 0,15 – 0,25 |

Tableau 4. 10 grade b7 Composition chimique

❖ **Propriétés mécaniques :**

| GRADE | Taille (in) | Traction (MPa) | Limite d'élasticité (MPa) | Allongement % |
|-------|----------------|----------------|---------------------------|---------------|
| B7 | Jusqu'à 2 "1/2 | 862 | 724 | 16 min |
| | 2"5/8 – 4" | 793 | 655 | 16 min |
| | 4 "1 / 8 – 7" | 689 | 517 | 18 min |

Tableau 4. 11 grade b7 propriétés mécaniques

b) Ecrus

La nuance 2HM pour les écrous est exigée par la norme API SPEC 6A. Selon la norme ASTM A194/A194M la nuance 2HM est acceptable pour tous les diamètres de brides et toutes les pressions de service nominales.

□ **Spécificités de l'acier de la nuance 2HM**

ASTM A194 Grade 2HM est une spécification pour les écrous à haute résistance et autres fixations à filetage interne, fabriqué à partir d'acier au carbone traité thermiquement.

ASTM A194 Grade 2HM est une spécification de matériau standard pour les écrous à haute résistance et autres fixations à filetage interne, fabriqués en acier au carbone.

Les écrous de Grade 2HM peuvent être produits par forgeage à chaud, forgeage à froid ou usinage à partir de barres traitées thermiquement.

□ **Composition chimique :**

| Éléments | Acier en carbone |
|-----------|--------------------------|
| | Composition en carbone % |
| Carbone | 0.15 min |
| Manganèse | 1.00 max |
| Phosphore | 0.04 max |
| Soufre | 0.05 max |
| Silicium | 0.40 max |

Tableau 4. 12 Acier en carbone compositions

6.3.3. Conception assisté par ordinateur du goujon de l'écrou

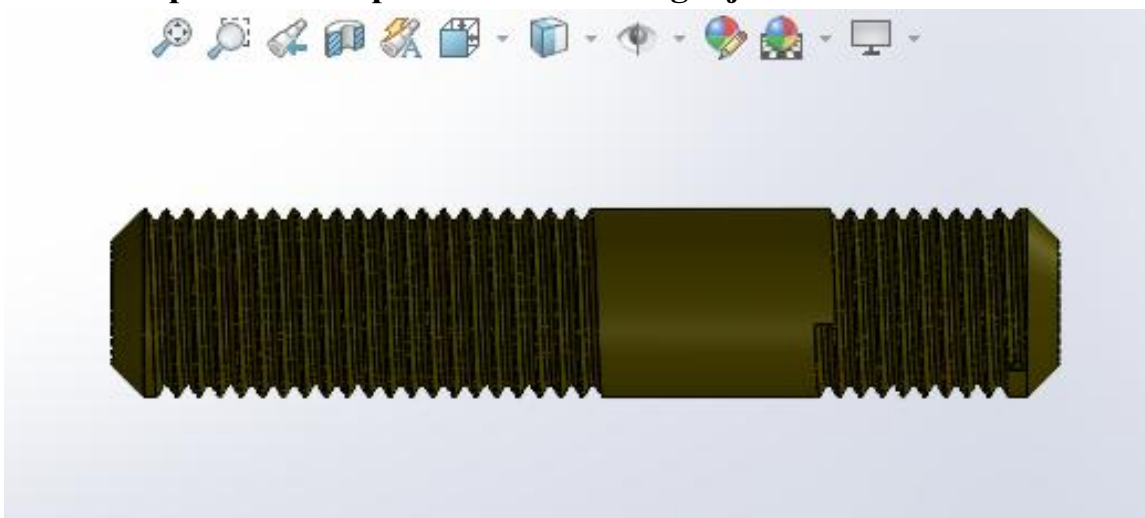


Figure 4.26 : Conception assisté par ordinateur du goujon implanté les brides bilatérales

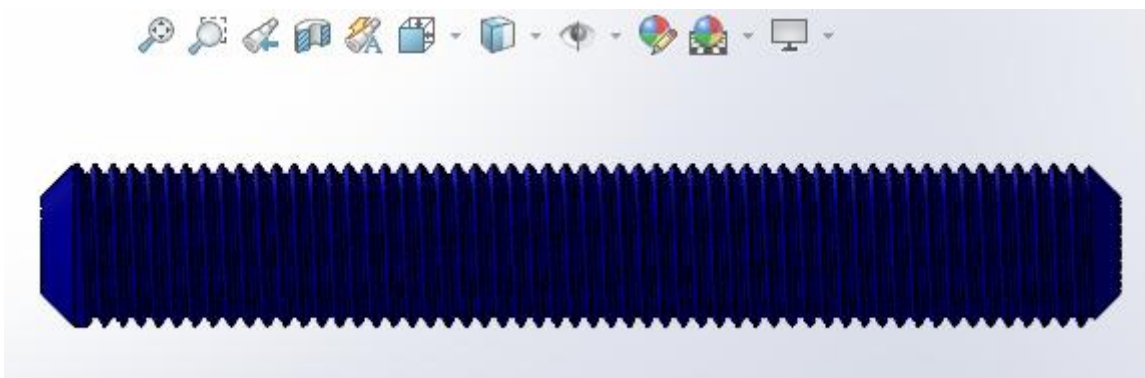


Figure 4.27 : Conception assisté par ordinateur du goujon entièrement fileté

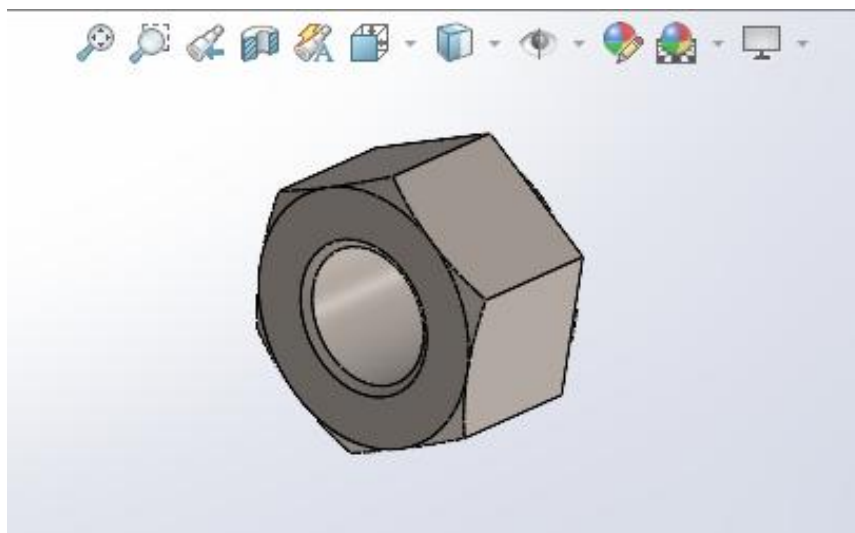


Figure 4.28 : Conception assisté par ordinateur de l'écrou

6.4. Bouchons taraudés d'obturation

Ce bouchon est utilisé pour fermer le trou de graissage. Nous allons utiliser le Bouchon à six pans externes.

6.4.1. Dimensionnement

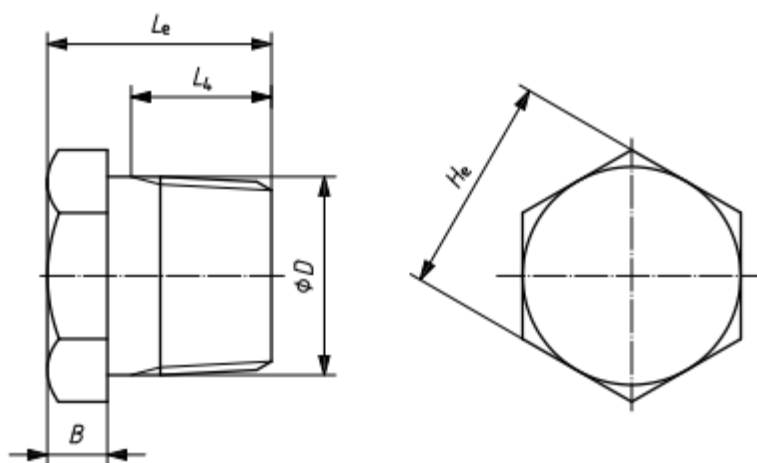


Figure 4.29 : Bouchon à six pans externes

| Type de dimension | Dimension mm |
|---|--------------|
| Diamètre du rond D | 21.43 |
| Longueur minimale de filetage jusqu'à la fin du filetage L₄ | 19.85 |
| Longueur du bouchon avec la tête hexagonale Le | 28.7 |
| Hauteur de la tête hexagonale B | 7.9 |
| Dimension des six pans externes (entre méplats) He | 22.2 |

Tableau 4. 13 Bouchons taraudés d'obturation dimensions

6.4.2. Choix du matériau

Le matériau utilisé pour les bouchons taraudés d'obturation doit au minimum, satisfaire aux exigences du PSL 3. Les bouchons taraudés d'obturation doivent être de la classe de matériaux DD, FF ou HH à revoir le tableau des exigences minimales relatives aux matériaux.

6.4.3. Conception assisté par ordinateur du Bouchons taraudés d'obturation

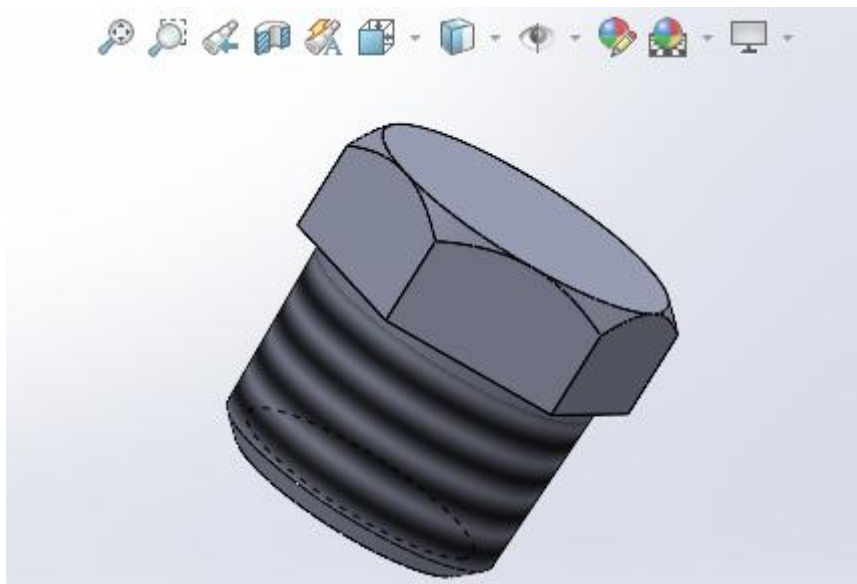


Figure 4.30 : Vue 3D du bouchon taraudé d'obturation

II. Les éléments non traités par l'API SPEC 6A

Dans cette partie nous allons concevoir le corps de la Tubing Head ainsi que les trous pour les pointeaux de blocage puis nous devons trouver un moyen pour suspendre l'olive par un épaulement et l'aide des pointeaux.

6.5. Dimensionnement du corps de la Tubing Head

Nous devons dimensionner le corps de la Tubing Head d'une façon que le serrage des goujons des 4 brides soit possible et laisser assez d'espace pour positionner les brides bilatérales. Pour bien détailler nous allons diviser cette conception en 3 parties : la partie supérieure, inférieure et les brides bilatérales.

a) Partie supérieure

Les dimensions de cette partie comptent l'épaisseur de la bride supérieure plus une dimension de réserve de 10 mm. Cette espace-là va nous éviter un encombrement entre la bride supérieure et les brides bilatérales.

