

Faculté des Sciences et Techniques de Fès

Département de Génie Industriel

LST de Génie Industriel

Projet de Fin d'Etudes

Etude et conception de la chemise protectrice pour les pompes immergées

Lieu : Novelli pumps (Groupe Zine Industrie) à FES

Référence : 04/18GI

Préparé par :

- FATHI Karim
- HARMAK Issmail

Soutenu le 05 Juin 2018 devant le jury composé de :

- Pr. A. Chamat (Encadrant FST)
- Pr. A. En-nadi (Examineur)
- Pr. B. Rzine (Examineur)
- Mr. A. Benmimoun (Encadrant Société)

Dédicaces

A Dieu source de toute connaissance

Nous dédions le présent travail :

A nos très chers parents

Mais aucune dédicace ne serait témoin de notre profond amour, notre immense gratitude et notre plus grand respect, car nous ne pourrions jamais oublier la tendresse et l'amour dévoué par lesquels ils nous ont toujours entourer depuis notre enfance.

A nos frères et nos sœurs

Pour leur soutien moral, leur amour et confiance et leur énorme support pendant la rédaction de notre rapport.

A tous nos amis

À tous ceux que nous aimons et à toutes les personnes qui nous ont prodigués des encouragements et se sont donné la peine de nous soutenir.

Remerciements

Avant tout développement sur cette expérience professionnelle, il apparaît opportun de commencer ce rapport de stage par des remerciements.

Après Dieu, j'adresse mes vifs remerciements à :

- ✓ Notre encadrant Mr. A.BENMIMOUN, directeur du groupe Zine, qui m'a offert la possibilité de passer ce stage au sein de la société et pour ses conseils et son aide précieuse au cours du stage.
- ✓ Notre encadrant pédagogique Mr. Chamat, professeurs du département génie industriel, pour les efforts qu'il a déployé et ses conseils fructueux qu'il n'a cessé de nous prodiguer avec bienveillance.
- ✓ Tous les enseignants du département génie industriel qui ont contribué à notre formation au cours de ces années d'études.
- ✓ Tous les membres du jury devant lesquels nous aurons le grand honneur d'exposer notre travail.
- ✓ Tout le personnel de Novelli pumps.
- ✓ Tous ceux et celles qui ont contribué à faciliter la tâche de notre travail, en prodiguant leur aide accompagnée de sympathie et d'encouragements, qu'ils trouvent ici l'expression de notre sincère gratitude.

SOMMAIRE

INTRODUCTION.....	1
Chapitre I : Présentation de l'entreprise	2
Introduction.....	2
I. Présentation du groupe ZINE industrie	2
II. Présentation de la société NOVELLI:	3
III. Organigramme de NOVELLI PUMPS.....	4
IV. Processus de fabrication	5
Conclusion	7
Chapitre II : Description de la pompe et du cadre de projet	8
Introduction.....	8
I. Description de la pompe immergée	8
II. Cadrage du projet	12
II.1. Contexte pédagogique et intérêt du projet	12
II.2. Plan d'action du projet	13
II.3. Les outils utilisés pour réaliser ce travail.....	14
Conclusion	14
Chapitre III: Etude préliminaire du projet	15
Introduction.....	15
I. Identification du problème	15
II. Formulation du problème	15
III. Analyse de l'existant	16
Conclusion	22
Chapitre IV : Analyse fonctionnelle et conception de la chemise	23
I. Analyse fonctionnelle de la chemise	23
Introduction	23

I.1. Diagramme à boîte pour analyse descendante.....	23
I.2. Diagramme bête à corne	23
I.3. Diagramme pieuvre :	24
I.4. Diagramme FAST.....	25
Conclusion.....	26
II. Conception de la chemise.....	27
Introduction	27
II.1. Conception Assisté par Ordinateur	27
II.2. Conception 3D des composants fabriqués	27
II.3. Solution secondaire.....	34
Conclusion.....	35
CONCLUSION GENERALE	36
Bibliographie.....	37
Webographie :	37
ANNEXES:	38