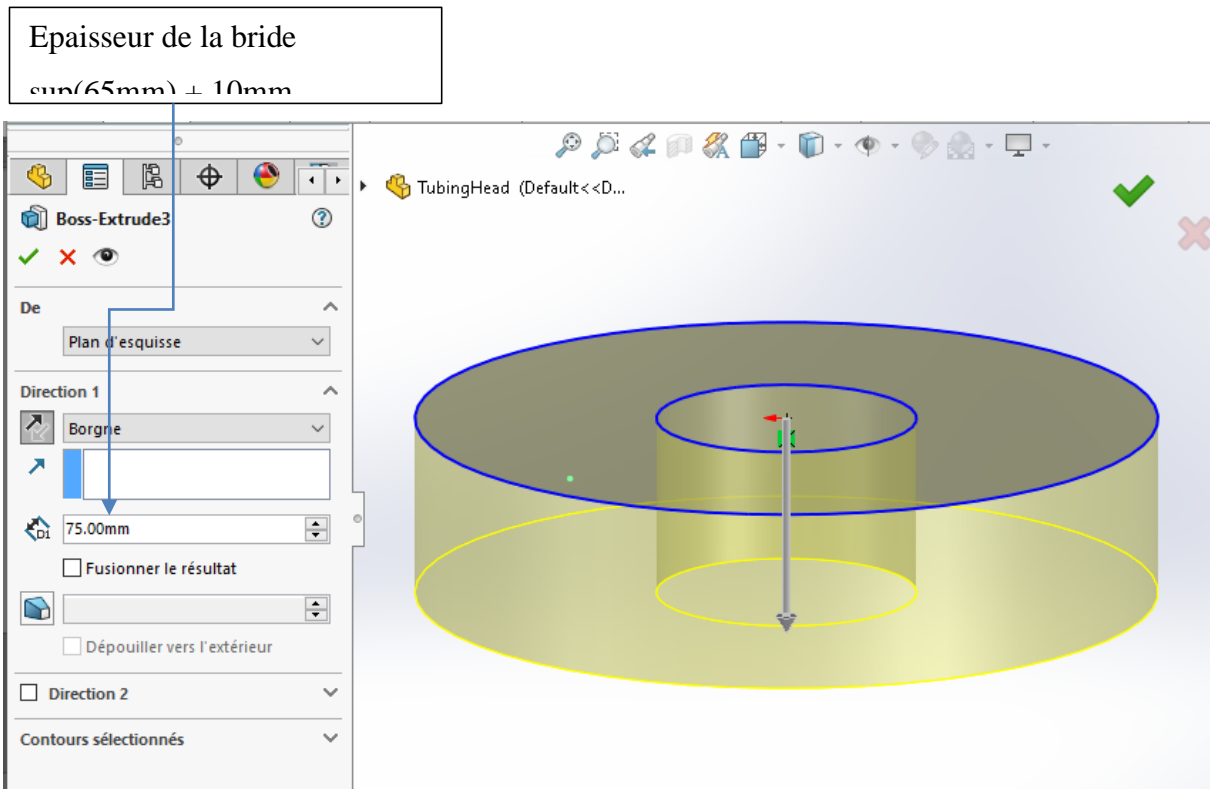


Figure 4.31 : Epaisseur de la bride supérieure

b) Positionnement les brides bilatérales

Dans cette partie tout d'abord, nous devons créer deux surfaces planes (méplat) pour avoir les sorties des brides, ces deux surfaces là vont être usinées avec une profondeur de méplat suffisant pour assurer la position des brides bilatérales de la Tubing Head en laissant 5 mm pour faciliter le serrage.

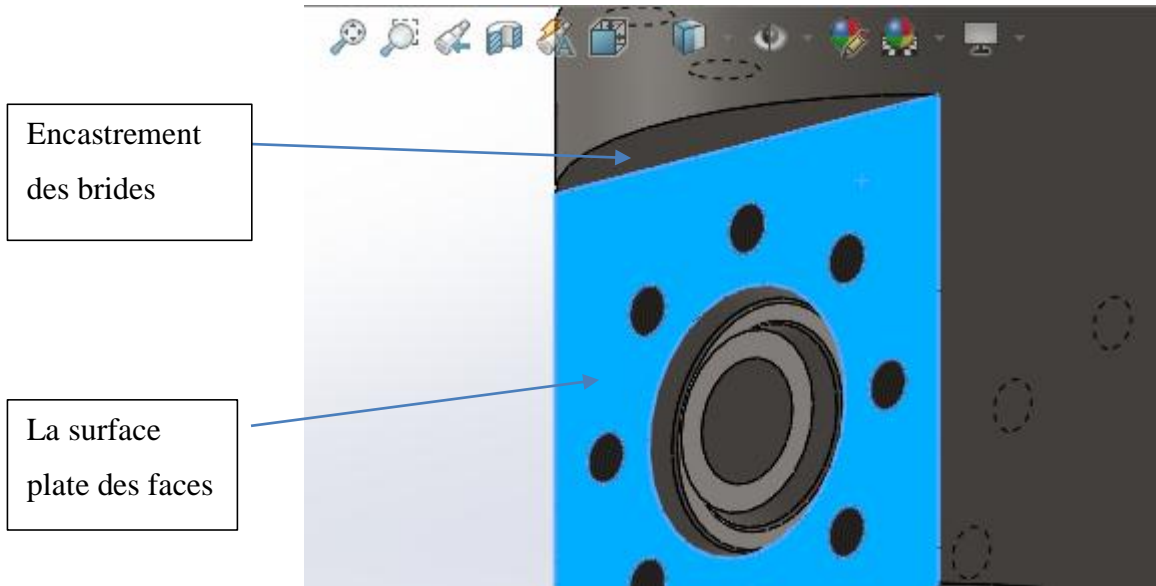


Figure 4.32 : Surface plate des brides latérales

La figure 4.33 illustre la raison pour laquelle nous avons laissé 5mm de profondeur pour les brides latérales afin de faciliter le serrage.

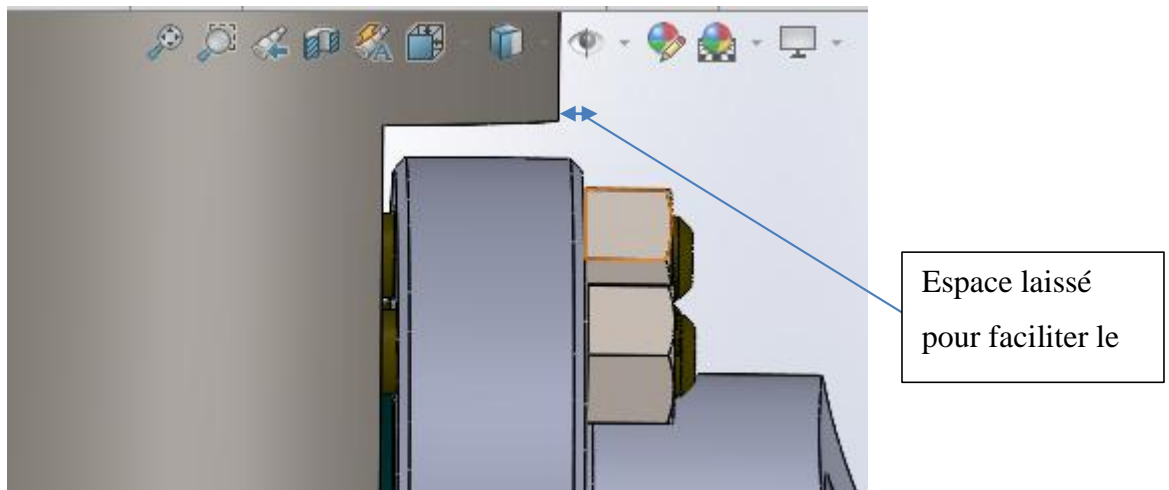


Figure 4.33 : Bride en face de la bride latérale

c) Bride inférieure

Dans cette partie la bride va se positionner en bas, où nous allons laisser un espace calculé pour le serrage des goujons en ajoutant 10 mm comme longueur de réserve.

Par la suite, nous allons augmenter le diamètre du corps de la Tubing Head avec un angle de 45° pour le relier avec le méplat qui assure le positionnement des brides bilatérales.

Le calcul de l'espace pour le serrage des goujons :

$$Zh = 2 * Ee + P + 10mm$$

$$P = 1.5 * \text{pas de filetage}$$

Zh : espace pour le serrage des goujons

Ee : épaisseur de l'écrou

Chapitre 4 : Conception d'une Tubing Head 4''¹/₁₆ 5000 Psi avec deux sorties latérales 2''¹/₁₆

AN :

$$Z_h = 2 * 31.75 + 1.5 * 3.5 + 10 = 78.75 \text{ mm}$$

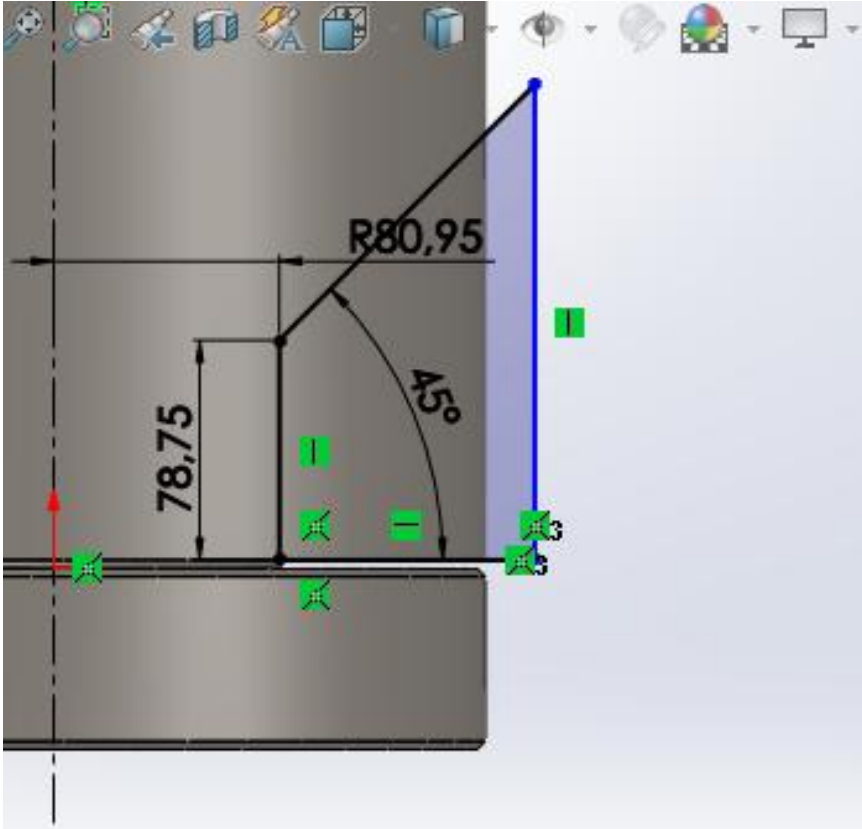


Figure 4.34 : Espace pour le serrage des goujons de la bride inferieure

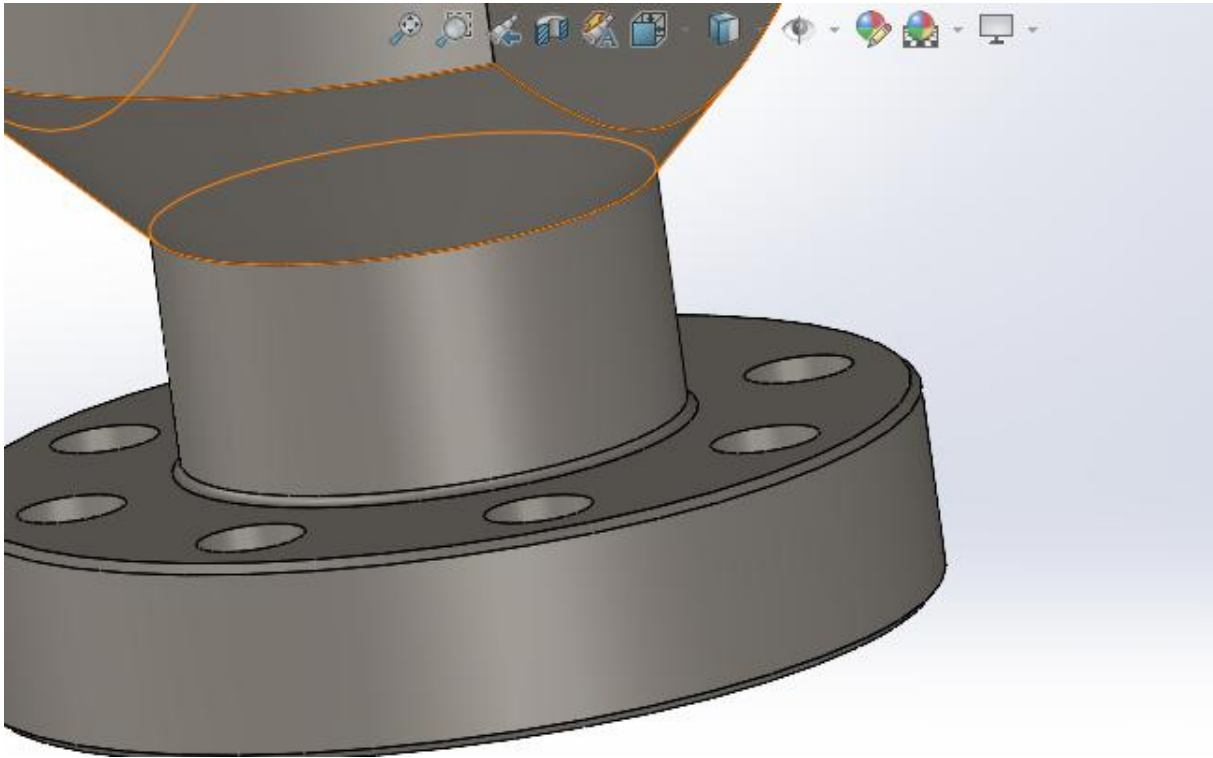


Figure 4.35: Vue 3D de la bride inferieure après l'enlèvement de matière

Après avoir dimensionné les 3 parties de la Tubing Head on obtient la forme représentée dans la figure 4.36.