Liste des figures

Figure 1: Les sociétés du groupe Zine industrie	2
Figure 2: Organigramme de Novelli pumps.....	4
Figure 3: Processus de fabrication de la pompe immergée.....	5
Figure 4: presse hydraulique	5
Figure 5: tour.....	6
Figure 6: abrasif	6
Figure 7: pompe immergée	9
Figure 8: Nomenclature de la pompe immergée	11
Figure 9: Le plan prévisionnel du projet	13
Figure 10: Diagramme d'Ishikawa du tirant	16
Figure 11: Les caractéristiques d'Inox 304L [5].....	17
Figure 12 : Coefficients de sécurité typiques [6]	17
Figure 13: Diffuseur de la pompe immergée	18
Figure 14: L'effort agissant sur le tirant.....	19
Figure 15: Corps clapet de la pompe.....	20
Figure 16: Schémas de la torche de soudage semi-automatique.....	20
Figure 17: Goujon	21
Figure 18 : Diagramme a boîte pour analyse descendante.....	23
Figure 19 : Diagramme bête à corne.....	24
Figure 20: Diagramme pieuvre	24
Figure 21: Diagramme FAST.....	26
Figure 22: Dessin pompe version 1	27
Figure 23: Dessin de la chemise.....	28
Figure 24: Dessin de la conduite	28
Figure 25: Simulation CATIA de la conduite	29
Figure 26 : Dessin de deux brides pour assemblage	30
Figure 27: Bride fileté	30
Figure 28 : Dessin de guide.....	32
Figure 29 : Composant intermédiaire entre pompe et moteur.....	32
Figure 30 : Liste des moteurs utilisé au sein de l'entreprise	33
Figure 31: Dessin pompe version 2.....	34
Figure 32 : Dessin du corps clapet	34
Figure 33 : Dessin de chambre d'aspiration.....	35

Liste des tableaux

Tableau 1: Les avantages et les inconvénients de la pompe immergée	8
Tableau 2: Liste des composants de la pompe immergée	11
Tableau 3: Planification des tâches de projet de fin d'étude	13
Tableau 4: Ressource logiciels du projet.....	14
Tableau 5: Outil QQQCP du projet.....	15
Tableau 6 : Fonctions des services	25

INTRODUCTION

De nos jours, le monde est atteint par une véritable frénésie de changement, ainsi il demeure nécessaire pour chaque entreprise de déployer de permanent effort pour répondre aux exigences et aux contraintes internationales tout en restant dans les normes de qualité et en gardant la marge bénéficiaire.

Chaque entreprise se fixe des objectifs dans le cadre de sa vocation spécifique pour atteindre des résultats sur ces marchés en s'interrogeant à tout moment sur les changements à opérer à propos des produits, des équipements des processus intellectuels et des méthodes. Tel est le cas pour NOVELLI, qui s'est penché sur la créativité et l'innovation comme étant deux facteurs majeurs pour son développement, néanmoins, il ne suffit pas d'innover, de créer, de générer de nouvelles idées, mais il faut faire face à la concurrence.

Notre projet de fin d'études, consiste à concevoir une chemise protectrice pour les pompes immergées. Pour y arriver, nous avons suivi une démarche bien enchainée pour réussir ce projet, en utilisant des outils de la planification, de la conception, afin de réaliser un bon produit du premier coup et d'éviter les modifications de la définition du produit après la conception.

Ce travail s'articule autour de cinq chapitres principaux :

- ✓ Chapitre I : Présentation de l'entreprise.
- ✓ Chapitre II : Description de la pompe immergée et du cadre de projet.
- ✓ Chapitre III : Étude préliminaire du projet.
- ✓ Chapitre IV : Analyse fonctionnelle et conception de la chemise.

Chapitre I : PRESENTATION DE L'ENTREPRISE

Introduction

Avant de se lancer dans un projet au sein d'une entreprise, il paraît essentiel de commencer par connaître cette entité et ses domaines d'activités. Dans ce sens on commencera par présenter le groupe ZINE industrie pour présenter ensuite Novelli punps et son processus de fabrication.

I. Présentation du groupe ZINE industrie

Le groupe ZINE industrie, figure 1, est une entreprise familiale fondée par Mr. Fouad Zine Filali et Mr. Mostafa Zine Filali. Elle est composée de trois sociétés : ZINELEC, ZINCO et NOVELLI.

Chaque société dispose de ses services propres et des services communs entre les différentes sociétés du groupe.

Les services communs du groupe ZINE sont :

- Service d'approvisionnement,
- Services des ressources humains,
- Service gestion caisse,
- Service maintenance et équipements,
- Service informatique.



Figure 1: Les sociétés du groupe Zine industrie

II. Présentation de la société NOVELLI:

Notre stage est effectué au sein de la société NOVELLI PUMPS, qui fait partie de groupe ZINE INDUSTRIE, elle est dirigée par Mr. Abdellah BENMIMOUNE. C'est une société à responsabilité limitée (SRAL) d'un capital de 5.000.000,00 dirhams qui a été créée en 1994. Au début, elle avait le nom de PANELLI MAROC et était en collaboration avec une société ITALIENNE nommée PANELLI ALESSENDRIA.

Développée comme suit :

Ateliers	800 m ²
Dépôts	1000 m ²
Bureaux	200 m ²

L'effectif de l'entreprise est de 50 personnes.