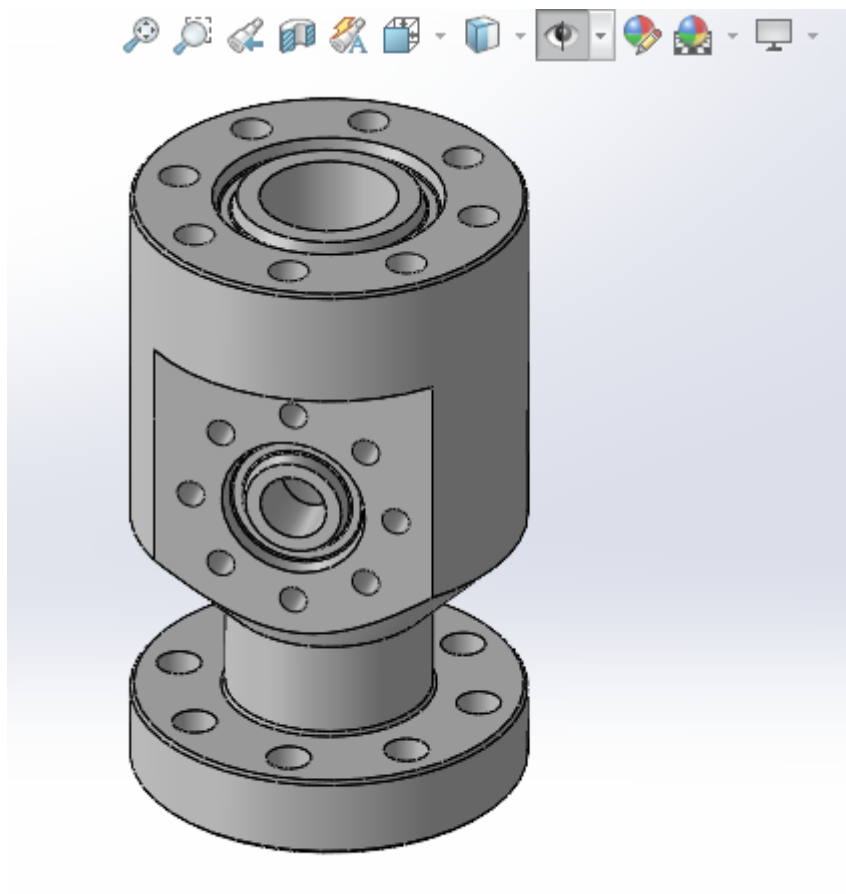


Figure 4.36 : Tubing Head après dimensionnement

6.6. L'olive de suspension

6.6.1. Matériaux [5]

Selon la norme ISO 10426 le matériau utilisé pour fabriquer l'olive est 42CrMo4 soit 0.42% de carbone, 1% de chrome et des traces de molybdène.

6.6.2. Dimensionnement

Nous devons dimensionner l'olive d'une façon qu'elle entre dans la Tubing Head, qu'elle soit suspendue mais aussi il faut qu'elle soit étanche en lui ajoutant des gorges pour les joints d'étanchéités.

Le diamètre de passage de l'huile est réalisé sous la norme ISO 10423 (63.5mm), par contre nous pouvons modifier le diamètre extérieur pour que l'olive s'adapte avec notre Tubing Head.

Après avoir bien analysé l'espace annulaire de la Tubing Head, nous obtenons la forme suivante (figure 4.23).

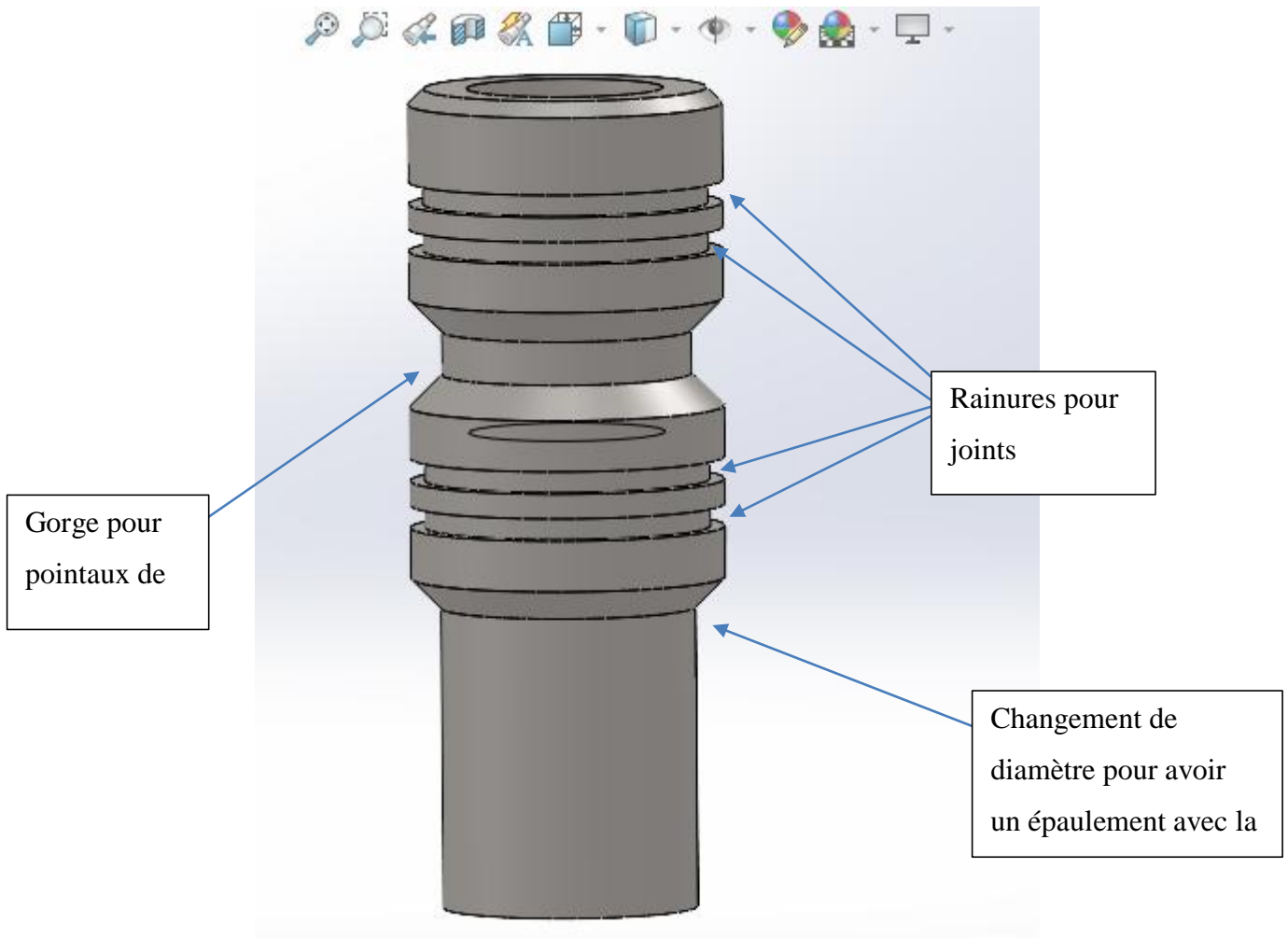


Figure 4.37 olive de suspension

6.6.3. Blocage de l'olive de suspension

L'olive suspend les tiges de production donc elle supporte un poids important, cependant nous devons avoir un système de suspension performant.

Nous suspendrons l'olive avec deux manières différentes, avec des pointeaux de serrages et avec un épaulement Tubing Head-Tubing Hanger.

a) Pointeaux de serrage

Les pointeaux de serrage se composent de :

- Deux Paking.
- Un Junk Ring.
- Stuffing Box Nut.
- Pointeau.
- Joint 21.33*5.33.

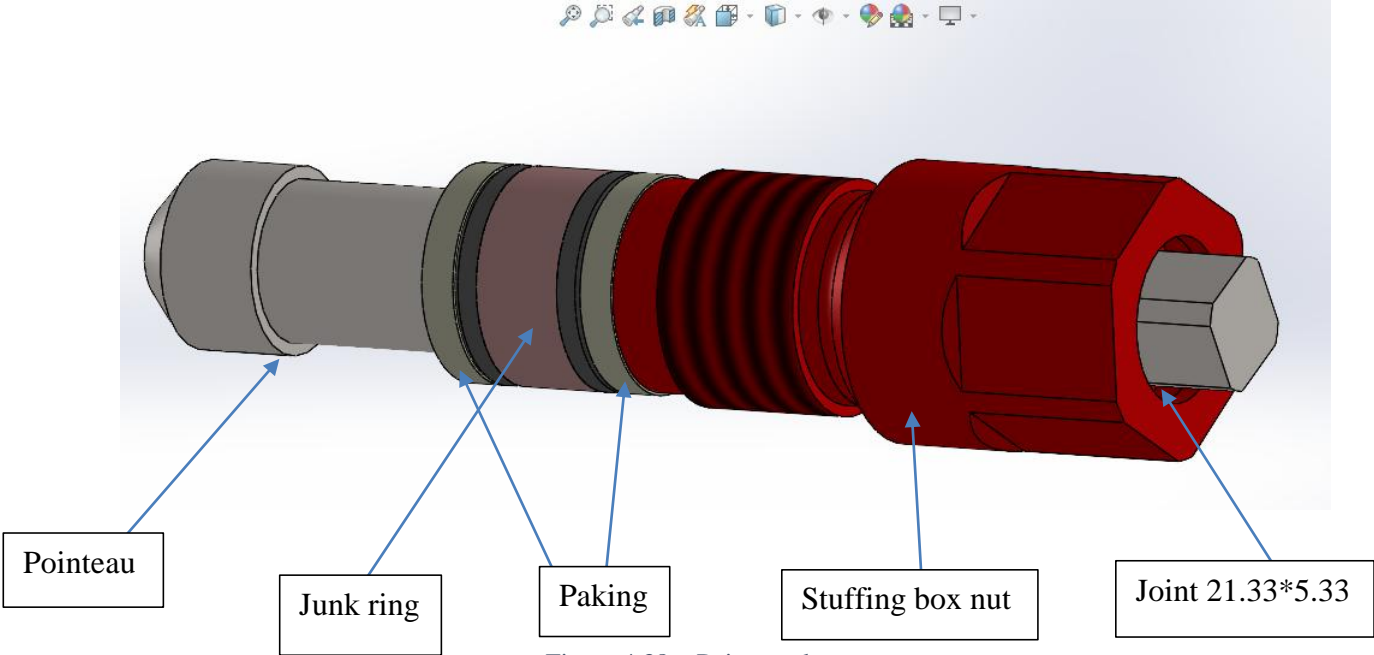


Figure 4.38 : Pointeau de serrage

Les trous de passage des pointeaux se positionnent juste au-dessous de la bride supérieure

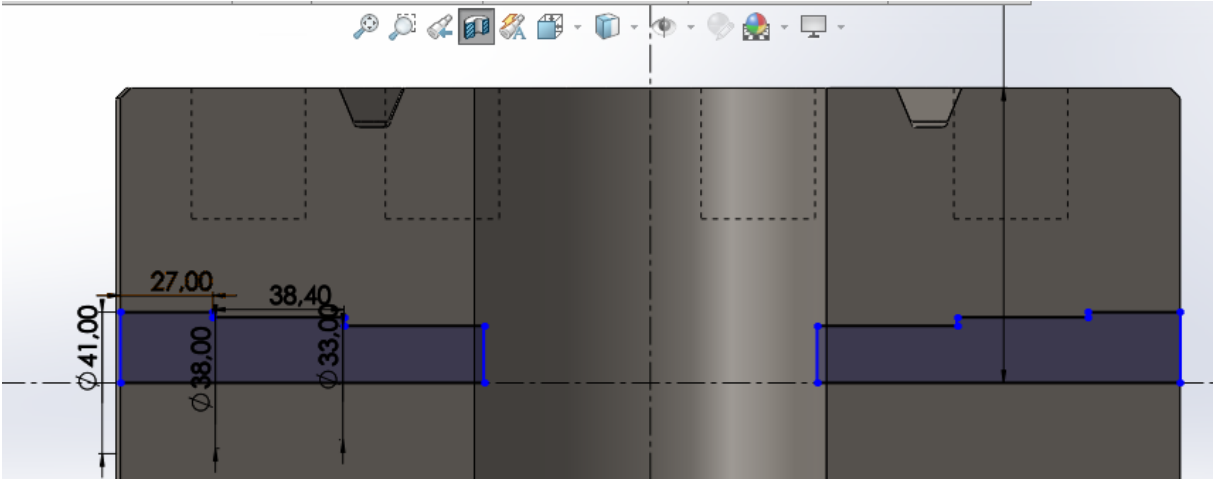


Figure 4.39 : Dimensionnement des trous de passage des pointeaux

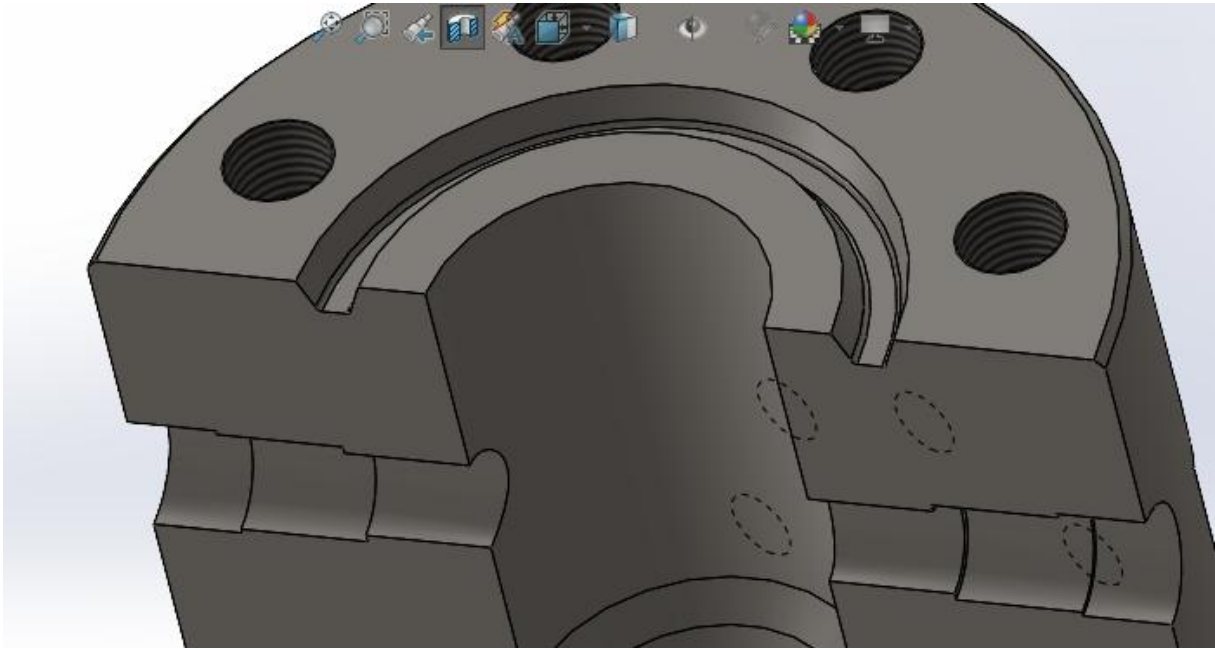


Figure 4.40 : Vue en coupe 3D des trous de passage des pointeaux

b) Blocage par épaulement

Pour soutenir les pointeaux de serrage nous avons créé un rétrécissement de diamètre afin d'avoir un épaulement Tubing Head-Tubing Hanger, ceci empêchera l'olive de descendre donc avoir plus résistance pour soutenir le poids des tiges de productions.

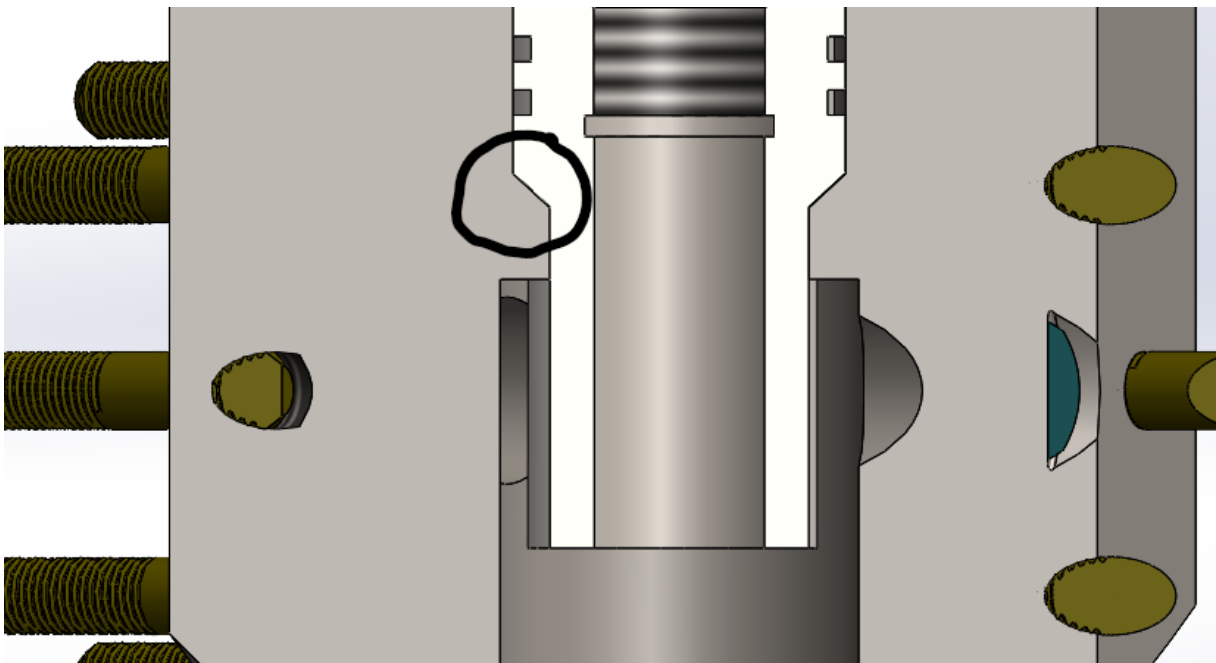


Figure 4.41 : Coupe montrant l'épaulement olive-Tubing Head

7. Simulation de montage sur SolidWorks

Après avoir achevé la conception nous avons simulé l'assemblage des pièces de la Tubing Head comme nous le montre les deux figures suivante

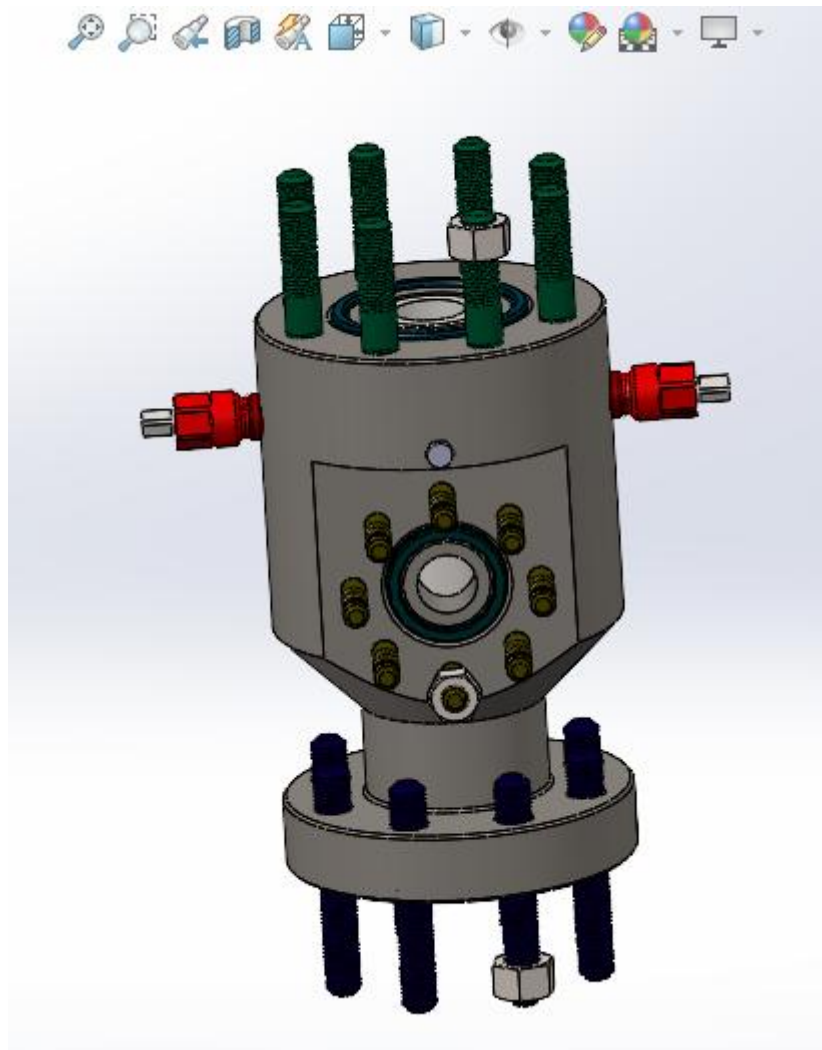


Figure 4.42 : Tubing Head assemblée sur SolidWorks

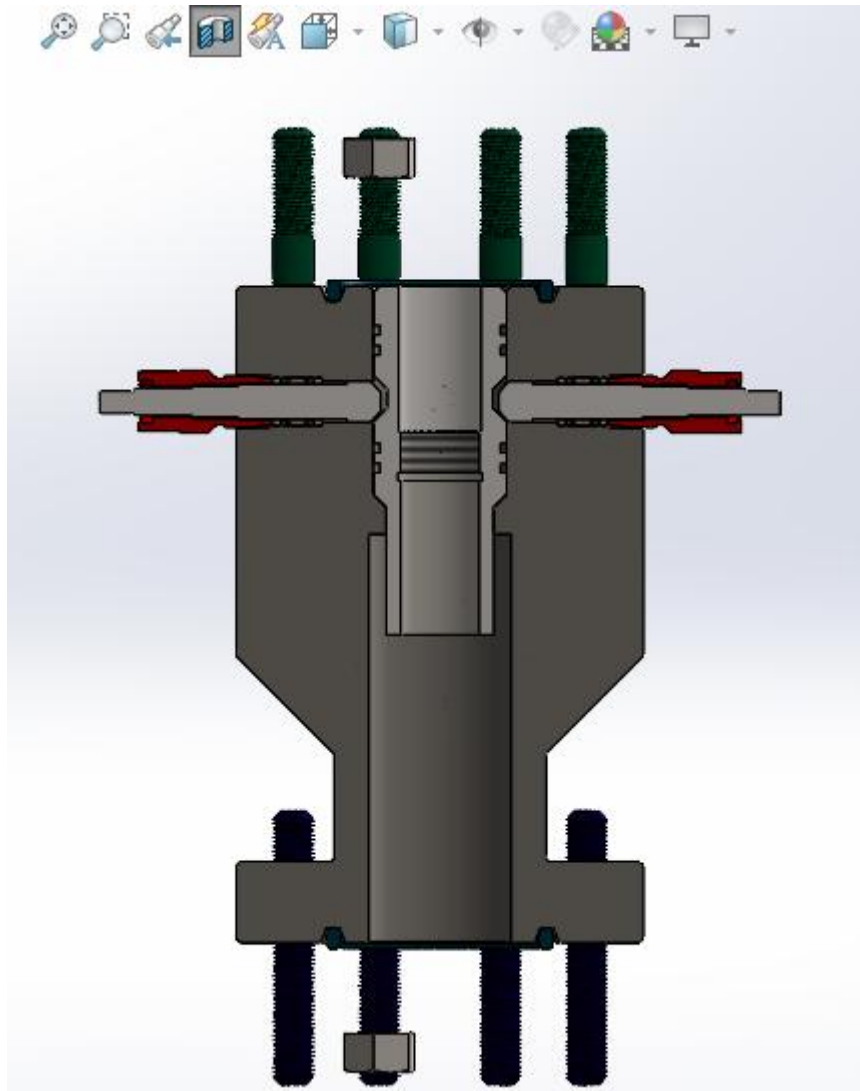


Figure 4.43 : Vue en coupe de la Tubing Head assemblée sur SolidWorks

8. Dessin d'ensemble

Pour finir la conception de la Tubing Head, nous avons réalisé son dessin d'ensemble présent au sein de la figure 4.30 :