NOVELLI PUMPS spécialisée dans le pompage de l'eau, s'est installée à Fès, et affiche une grande fierté à être une société 100% Marocaine opérant dans un secteur de haute technologie. Elle est certifiée ISO 9001/2008, et compte parmi ses clients l'Office Nationale de L'eau Potable. Par ailleurs, cette unité propose aussi une gamme de produits adaptés aux applications surpression pour les réseaux d'irrigation localisée, elle vise également l'international, en exportant ses produits vers une dizaine de pays et en participant à différents salons et foires, par exemple le Salon International de l'Agriculture de Meknès où NOVELLI PUMPS a été décorée du prix de la meilleure technologie dans le pompage de l'eau.

Le secret de son succès est sans doute l'amélioration continue basée sur une remise en question permanente des processus de conception, de production et de commercialisation impliquant directement l'ensemble du personnel et s'appuyant sur l'écoute du client. Reste à signaler que l'entreprise en question est installée dans le quartier industriel BENSOUDA. Et elle emploie plus de 50 personnes à plein temps.

➤ Activités de Novelli pumps :

Activités Principales: Fabrication d'électropompes immergées et de surface, Fabrication des équipements hydromécaniques, réalisation d'ouvrages hydrauliques, équipements électriques, Maintenance des équipements hydromécaniques.

Activités Secondaires: Fabrication d'articles de robinetterie industrielles : colonnes, coudes, brides, joints de démontage, citernes, réservoirs, Fabrication de coffret de commande et de protection électrique.

Moteurs électriques immergés : importés de la société **FRANKLIN ELECTRIC**.

III. Organigramme de NOVELLI PUMPS

La figure 2 présente les liens fonctionnels, organisationnels et hiérarchiques de l'entreprise :