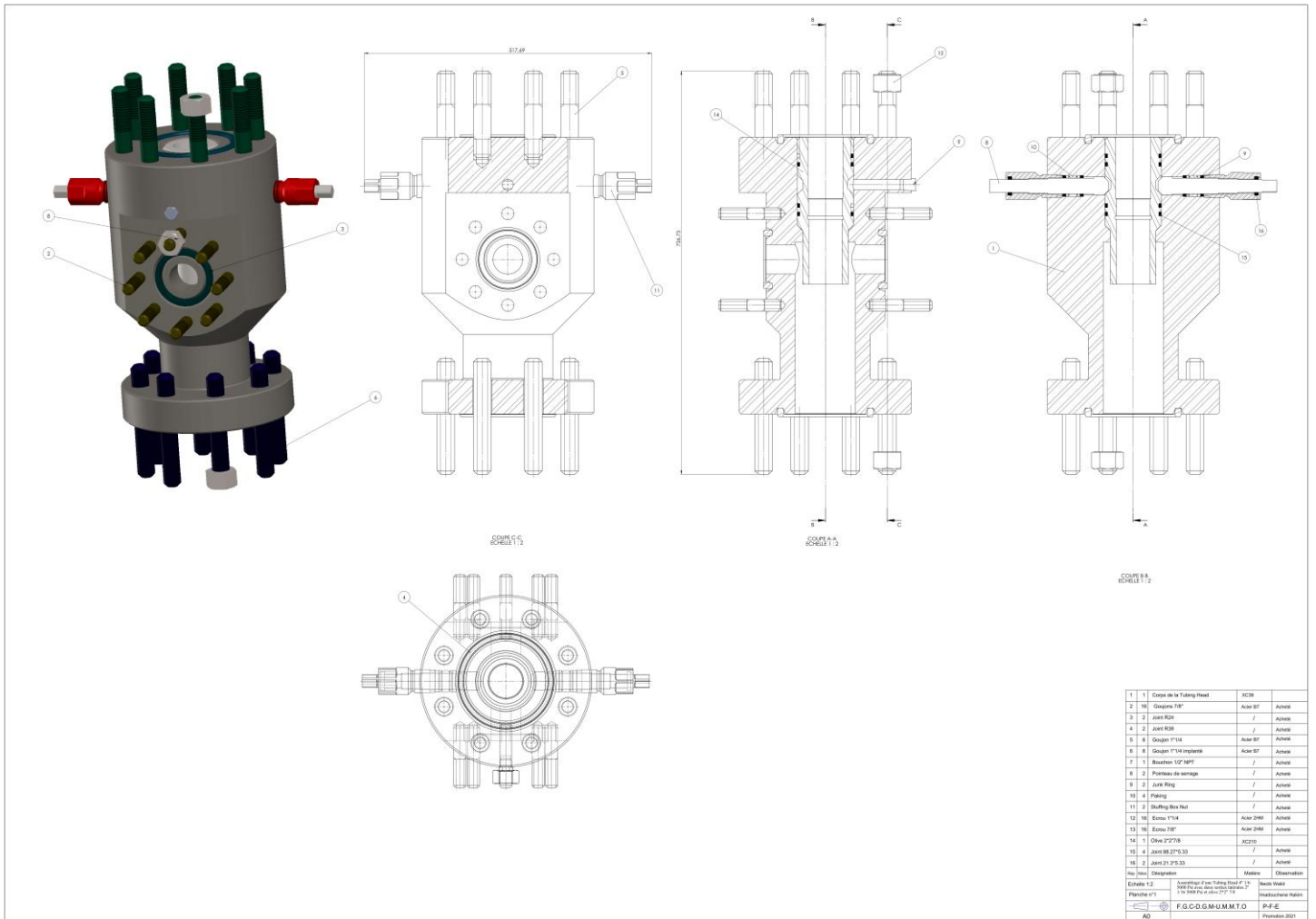


Figure 4.44 : Dessin d'ensemble de la Tubing Head

La feuille A0 est jointe à la version papier du PFE.

9. Conclusion

Après avoir consulté les différentes normes, nous avons élaboré une conception finale de la Tubing Head 4''¹/₁₆ 5000 Psi avec deux sorties latérales 2''¹/₁₆ 5000 Psi, nous avons appris comment interpréter les normes pour ensuite élaborer une conception. Nous distinguons aussi les hautes exigences de sécurité car le domaine pétrolier est un milieu à haut risque.

Nous avons comparé notre conception avec celle du bureau d'étude de l'ENSP et nous soulignons quelques différences de conception :

| Notre étude de conception | Bureau d'étude ENSP |
|--|---|
| Diamètre de la bride supérieure est égal à celui du corps de la Tubing Head | Diamètre du corps de la Tubing Head est supérieur à celui des brides 4'' ¹ / ₁₆ |
| Les dimensions de la gorge pour les joints R39 et R24 conforme à l'API SPEC 6A | Les dimensions de la gorge pour les joints R39 et R24 non conforme à l'API SPEC 6A |
| Le positionnement des brides latérales est différent | |
| La surface cylindrique inclinée sous les brides latérales a un angle de 45° | La surface inclinée cylindrique sous les brides latérales à un angle de 67° |
| La position de la surface inférieure de l'épaulement pour suspendre l'olive est surélevée par rapport aux trous d'injection de gaz | La position de la surface inférieure de l'épaulement pour suspendre l'olive est tangente par rapport aux trous d'injection de gaz |

Tableau 4. 14 comparaison de conception

Après discussions avec l'équipe du bureau d'étude de l'ENSP, il s'est avéré que ces différences sont dues à quelques contraintes d'usinage.

Nous allons garder les mêmes dimensions pour résoudre les problèmes d'usinage dans le prochain chapitre.

Chapitre 5 :
Elaboration d'une gamme d'usinage

Chapitre 5 : Elaboration d'une gamme d'usinage

1. Introduction

Dans ce chapitre, nous allons élaborer une gamme d'usinage pour la Tubing Head et l'olive de suspension.

Dans un premier temps, nous élaborons la gamme d'usinage de la Tubing Head en commençant par la partie tournage puis la partie fraisage pour ensuite passer à la gamme d'usinage de l'olive de suspension.

Par contre les goujons, les pointeaux de serrage, les écrous, les joints ne sont pas usinés à L'ENSP.

2. Parc machine :

Perceuse Radiale

Tour parallèle Cazeneuve

Faiseuse Cazeneuve

Perceuse multibroches

Fraiseuse 5 axes

3. Elaboration de la gamme d'usinage pour la Tubing Head

Nous élaborerons une gamme d'usinage pour la Tubing Head pour une production unitaire, elle se compose d'une partie usinage de la Tubing Head et partie usinage de la Tubing Hanger.

3.1. Forme du brut

La matière du brut est le XC38 (C35) de forme cylindrique obtenue par laminage.

Chapitre 5 : Elaboration d'une gamme d'usinage



Figure 4. 45 brut de la Tubing Head

3.2.Mise en plan

La mise en plan est réalisée sous le logiciel de conception SolidWorks :

Chapitre 5 : Elaboration d'une gamme d'usinage

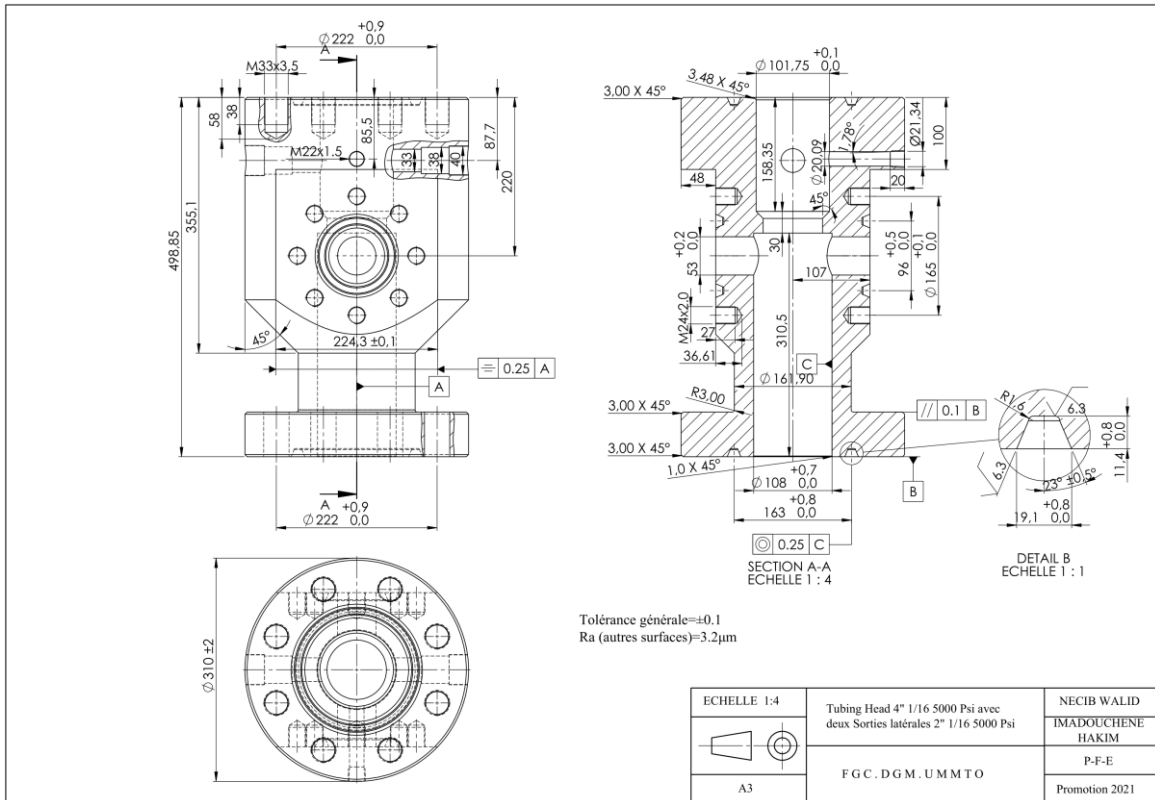


Figure 5.46 : mise en plan du corps de la Tubing Head

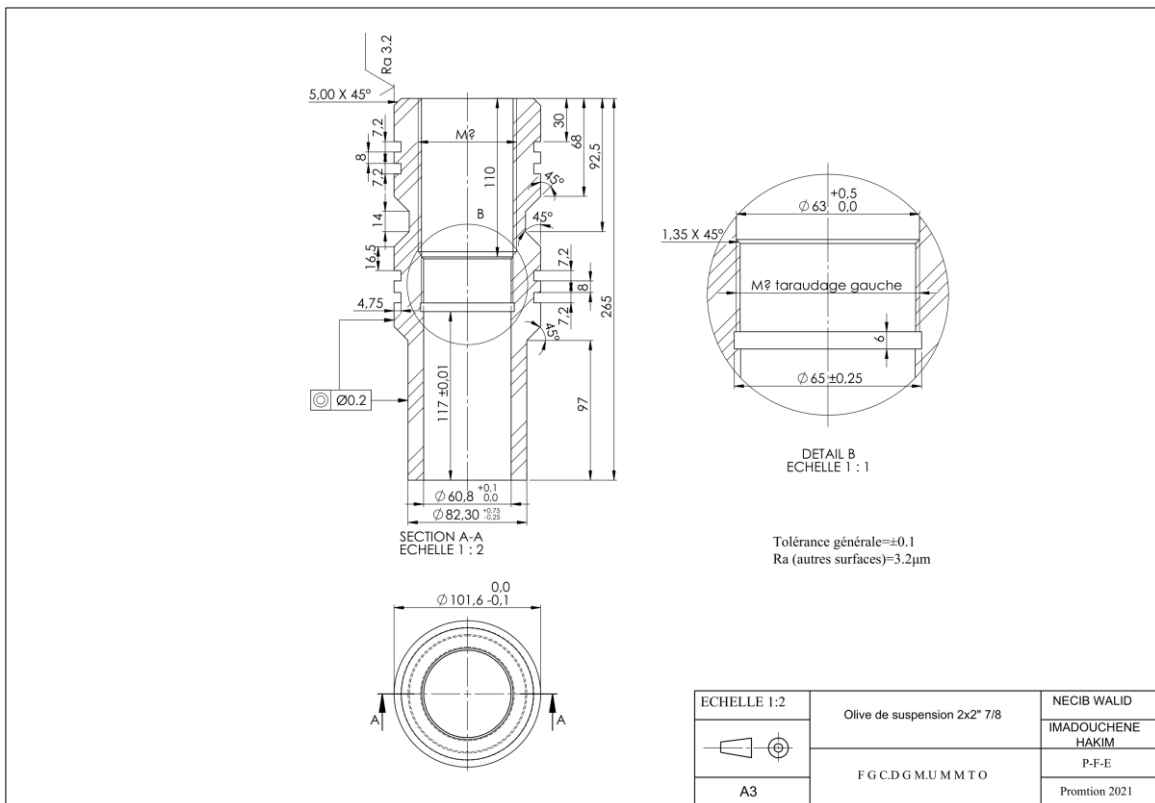


Figure 5.47 : Mise en plan de l'olive

Chapitre 5 : Elaboration d'une gamme d'usinage

3.3. Sciage du brut

Le sciage du brut se fait sur une scie automatique afin d'obtenir un brut avec les dimensions suivantes 510*320 mm

3.4. Perçage de la Tubing Head

Nous allons réaliser l'alésage de la bride sur la perceuse radiale.