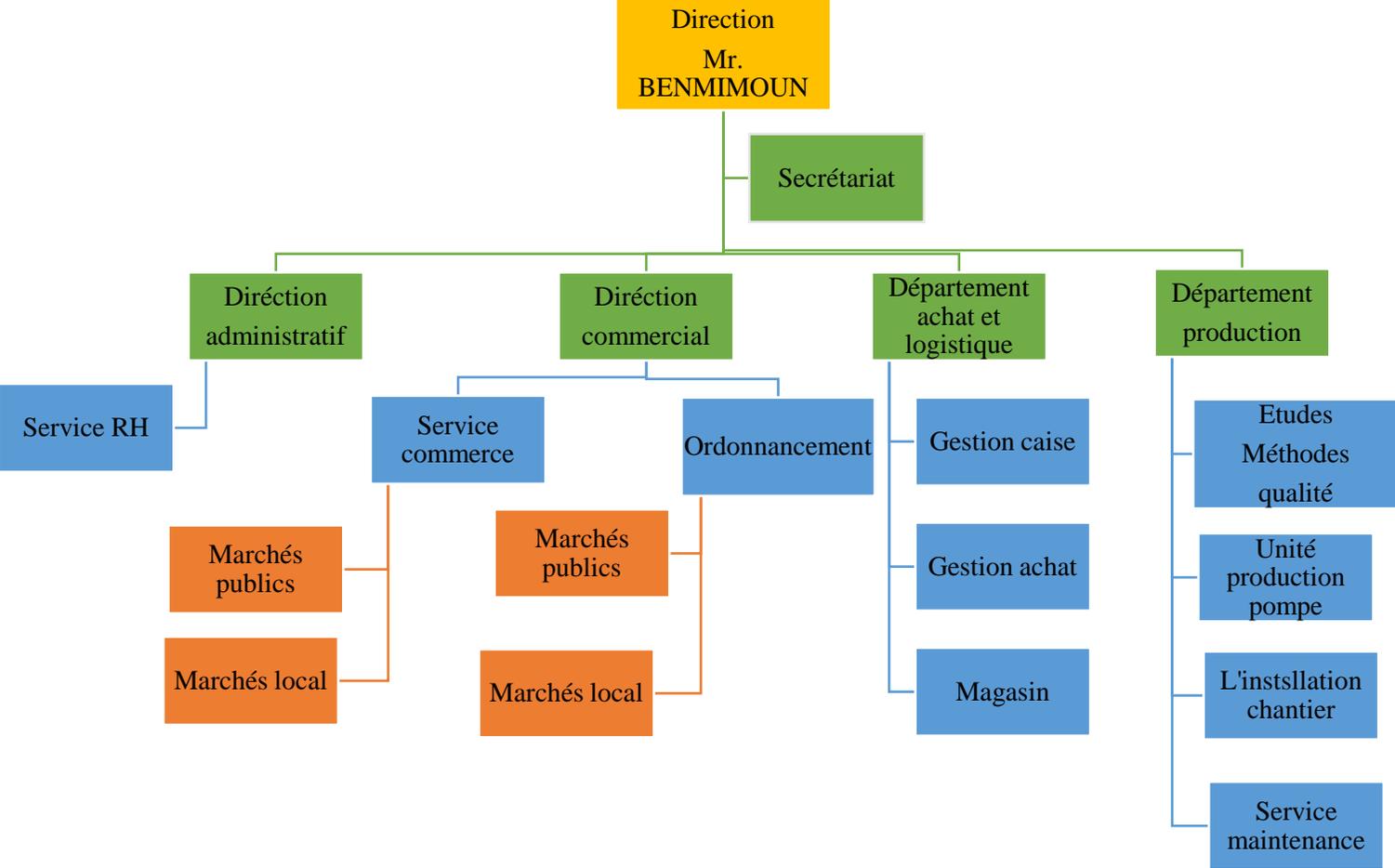


Figure 2: Organigramme de Novelli pumps

IV. Processus de fabrication

La fabrication des pompes immergées passent par plusieurs étapes, depuis la réception de la matière première jusqu'à l'expédition vers clients.

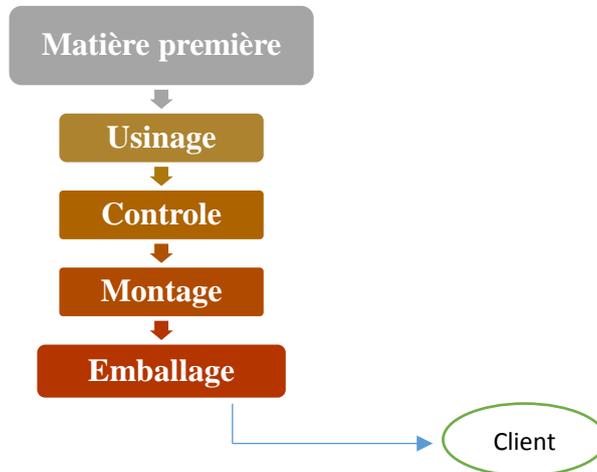


Figure 3:Processus de fabrication de la pompe immergée

a) La Matière première

Une fois la matière première est reçue, sa qualité, ses références et ses quantités sont vérifiées par inspection, puis elle est stockée dans le magasin dans des étagères selon la méthode FIFO.

b) Usinage

L'usinage se fait en plusieurs étapes à l'aide des contrats de phase élaborés par le bureau de méthode et réalisé au niveau des différentes chaînes existant en usine.

- **L'emboutissage**: est un procédé de formage qui consiste à transformer une tôle plane en une forme creuse de géométrie plus ou moins complexe. Ce procédé nécessite une presse hydraulique, figure 4.



Figure 4:presse hydraulique

- **Le détournage** : opération de chariotage ou de dressage extérieur d'un article pour éliminer les défauts d'emboutissage.
- **Le soudage** est un moyen d'assemblage permanent. Il a pour objet d'assurer la continuité de la matière à assembler.
- **Le tournage** est le procédé d'usinage pour enlèvement de copeaux qui consiste à l'obtention de forme cylindriques à l'aide d'outils coupants sur des machines appelées tours, figure 5.



Figure 5:tour

- **Le polissage (Action de polir)**: rendre l'article en aluminium plus lisse, uni et éventuellement brillant de l'extérieur par une action de frottement manuel avec un abrasif, figure 6.



Figure 6: abrasif

c) Contrôle

Après l'usinage, le contrôle visuel et dimensionnel est effectué afin de vérifier qu'il n'y a pas de défaut sur la surface.

d) Montage

Après la phase de contrôle les pièces sont montées en plusieurs étapes afin d'aboutir au produit fini.

e) Emballage

Après le montage, la pompe est emballée dans des cartons. Sur ces cartons, plusieurs informations qui servent à identifier le produit fini.

Conclusion

Novelli pumps possède une organisation interne efficace et bien structurée pour mieux satisfaire ses clients.

Chapitre II : DESCRIPTION DE LA POMPE ET DU CADRE DE PROJET

I. DESCRIPTION DE LA POMPE IMMERGEE

INTRODUCTION :

Une pompe immergée, c'est une pompe verticale mono ou multicellulaire centrifuge avec roues radiales ou semi-axiales. Les roulements de guidage et les bagues d'usure garantissent la résistance à l'usure en assurant la constance et la fiabilité des caractéristiques hydrauliques dans le temps. Sur demande, les pompes sont disponibles en bronze ou en acier inoxydable pour les applications en eau de mer ou avec des liquides agressifs.