Chapitre 5 : Elaboration d'une gamme d'usinage

3.4.1. Contrat de phase du perçage

| | | | |
|--|----------------------------|------------------------------|--|
| Contrat de phase prévisionnel | Ensemble: Tubing head | | |
| | Pièce: Tubing Head | | |
| Phase 100 | Matière: XC38 | | |
| | Nombre: 01 | | |
| Désignation: Perçage | | | |
| Machine-Outil: Perçeuse radiale | | | |
| | | | |
| Désignation dessous-phases et opérations | Eléments de coupe | | Outillage de fabrication |
| | Vc m/min | f mm/tr | |
| sous-phase 110: 1) Centrage 2) -Perçage -Perçage -Perçage -Perçage | 30 30 30 30 30 | 0.3 0.3 0.3 0.3 | Outil A.R.S à centrer Ø2mm Foret A.R.S Ø12mm Foret A.R.S Ø22mm Foret A.R.S Ø30mm Foret A.R.S Ø48mm |

Chapitre 5 : Elaboration d'une gamme d'usinage

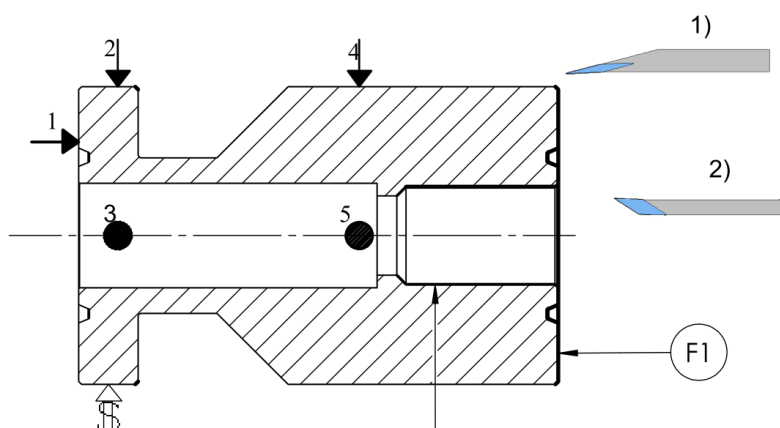
3.5. Tournage de la Tubing Head

Le tournage de la Tubing Head se compose de deux sous-phases. La première est pour réaliser le profil et la surface à 45° au-dessus de la bride inférieure puis usiner l'alésage, la deuxième est les contrats de phases du tournage

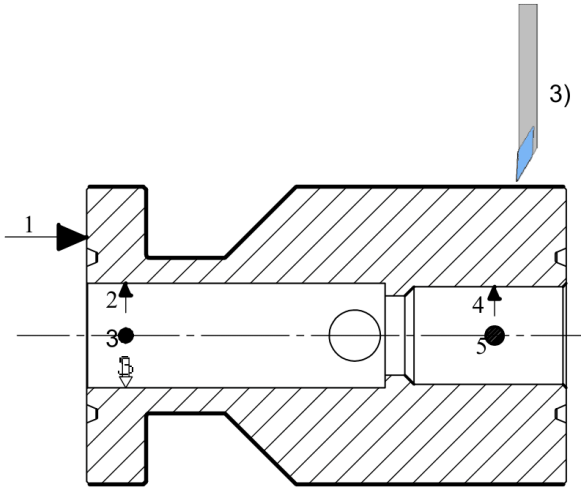
Chapitre 5 : Elaboration d'une gamme d'usinage

3.5.1. Contrat de phase tournage

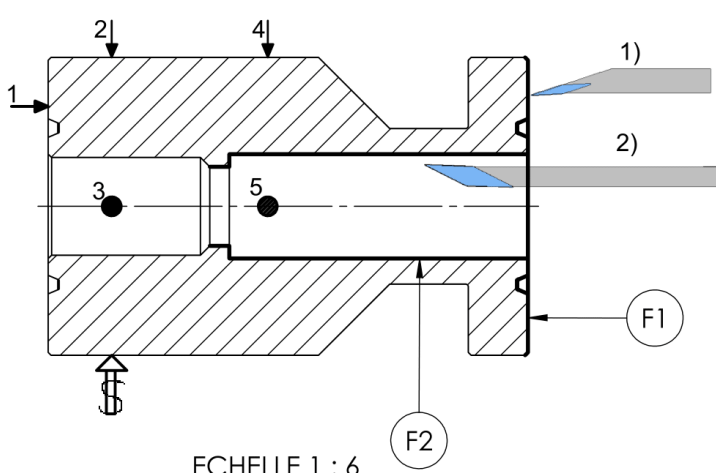
Chapitre 5 : Elaboration d'une gamme d'usinage

| Contrat de Phase | Ensemble: Tubing head | | |
|--|-----------------------|------------|--|
| Prévisionnel | Pièce: tubing head | | |
| Phase 200 | Matière: XC38 | | |
| | Nombre: 1 pièce | | |
| Désignation: Tournage | | | |
| Machine-outil: Tour parallèle Cazneuve 840D mandrin 3 mors | | | |
|  <p>SECTION A-A ECHELLE 1 : 6</p> | | | |
| Désignation des sous-phases et opérations | Eléments de coupe | | Outillage de fabrication et de vérification |
| | Vc m/min | f mm/tr | |
| sous-phase 210: | | | |
| Ebauche Dressage de F1 | 275 | 0.2 | 1) Outil à dresser-charioter 15° |
| Finition Dressage de F1 | 290 | 0.2 | |
| Ebauche profilage interieur de F2 | 110 | 1.2 | 2) Outil à aléser 30° **vérification du diamètre de l'alésage et sa longueur avec pied à coulisse, la gorge avec la jauge de profondeur |
| Finition profilage interieur de F2 | 170 | 0.6 | |

Chapitre 5 : Elaboration d'une gamme d'usinage

| Contrat de Phase | Ensemble: Tubing head | | |
|---|-----------------------|------------|--|
| Prévisionnel | Pièce: tubing head | | |
| Phase 200 | Matière: XC38 | | |
| | Nombre: 1 pièce | | |
| Désignation: Tournage | | | |
| Machine-outil: Tour parallèle SIEMENS 840D mandrin 3 mors | | | |
|  <p>SECTION A-A ECHELLE 1 : 6</p> | | | |
| Désignation des sous-phases et opérations | Eléments de coupe | | Outillage |
| | Vc m/min | f mm/tr | Fabrication |
| sous-phase 210: | | | |
| Ebauche profilage F3 | 240 | 0.3 | 2) Outil à dresser-charioter30° en plaquettes de carbures |
| Finition profilage F3 | 250 | 0.3 | |

Chapitre 5 : Elaboration d'une gamme d'usinage

| Contrat de Phase Prévisionnel | Ensemble: Tubing head | | |
|--|-----------------------|------------|-------------------------------------|
| | Pièce: tubing head | | |
| Phase 200 | Matière: XC38 | | |
| | Nombre: 1 pièce | | |
| Désignation: Tournage | | | |
| Machine-outil: Tour parallèle SIEMENS 840D mandrin 3 mors | | | |
|  <p>ECHELLE 1 : 6</p> | | | |
| Désignation des sous-phases et opérations | Eléments de coupe | | Outillage de fabrication |
| | Vc m/min | f mm/tr | |
| sous-phase 220: Ebauche Dressage de F1 Finition Dressage de F1 | 275 290 | 0.2 0.2 | 1) outil à dresser et charioter 15° |
| Ebauche Profilage interieur F3 Finition Profilage interieur F3 | 110 170 | 1.2 0.6 | 2) Outil à aleser-dresser 30° |

Chapitre 5 : Elaboration d'une gamme d'usinage

3.6. Fraisage de la Tubing Head

Le fraisage se compose de quatre phases et la dernière phase va être réalisée sur la fraiseuse 5 axes au vu de la complicité des rainures pour joints des brides latérales.

Chapitre 5 : Elaboration d'une gamme d'usinage

3.6.1. Les contrats de phases 300 fraisage

| Contrat de Phase Prévisionnel | Ensemble: Tubing head | | | |
|--|-----------------------|-------------|--------------|--|
| | Pièce: tubing head | | | |
| Phase 300 | Matière: XC38 | | | |
| | Nombre: 1 pièce | | | |
| Désignation: Fraisage | | | | |
| Machine-outil: Fraiseuse Cazneuve mandrin 3 mors avec plateau diviseur | | | | |
| | | | | |
| Désignation des sous-phases et opérations | Éléments de coupe | | | Outillage |
| | Vc m/min | fz mm/dt | Vf mm/min | Fabrication |
| sous-phase 310: | | | | |
| Op1 ébauche surfacage-dressage F1 | 105 | 0.15 | 1004 | Fraise a plaquettes 2T (76 90 VA) de Ø20mm vérification des cotes avec pied à coulisse et jauge de profondeur |
| Op2 Rotaion 180° | | | | |
| Op3 ébauche surfacage-dressage F2 | 105 | 0.15 | 1004 | |
| Op4 finition surfacage-dressage F2 | 135 | 0.3 | 2580 | |
| Op5 rotaion 180° | | | | |
| OP6 finition surfacage-dressage F1 | 135 | 0.3 | 2580 | |

Chapitre 5 : Elaboration d'une gamme d'usinage

| Contrat de Phase Prévisionnel | Ensemble: Tubing head | | | |
|--|-----------------------|-------------|--------------|----------------------|
| | Pièce: tubing head | | | |
| Phase 300 | Matière: XC38 | | | |
| | Nombre: 1 pièce | | | |
| Désignation: Fraisage | | | | |
| Machine-outil: Fraiseuse casneuve mandrin 3 mors avec diviseur | | | | |
| <p>COUPE A-A ECHELLE 1 : 6</p> | | | | |
| Désignation des sous-phases et opérations | Eléments de coupe | | | Outillage |
| | Vc m/min | fz mm/dt | Vf mm/min | Fabrication |
| sous-phase 320: Op01 centrage F1 Op02 rotation 180° Op03 centrage F2 OP04 perçage F2 Op05 rotation 180° Op06 perçage F1 Op07 perçage F1 Op08 rotation 180° Op09 perçage F2 Op10 alésage F2 Op11 rotation 180° Op12 alésage F1 | 19 | 0.01 | 09 | Foret à centrer Ø2mm |
| | 19 | 0.01 | 09 | Foret à centrer Ø2mm |
| | 45 | 0.044 | 125 | Foret A.R.S Ø10mm |
| | 45 | 0.044 | 125 | Foret A.R.S Ø10mm |
| | 45 | 0.079 | 112 | Foret A.R.S Ø20mm |
| | 45 | 0.079 | 112 | Foret A.R.S Ø20mm |
| | 05 | 2.5 | | Foret aléreur Ø52mm |
| | 05 | 2.5 | | Foret aléreur Ø52mm |

Chapitre 5 : Elaboration d'une gamme d'usinage

| Contrat de Phase Prévisionnel | Ensemble: Tubing head | | | |
|--|-----------------------|-------------|--------------|--|
| | Pièce: tubing head | | | |
| Phase 300 | Matière: XC38 | | | |
| | Nombre: 1 pièce | | | |
| Désignation: Fraisage | | | | |
| Machine-outil: Fraiseuse Cazneuve mandrin 3 mors avec plateau diviseur | | | | |
| | | | | |
| Désignation des sous-phases et opérations | Éléments de coupe | | | Outillage de fabrication |
| | Vc m/min | fz mm/dt | Vf mm/min | |
| sous-phase 330: | | | | |
| Op01 centrage F2 | 40 | 0.1 | 07 | Foret en A.R.S Ø02mm |
| Op02 Perçage F2 | 45 | 0.088 | 71 | Foret en A.R.S Ø10mm |
| Op03 Perçage F2 | 45 | 0.088 | 71 | Foret en A.R.S Ø20mm |
| Op03 Perçage F1 | 40 | 0.088 | 71 | Foret pour perçage de forme conique à 1.78° |
| Op04 Taraudage F1 | 5 | 1.5 | 60 | Taraud à goujures coniques à 1.78° |