I.1. LES DOMAINES D'APPLICATIONS :

Les pompes immergées ont un vaste domaine d'application, par exemple :

- ✓ Approvisionnement en eau provenant de puits profonds.
- ✓ Suppression et distribution dans des installations civiles et industrielles.
- ✓ Installation et Alimentation de réservoirs et de citernes.
- ✓ Installations anti-incendie et installation de lavage. Contrôle du niveau phréatique.
- ✓ Irrigation, Mines, Fontaines.

Une pompe multicellulaire : c'est une pompe à plusieurs cellules et une cellule est définie par un diffuseur.

I.2. LES AVANTAGES ET LES INCONVENIENTS :

Comme chaque produit, les pompes immergées ont des avantages et des inconvénients qu'on peut illustrer dans le tableau 1 :

Avantages	Inconvénients
Très efficace, écoulement régulier, capacité constante.	Le désamorçage peut endommager la pompe
Offre une vaste gamme de capacités et de pressions.	Le sable dans l'eau entraîne l'usure prématurée des pièces.
Peut être utilisée pour les puits de surface et les puits profonds.	Coûteuse et parfois difficile à réparer.
Silencieuse.	
Bonne durabilité.	

Tableau 1:Les avantages et les inconvénients de la pompe immergée

I.3 DESCRIPTION DES DIFFERENTS COMPOSANTS :

Avant de définir le problème, nous allons faire une description sur les composants de la pompe immergée, figure 7. Ces composants sont illustrés dans le tableau 2.

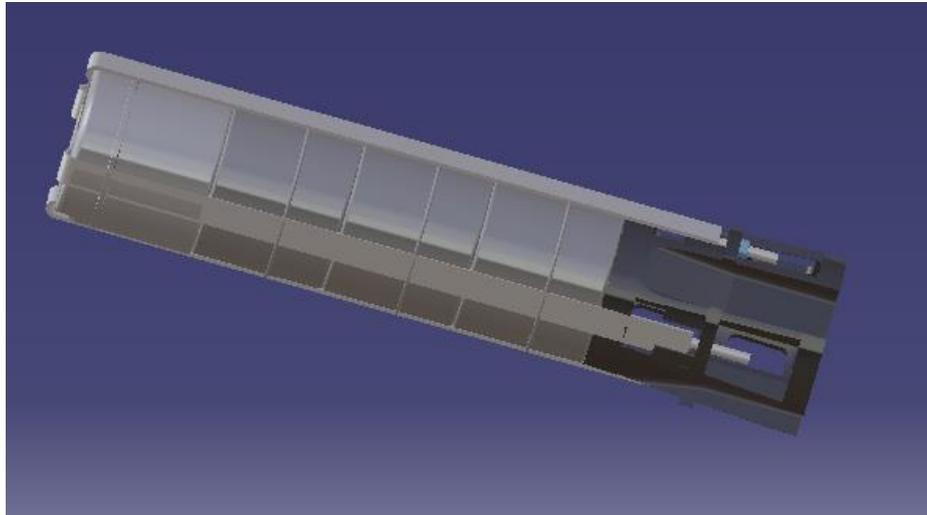
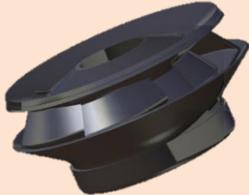
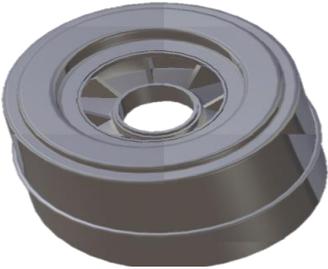
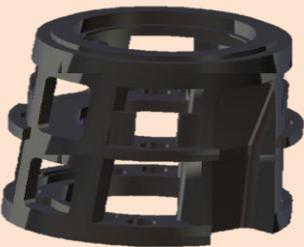
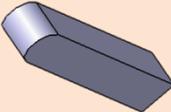
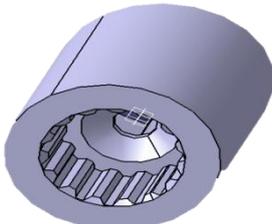


Figure 7:pompe immergée

Composant	Description	Image correspondante
TURBINE	La roue à aubes (turbine) qui constitue l'élément mobile de la pompe, c'est la composante qui assure l'aspiration du liquide et le refoule vers la conduite de refoulement.	
DIFFUSEUR	C'est le corps de la pompe. Il est destiné à recueillir le liquide qui sort de la roue, et à le diriger, soit vers l'orifice de refoulement, soit vers l'entrée de la roue suivante, selon que la pompe est mono ou multicellulaire. De plus, il transforme en pression une partie de la vitesse.	
CHAMBRE D'ASPIRATION	Elle constitue avec le corps de la pompe l'élément fixe destiné à diriger le liquide vers l'entrée de la roue, de telle sorte que la vitesse du liquide soit uniforme en tous points.	

<p>L'ARBRE D'ENTRANEMENT</p>	<p>C'est l'axe principal de la pompe, en acier ou acier inoxydable. Il comprend des clavettes, il permet de tourner la turbine. Tous les éléments tournants sont équilibrés dynamiquement (arbre, roues)</p>	
<p>CLAVETTE</p>	<p>Les clavettes assurent la liaison en rotation entre les pièces à assembler. Elles sont logées dans les rainures des pièces à assembler.</p>	
<p>BAGUE D'USURE</p>	<p>Il est fabriqué en bronze, pour éviter l'usure et réduire le coefficient de frottement entre la turbine la chambre d'aspiration.</p>	
<p>COUSSINET</p>	<p>Fabriqué en bronze, entouré par un cylindre en tôle, il permet une combinaison parfaite des fonctions du guidage de l'arbre en rotation et résiste aux frottements, amortissement et passage libre du sable.</p>	
<p>L'ACCOUPLLEMENT</p>	<p>Il est fabriqué en acier inoxydable, permet d'accoupler la pompe et le moteur.</p>	
<p>CLAPET ANTI-RETOUR</p>	<p>pour fonction d'autoriser le passage de l'eau que dans un seul ou bien de le maintenir.</p>	
<p>Cône</p>	<p>Il fabriqué en acier inoxydable, il permet un serrage parfait entre la turbine et l'arbre de la pompe.</p>	

Tirants	Ils sont fabriqués en acier selon la hauteur de la pompe et ont pour rôle d'assembler la pompe multicellulaire et supporter les efforts de traction générés lors de fonctionnement.	
Crépine	Est un filtre fabriqué en acier inoxydable de forme cylindrique qui se positionne à l'extrémité de la chambre d'aspiration de la pompe. Il a pour rôle d'empêcher le passage de sable et les particules solides.	

Tableau 2: Liste des composants de la pompe immergée

La figure 8 représente la nomenclature de la pompe immergée.

Types – Types 150 SX		
Rep	Désignation Description	Matière Material
1	Chambre d'aspiration Suction bowl	Acier inox Stainless steel
2	Crépine Strainer	Acier inox Stainless steel
3	Cône de blocage Impeller lock collet	Acier inox Stainless steel
4	Turbine Impeller	Acier inox Stainless steel
5	Ecrou butée supérieure Nut for Up - thrust	Acier inox Stainless steel
6	Butée supérieure Up thrust bearing	Bronze Bronze
7	Diffuseur Diffuseur	Acier inox Stainless steel
8	Ecrou de blocage turbine Nut for impeller	Acier inox Stainless steel
9	Coussinet Diffuseur Bowl Bearing	Acier inox Stainless steel
10	Joint de clapet Valve seal	Caoutchouc Rubber
11	Coussinet supérieur Top bearing	Caoutchouc Rubber
12	Siège de clapet Valve holder	Acier inox Stainless steel
13	Clapet Valve	Acier inox Stainless steel
14	Corps de clapet Valve Bowl	Acier inox Stainless steel
15	Accouplement Shaft coupling	Acier inox Stainless steel
16	Arbre Shaft	Acier inox Stainless steel
17	Tirant Strap	Acier inox Stainless steel