Chapitre 5 : Elaboration d'une gamme d'usinage

| Contrat de Phase Prévisionnel | Ensemble: Tubing head | | | |
|---|--|---|--|---|
| | Pièce: tubing head | | | |
| Phase 300 | Matière: XC38 | | | |
| | Nombre: 1 pièce | | | |
| Désignation: Fraisage | | | | |
| Machine-outil: Fraiseuse Cazneuve mandrin 3 mors avec plateau diviseur | | | | |
| | | | | |
| Désignation des sous-phases et opérations | Eléments de coupe | | | Outillage de fabrication et de vérification |
| | Vc m/min | fz mm/dt | Vf mm/min | |
| sous-phase 340 : Op01 centrage F1 OP02 rotation 180° Op03 centrage F2 Op04 perçage F2 OP05 rotation 180° Op06 perçage F1 Op07 alésage F1 OP08 rotation 180° OP09 alésage F2 Op10 taraudage F2 Op11 rotation 180° Op12 taraudage F1 | 19 19 40 40 45 45 5 5 | 0.01 0.01 0.088 0.088 0.088 1.5 1.5 | 9 9 71 71 63 63 60 60 | Outil à centrer en A.R.S Ø4mm Outil à centrer en A.R.S Ø4mm Foret Ø33mm Foret Ø33mm Foret aléreur Ø38mm Foret aléreur Ø38mm Taraud sans goujure, entrée cuiller Taraud sans goujure, entrée cuiller **Vérification avec jauge de profondeur et pied à coulisse |

Chapitre 5 : Elaboration d'une gamme d'usinage

3.6.2. Perçage des trous de goujons

Chapitre 5 : Elaboration d'une gamme d'usinage

| Contrat de Phase Prévisionnel | Ensemble: Tubing head | | | |
|---|-----------------------|-------------|--------------|---------------------------------|
| | Pièce: tubing head | | | |
| Phase 400 | Matière: XC38 | | | |
| | Nombre: 1 pièce | | | |
| Désignation: Perçage | | | | |
| Machine-outil: Perçeuse multi-broches | | | | |
| <p>Technical drawing of a tubing head. The side view (Vue de face) shows a cylindrical component with a central hole and a diameter of 450.35mm. The top view (Vue de dessus) shows a circular flange with 8 holes around the perimeter and a central hole. Dimensions include Cm1 Ø362mm and Co. Section lines 1,2, 3, 4, and 5 are indicated.</p> | | | | |
| Désignation des sous-phases et opérations | Éléments de coupe | | | Outillage de fabrication |
| | Vc m/min | fz mm/dt | Vf mm/min | |
| sous-phase 410: | | | | |
| Op1 centrage | 36 | 0.003 | 45 | forets A.R.S à centrer Ø2mm |
| Op2 perçage | 45 | 0.055 | 125 | forets A.R.S Ø12mm |
| Op3 perçage | 45 | 0.080 | 90 | forets A.R.S Ø25mm |
| Op4 perçage | 45 | 0.088 | 80 | forets A.R.S Ø30mm |
| Op5 taraudage | 04 | 2.5 | 44 | tarauds à goujures hélicoïdales |

Chapitre 5 : Elaboration d'une gamme d'usinage

| Contrat de Phase Prévisionnel | Ensemble: Tubing head | | | |
|--|-----------------------|-------------|--------------|----------------------------|
| | Pièce: tubing head | | | |
| Phase 400 | Matière: XC38 | | | |
| | Nombre: 1 pièce | | | |
| Désignation: Fraisage | | | | |
| Machine-outil: Fraiseuse multi-broche | | | | |
| | | | | |
| Désignation des sous-phases et opérations | Eléments de coupe | | | Outillage de fabrication |
| | Vc m/min | fz mm/dt | Vf mm/min | |
| sous-phase 420: | | | | |
| Op1 centrage | 36 | 0.003 | 45 | Foret A.R.S à centrer Ø2mm |
| Op2 perçage | 45 | 0.044 | 125 | Foret en A.R.S Ø10mm |
| Op3 perçage | 45 | 0.079 | 112 | Foret en A.R.S Ø20mm |
| Op4 perçage | 45 | 0.088 | 63 | Foret Aléseur Ø35mm |

Chapitre 5 : Elaboration d'une gamme d'usinage

| Contrat de Phase Prévisionnel | Ensemble: Tubing head | | | |
|--|-----------------------|-------------|--------------|---|
| | Pièce: tubing head | | | |
| Phase 500 | Matière: XC38 | | | |
| | Nombre: 1 pièce | | | |
| Désignation: Perçeuse | | | | |
| Machine-outil: Perçeuse multi-borches | | | | |
| | | | | |
| Désignation des sous-phases et opérations | Éléments de coupe | | | Outillage de fabrication et de vérification |
| | Vc m/min | fz mm/dt | Vf mm/min | |
| sous-phase 510: | | | | |
| Op01 centrage des trous F1 | 25 | 0.02 | 160 | Foret à centrer en A.R.S Ø2mm |
| Op02 perçage des trous F1 | 40 | 0.014 | 90 | Foret en A.R.S Ø8mm |
| Op03 perçage des trous F1 | 40 | 0.039 | 125 | Foret en A.R.S Ø16mm |
| Op04 perçage des trous F1 | 40 | 0.049 | 125 | Foret en A.R.S Ø22mm |
| Op05 taraudage des trous F1 | 5 | 2.5 | 90 | Taraud à goujures hélicoïdales |
| Op06 taraudage des trous F1 | 5 | 2.5 | 90 | Taraud à goujures hélicoïdales |
| | | | | Vérification avec jauge de profondeur et pied à coulisse |

Chapitre 5 : Elaboration d'une gamme d'usinage

| Contrat de Phase Prévisionnel | Ensemble: Tubing head | | | |
|--|-----------------------|-------------|--------------|---|
| | Pièce: tubing head | | | |
| Phase 500 | Matière: XC38 | | | |
| | Nombre: 1 pièce | | | |
| Désignation: Perçreuse | | | | |
| Machine-outil: Perçreuse multi-borches | | | | |
| <p style="text-align: center;">SECTION C-C Echelle 1 : 6</p> | | | | |
| Désignation des sous-phases et opérations | Éléments de coupe | | | Outillage de fabrication et de vérification |
| | Vc m/min | fz mm/dt | Vf mm/min | |
| sous-phase 520: | | | | |
| Op01 centrage des trous F2 | 25 | 0.02 | 160 | Forets à centrer en A.R.S Ø2mm |
| Op02 perçage des trous F2 | 40 | 0.014 | 90 | Forets en A.R.S Ø8mm |
| Op03 perçage des trous F2 | 40 | 0.039 | 125 | Forets en A.R.S Ø16mm |
| Op04 perçage des trous F2 | 40 | 0.049 | 125 | Forets en A.R.S Ø22mm |
| Op05 taraudage des trous F2 | 5 | 2.5 | 90 | Tarauds à goujures hélicoïdales |
| Op06 taraudage des trous F2 | 5 | 2.5 | 90 | Tarauds à goujures hélicoïdales |
| | | | | Vérification avec jauge de profondeur et pied à coulisse |

Chapitre 5 : Elaboration d'une gamme d'usinage

3.6.3. Les contrats de phases de fraisage cnc 5 axes

| | | | | | |
|--|-----------------------|--------------|-------------|--------------|---------------------------------------|
| Contrat de Phase Prévisionnel | Ensemble: Tubing head | | | | |
| | Pièce: tubing head | | | | |
| Phase 600 | Matière: XC38 | | | | |
| | Nombre: 1 pièce | | | | |
| Désignation: Fraisage | | | | | |
| Machine-outil: Fraiseuse CNC 5axes | | | | | |
| | | | | | |
| Désignation des sous-phases et opérations | Eléments de coupe | | | | Outillage de fabrication |
| | Vc1 m/min | Vc2 m/min | fz mm/dt | Vf mm/min | |
| sous-phase 610: | | | | | |
| Op1 Ebauche contournage-rainurage de F1 | 40 | 26 | 0.016 | 90 | Fraise à plaquettes (7690 VA) de Ø8mm |
| Op2 Rotation 180° sur Z | | | | | |
| Op3 Ebauche contournage-rainurage de F2 | 40 | 26 | 0.016 | 90 | |
| Op3 Finition contournage-rainurage de F2 | 95 | 26 | 0.009 | 63 | |
| Op4 Rotation 180° sur Z | | | | | |
| Op5 Finition contournage-rainurage de F1 | 95 | 26 | 0.009 | 63 | |

Chapitre 5 : Elaboration d'une gamme d'usinage

| | | | | | |
|--|-----------------------|--------------|-------------|--------------|---------------------------------------|
| Contrat de Phase Prévisionnel | Ensemble: Tubing head | | | | |
| | Pièce: tubing head | | | | |
| Phase 600 | Matière: XC38 | | | | |
| | Nombre: 1 pièce | | | | |
| Désignation: Fraisage | | | | | |
| Machine-outil: Fraiseuse CNC 5axes | | | | | |
| | | | | | |
| Désignation des sous-phases et opérations | Eléments de coupe | | | | Outillage de fabrication |
| | Vc1 m/min | Vc2 m/min | fz mm/dt | Vf mm/min | |
| sous-phase 620: | | | | | |
| Op1 Ebauche contournage-rainurage de F1 | 40 | 26 | 0.016 | 90 | Fraise à plaquettes (7690 VA) de Ø8mm |
| Op2 Rotation de la pièce 180° sur Z | | | | | |
| Op3 Ebauche contournage-rainurage de F2 | 40 | 26 | 0.016 | 90 | |
| Op3 Finition contournage-rainurage de F2 | 95 | 26 | 0.009 | 63 | |
| Op4 Rotation de la pièce 180° sur Z | | | | | |
| Op5 Finition contournage-rainurage de F1 | 95 | 26 | 0.009 | 63 | |

Chapitre 5 : Elaboration d'une gamme d'usinage

| Contrat de Phase Prévisionnel | Ensemble: Tubing head | | | | |
|---|-----------------------|--------------|-------------|--------------|---------------------------------------|
| | Pièce: tubing head | | | | |
| Phase 600 | Matière: XC38 | | | | |
| | Nombre: 1 pièce | | | | |
| Désignation: Fraisage | | | | | |
| Machine-outil: Fraiseuse CNC 5axes | | | | | |
| | | | | | |
| Désignation des sous-phases et opérations | Eléments de coupe | | | | Outillage de fabrication |
| | Vc1 m/min | Vc2 m/min | fz mm/dt | Vf mm/min | |
| <p>sous-phase 630:</p> <p>Op1 Ebauche rainurage circulaire de F1</p> <p>Op2 Rotation de la pièce 180° sur Z</p> <p>Op3 Ebauche rainurage circulaire de F2</p> <p>Op4 Finition rainurage circulaire de F2</p> <p>Op5 Rotation de la pièce 180° sur Z</p> <p>Op6 Finition rainurage circulaire de F1</p> | 40 | 26 | 0.016 | 90 | Fraise à plaquettes (7690 VA) de Ø8mm |
| | 40 | 26 | 0.016 | 90 | |
| | 95 | 26 | 0.009 | 63 | |
| | 95 | 26 | 0.009 | 63 | |
| | | | | | |
| | | | | | |

Chapitre 5 : Elaboration d'une gamme d'usinage

4. Elaboration de la gamme d'usinage pour l'olive de suspension

Etant donné que la forme de l'olive de suspension est purement cylindrique, elle sera usinée en tournage avec deux sous-phases.