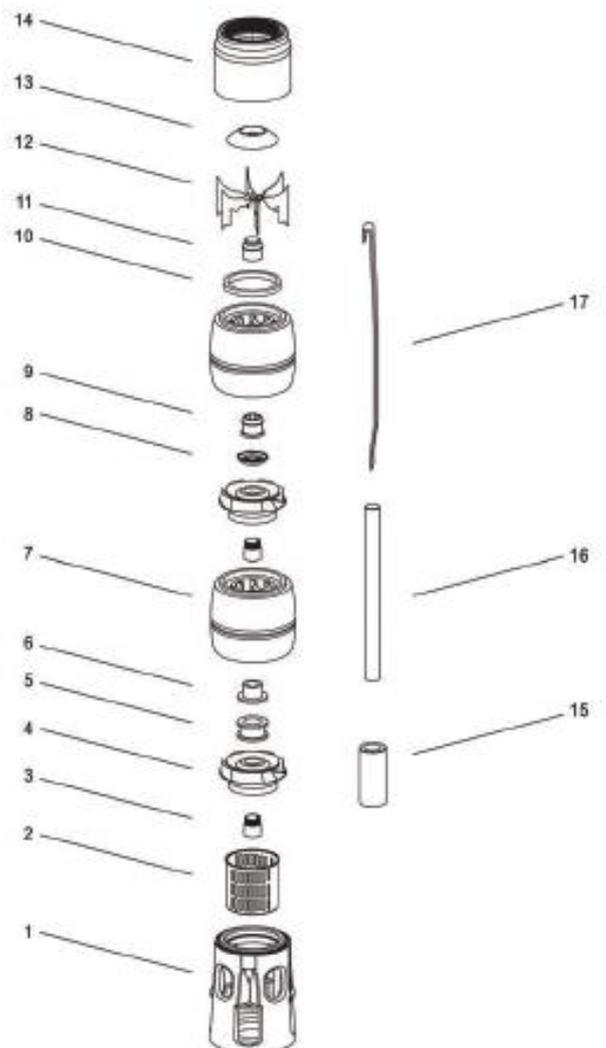


Figure 8: Nomenclature de la pompe immergée

II. CADRAGE DU PROJET

Le cadre conceptuel du projet permet d'obtenir une vue d'ensemble sur le thème, de préciser les besoins du demandeur, la problématique posée et les améliorations attendues.

II.1. Contexte pédagogique et intérêt du projet

a) Les acteurs du projet :

- **Maitre d'ouvrage** : Le maitre d'ouvrage est la société NOVELLI, qui fabrique des pompes immergées.
- **Maitre d'œuvre** : Le maitre d'œuvre est la Faculté des Sciences et Techniques de Fès FSTF, représentée par les étudiants Karim Fathi, Issmail Harmak, Licence Génie Industriel.
 - **tuteur pédagogique** : Mr. A. Chamat.
 - **tuteur au sein de Novelli** : Mr. A. Benmimoun.

b) Contexte global du thème

Ce projet est un prérequis d'obtention de notre diplôme de Licence en Génie Industriel et un champ d'application pour mettre ce que nous avons appris au cours de nos études à la faculté dans le domaine de travail. L'acquisition des compétences techniques nous permettent de résoudre des problèmes réels dans le domaine professionnel.

c) Objet du projet

Le travail demandé est de concevoir un produit en l'occurrence une chemise qui protège la pompe immergée contre le désassemblage et l'environnement extérieur, sans aucune modification des composants de la pompe.

d) Contraintes du projet

La gestion de ce projet doit tenir en compte des contraintes suivantes :

- ✓ **contraintes pédagogiques** :
 - appliquer les techniques et méthodes de gestion de projet,
 - apprendre à être autonome dans la réalisation d'un projet,
 - acquérir de nouvelles connaissances techniques.
- ✓ **contraintes temporelles** :
 - le travail doit être rendu avant la date de la présentation finale.
- ✓ **les contraintes de réalisation** :
 - Aucune modification sur les composants de la pompe,
 - Utilisation de la matière première disponible.

II.2. Plan d'action du projet

En se basant sur le cahier des charges précité, nous avons élaboré un plan d'action en tenant compte du temps alloué pour ce projet.

Le tableau 3 montre l'ensemble des tâches planifiées avec leurs durées.

	Nom de la tâche	Durée	Début	Fin	Prédécesseurs
0	projet stage	39 jours	02/04/18	01/06/18	
1	Phase d'intégration et définition du thème de projet	6 jours	02/04/18	10/04/18	
2	Se familiariser avec le processus de production	3 jours	02/04/18	05/04/18	
3	Découvrir les différents services de Novelli Pumps	3 jours	05/04/18	10/04/18	2
4	Phase de recueil des informations	6 jours	10/04/18	19/04/18	
5	Comprendre le nouveau principe du procédé des pompes en inox	3 jours	10/04/18	16/04/18	3
6	Définir de près le cahier de charges du projet	3 jours	16/04/18	19/04/18	5
7	Phase d'étude préliminaire du projet	8 jours	19/04/18	02/05/18	
8	Identifier les problèmes	2 jours	19/04/18	23/04/18	6
9	Formulation du problème	3 jours	24/04/18	27/04/18	8
10	Analyse de l'existant	3 jours	27/04/18	02/05/18	9
11	phase de conception	15 jours	02/05/18	25/05/18	
12	Analyse fonctionnelle.	5 jours	02/05/18	10/05/18	10
13	conception sous catia des pieces	5 jours	10/05/18	18/05/18	12
14	simulation et dimensionnement des pieces	5 jours	18/05/18	25/05/18	13
15	phase de validation de la solution	4 jours	28/05/18	01/06/18	
16	validation de la conception avec les responsable de la société	4 jours	28/05/18	01/06/18	14

Tableau 3:Planification des tâches de projet de fin d'étude

La figure 9 illustre le plan prévisionnel du projet.