Chapitre 5 : Elaboration d'une gamme d'usinage

4.1. Les contrats de phase perçage

| | | | |
|---|----------------------------|------------|---|
| Contrat de Phase Prévisionnel | Ensemble: Tubing head | | |
| | Pièce: Olive de suspension | | |
| Phase 200 | Matière: 42CrMo4 | | |
| | Nombre: 1 pièce | | |
| Désignation: Tournage | | | |
| Machine-outil: Tour parallèle 840D mandrin 3 mors à CN | | | |
| | | | |
| Désignation des sous-phases et opérations | Eléments de coupe | | Outillage de fabrication et de vérification |
| | Vc m/min | f mm/tr | |
| <p>Sous-phase 210:</p> <p>Dressage ébauche F1</p> <p>Dressage finition F1</p> <p>Profilage ébauche F2</p> <p>Profilage finition F2</p> <p>Gorgeage ébauche F3</p> <p>Gorgeage finition F3</p> <p>Alesage ébauche F4</p> <p>Alesage finition F4</p> <p>Tarudage de F5</p> | 65 | 0.5 | 1)Outil à dresser-charioter 55° |
| | 105 | 0.5 | 2)Outil à dresser-charioter à 30° |
| | 75 | 0.4 | 3)Outil pelle |
| | 115 | 0.4 | |
| | 45 | 0.05 | |
| | 18 | 0.3 | 4)Outil à aléser-dresser30° |
| | / | / | 5) Outil à tarauder |
| | | | **Vérification du diamètre ext et int avec pied à coulisse, les gorge avec la jauge de profondeur |

Chapitre 5 : Elaboration d'une gamme d'usinage

4.2. Les contrats de phase tournage

| Contrat de Phase Prévisionnel | Ensemble: Tubing head | | |
|---|---|--|--|
| | Pièce: Olive de suspension | | |
| Phase 200 | Matière: 42CrMo4 | | |
| | Nombre: 1 pièce | | |
| Désignation: Tournage | | | |
| Machine-outil: Tour parallèle 840D mandrin 3 mors | | | |
| <p>Echelle 1 : 2</p> <p>DETAIL A Echelle 1 : 1</p> | | | |
| Désignation des sous-phases et opérations | Eléments de coupe | | Outillage de fabrication et de vérification |
| | Vc m/min | f mm/tr | |
| Sous-phase 210: Dressage ébauche F1 Dressage finition F1 Profilage ébauche F2 Profilage finition F2 Gorgeage ébauche F3 Gorgeage finition F3 Alesage ébauche F4 Alesage finition F4 Taraudage de F5 | 65 105 75 115 45 18 / | 0.5 0.5 0.4 0.4 0.05 0.3 / | 1)Outil à dresser-charioter 55° 2)Outil à dresser-charioter à 30° 3)Outil pelle 4)Outil à aléser-dresser30° 5) Outil à tarauder **Vérification du diamètre ext et int avec pied à coulisse, les gorge avec la jauge de profondeur |

Chapitre 5 : Elaboration d'une gamme d'usinage

| Contrat de Phase Prévisionnel | Ensemble: Tubing head | | |
|---|----------------------------|------------|--|
| | Pièce: Olive de suspension | | |
| Phase 200 | Matière: 42CrMo4 | | |
| | Nombre: 01 pièce | | |
| Désignation: Tournage | | | |
| Machine-outil: Tour parallèle Cazeneuve mandrin 3 mors à CN | | | |
| | | | |
| Désignation des sous-phases et opérations | Eléments de coupe | | Outillage de fabrication et de vérification |
| | Vc m/min | f mm/tr | |
| sous-phase 220: | | | |
| Dressage ébauche de F1 | 65 | 0.5 | 1)Outil à dresser 55° en plaquettes carbures |
| Dressage finition de F1 | 105 | 0.5 | |
| profilage ébauche de F2 | 75 | 0.4 | 2)Outil à dresser-charioter 30° |
| profilage finition de F2 | 115 | 0.4 | |
| Alesage ébauche de F3 | 18 | 1.2 | 3)Outil à aleser-dresser 30° |
| Alesage finition de F3 | 18 | 0.8 | |
| Chambrage ébauche de F4 | 45 | 0.05 | 4)Outil à chambrer |
| Chambrage finition de F4 | | | |
| Taraudage gauche de F5 | / | / | 5)Outil à tarauder |
| | | | **Vérification du diamètre ext et int avec pied à coulisse, la gorge int avec la jauge de profondeur |

Chapitre 5 : Elaboration d'une gamme d'usinage

5. Montage de la Tubing Head

Après avoir inséré le joint R39 sur la bride supérieure du Casing Head, la Tubing Head se posera sur le Casing Head en respectant le positionnement pour trous de goujons pour ensuite placer les goujons et les serrer avec des écrous.

Par la suite le joint R39 sera à son tour posé sur la gorge et les goujons seront vissés sur la bride supérieure, puis l'adaptateur (l'élément qui relie la Tubing Head et Christmas tree) de sera de son tour posé sur la Tubing Head et ce dernier sera serrer à l'aide des écrous.

Ensuite les goujons seront vissés sur les deux méplats, puis les joints R24 seront insérer sur les deux gorges latérales, pour qu'à la fin les brides des vannes latérales seront posées et serrer a l'aide des écrous

6. Conclusion

Dans ce chapitre nous avons appris comment élaborer une gamme d'usinage à partir d'une conception en passant par des plans de définition et des dessins d'ensemble.

Nous distinguons l'importance de la gamme d'usinage sur le coût et la qualité du produit, C'est vrai que les infrastructures jouent un rôle essentiel pour avoir un bon produit, mais la productivité et un bon rendement de ces infrastructures dépendent de qualité de la gamme.

Nous avons proposé une gamme relativement différente avec celle de ENSP, que ça soit pour la réalisation des gorges pour joints des brides latérales ou la surface à 45°, nous justifierons nos propositions dans le chapitre 6.

Chapitre 6 :
Teste de la Tubing Head et discussions

Chapitre 6 : Teste de la Tubing Head et discussions

1. Test de la Tubing Head

Tous les tests de la Tubing Head doivent être réalisés dans une entreprise de certification et de conformité ; or l'ENSP réalise un pré-test de pression afin de confirmer la résistance à la pression de service de la Tubing Head.

1.1. Test de pression

Dans ce test, les sorties supérieures et inférieures, seront fermées avec des brides pleines en plaçant les joints annulaires, un manomètre sera branché dans une des brides latérales l'autre sera réservée pour l'injection de l'huile, ensuite cette huile sera injectée avec une pression de 7500 Psi pendant une durée de 20 minutes.

Un bilan de pression sera alors élaboré pour analyser les pertes et la résistance à cette pression.

2. Discussions

Nous avons organisé la discussion en deux parties et chaque partie sera divisée selon le nombre de remarques et de différences entre notre étude et le travail du bureau d'étude de L'ENSP, ainsi que nos propositions.

2.1. Partie conception

A) Diamètre de la bride supérieur égale à celui du corps de la Tubing Head

Contrairement au bureau d'étude de l'ENSP qui a élaboré une conception avec un diamètre du corps supérieur à celui de la bride supérieure, nous avons élaboré une conception avec un diamètre constant car aucune norme n'exige cette différence de diamètre.

Pour conclure, l'ajout de cette différence de diamètre entraînera une augmentation du poids de la Tubing Head donc ce qui nous conduit un coût plus important (augmentation de la taille du brut).

B) Les dimensions des gorges pour joints de brides ne sont pas conformes à la norme API SPEC 6A

Le dimensionnement des gorges pour joints désigné par le bureau d'étude, ne sont pas conforme à l'API SPEC 6A ce qui affectera, sans doute, les performances des joints pendant la mise en service de la Tubing Head.

Chapitre 6 : Teste de la Tubing Head et discussions

C) Le positionnement des brides latérales différent

Cette différence de mise en position des brides bilatérales dues à la méthode d'usinage élaboré par le bureau d'étude de l'ENSP, nous expliquerons cette contrainte dans la partie usinage.

2.2. Partie usinage

A) Usinage de la Surface conique à 45° sous les méplats

L'usinage de cette surface est possible (contrat de phase 200) avec un outil de profilage à 30°. Ceci qui nous permettra d'avoir un espace pour faciliter le serrage des goujons.

B) Usinage des gorges pour les joints(R24) des brides latérales

L'usinage de ces gorges se fait sur tournage au sein de l'ENSP, mais cette technique nous impose de calculer le centre gravité de la Tubing Head lors de son usinage et la position des brides latérales seront aussi sur ce point-là.

Cependant nous avons proposé l'usinage des gorges pour joints R24 sur la fraiseuse 5axes, sachant que c'est plus couteux de faire des opérations sur la fraiseuse 5axes, n est au moins nous aurons une finition de qualité et un positionnement des brides latérales selon le besoin.

C) La position de la surface inferieur de l'épaulement pour suspendre l'olive est surélevée par rapport aux trous d'injection de gaz

L'absence de coïncidence entre la surface inferieur de l'épaulement et la surface cylindrique des trous d'injection entrainera une facilité d'usinage pour ces trous et nous évitera l'endommagement de la surface de l'épaulement lors de l'usinage des trous latéraux.

D) Utiliser une perceuse multibroches :

C'est vrai que la production de la Tubing Head est unitaire, mais le nombre de brides usinées (beaucoup autre équipement disposent de brides) est assez important donc utilisation de la multibroches impliquera un gain de temps et une meilleure précision.

Conclusion générale

Conclusion générale

Ce projet de fin d'étude en master génie mécanique, option construction mécanique nous a permis d'appliquer des connaissances acquises au cours de notre parcours universitaire dans le domaine professionnel grâce au stage effectué à l'entreprise national des services aux puits en côtoyant le bureau d'études et l'atelier de fabrication.

Cette étude nous a permis de découvrir l'industrie de la conception et de la fabrication dans le domaine pétrolier en consultant les différentes normes nécessaires, qui sont d'ailleurs très exigeantes en matière de sécurité vu la dangerosité du domaine.

Nous avons constaté quelques différences de conception avec le bureau d'études de l'ENSP à cause des contraintes d'usinages, mais néanmoins nous avons gardé les mêmes dimensions exigées par la norme API SPEC 6A et nous avons élaboré une gamme d'usinage unitaire adéquate.

A la fin de ce stage pluridisciplinaire et après avoir analysé les différents aspects du travail effectué, nous avons pu acquérir des compétences et enrichir nos connaissances acquises auparavant, qui nous seront par la suite très utile pour notre vie professionnelle :

- Chapitre 1 :
 - Discerner les différentes directions et leurs missions.
 - Connaitre la direction EX-ALDIM et ses différents services.
- Chapitre 2 :
 - Comprendre le mécanisme d'extraction du pétrole.
 - Connaitre la structure globale d'un puits pétrolier.
 - Découvrir les équipements de productions.
- Chapitre 3 :
 - Distinguer les différentes normes pétrolières.
- Chapitre 4 :
 - Savoir comment interpréter une norme.
 - Aller d'une norme vers une conception finale d'un produit.
- Chapitre 5 :
 - Apprendre à élaborer une gamme d'usinage unitaire d'un produit sous normes pétrolières.

- Chapitre 6 :

Conclusion générale

- Avoir l'aptitude de proposer et optimisé des conceptions et des gammes d'usinages.

On peut dire que ce projet de fin d'études a bien touché le but fixé au départ, et que les objectifs fixés ont été atteint en grande partie. On a bien confronté notre travail à la réalité constaté sur le terrain au niveau de l'entreprise.

Comme perspective, nous souhaitons que ce travail soit repris par les futures promotions pour créer une base de données informatisée, capable d'améliorer la conception et la fabrication des équipements pétroliers car ce domaine est le pilier le plus important de l'économie algérienne.

Bibliographie

Bibliographie

[3]-American Petroleum Institute, API SPEC 6A,2009

[4] - Michel Dupeux, SCIENCE DES MATÉRIAUX,2004

[5] - Organisation internationale de normalisation, ISO 10426,2019

[6]- Standard Specification for Carbon Steel, Alloy Steel and Stainless-Steel Nuts for Bolts for High Pressure or High Temperature Service or Both, ASTM A194/A194M,2008

[7]- ASSOCIATION OF WELL HEAD EQUIPMENT MANUFACTURERS, SPECIFICATION FOR STUD BOLTS AND TAP END STUDS,2002

[8] - Organisation internationale de normalisation, ISO 15156,2015

Sites web

[1]-www.wikka.fi

[2]-www.capp.ca

Résumé

Ce travail consiste à faire une étude conception et l'élaboration d'une gamme d'usinage pour une Tubing Head, qui est une composante du wellhead (équipement de production des hydrocarbures) en effectuant un stage à l'entreprise national des services aux puits.

Il débutera d'abord par la présentation de l'entreprise puis des généralités sur le domaine pétrolier afin de comprendre les différents composants d'un puits, ensuite les normes nécessaires pour la conception et l'usinage.

Désormais il procédera à une conception conforme aux normes exigées, une fois que la conception est achevée, c'est au tour de l'élaboration d'une gamme d'usinage, pour conclure avec le test du produit ainsi qu'une discussion à propos des remarques et propositions de solutions.