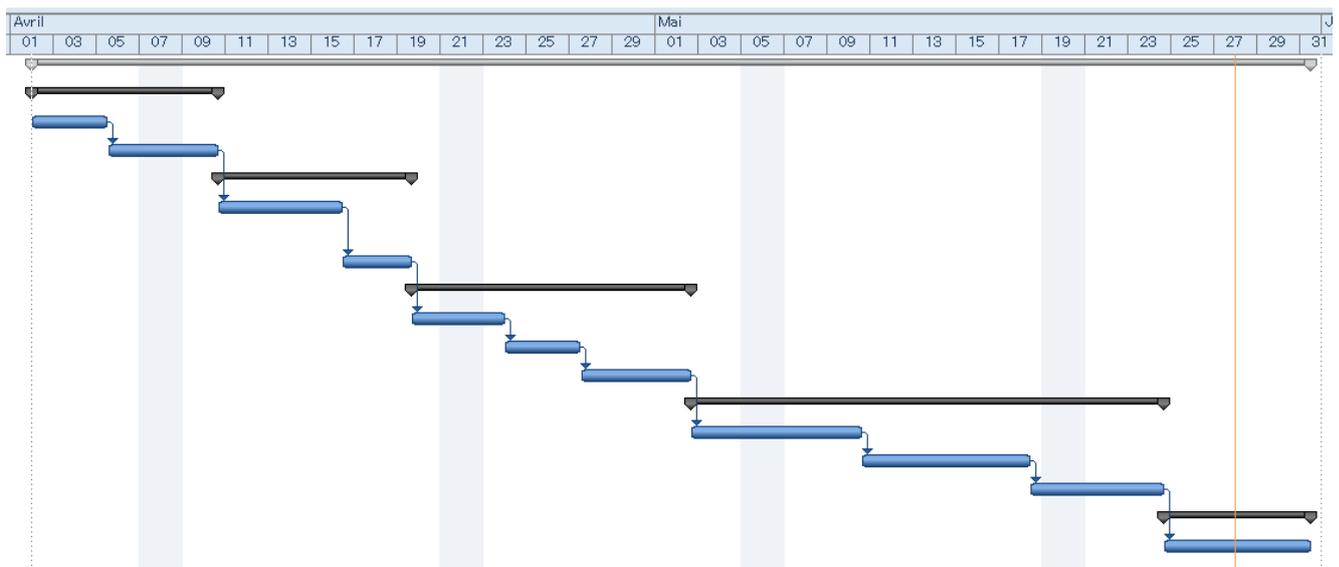


Figure 9:Le plan prévisionnel du projet

II.3. Les outils utilisés pour réaliser ce travail

Le tableau 4 cite les logiciels utilisés dans ce projet.

Les outils utilisés	But d'utilisation
Catia V5 R20	Dessin des composants
Edraw Max	Représentation des méthodes Ishikawa
MS Project	Mise en place du diagramme de GANTT Project
MS Power Point	Présentation de l'état d'avancement et la soutenance
MS Word	Rédaction du rapport

Tableau 4: Ressource logiciels du projet

Conclusion

Dans ce chapitre nous avons fait une description de la pompe immergée, nous avons également donné un aperçu sur le cadre du projet.

Chapitre III: ETUDE PRELIMINAIRE DU PROJET

Introduction

Dans ce chapitre nous allons faire une étude préliminaire du projet afin de trouver les causes de désassemblage de la pompe.

I. IDENTIFICATION DU PROBLEME

Dans le cadre de développement et d'amélioration des pompes immergées, la société Novelli Pumps doit être flexible aux exigences des clients pour assurer la compétitivité. Pour cela, les responsables de la société ont augmenté le nombre des cellules jusqu'à 46 cellules de la pompe. Mais, le nombre de réclamations de la rupture de la pompe de la part des clients («ONEP, propriétaires des fermes») ne cesse d'augmenter. Ceci a un impact sur l'image de la société vis-à-vis ses clients et une perte énorme pour l'entreprise, ce qui a obligé l'entreprise d'arrêter la fabrication de toutes les pompes dont les cellules dépassent 30 cellules.

Le travail demandé est de concevoir un produit qui protège la pompe immergée contre le désassemblage et l'environnement extérieur, sans modification sur les composants de la pompe.

II. FORMULATION DU PROBLEME

Pour résoudre un problème, il faut d'abord l'avoir parfaitement défini. C'est pourquoi nous avons eu recours à l'outil QQQQCP, tableau 5, Ceci nous a permis de se poser toutes les questions relatives à notre problème.

Qui ? Qui est concerné par le problème ?	La société Novelli pumps.
Quoi ? C'est quoi le problème ?	Désassemblage de la pompe.
Où ? Où le problème ait lieu ?	Atelier de Novelli pumps.
Quand ? Quand apparait le problème ?	Lorsque le nombre de cellule plus de 30 diffuseur.
Comment ? Comment mesurer le problème et ses solutions ?	<ul style="list-style-type: none">➤ Etude des réclamations des clients.➤ Etude des causes.➤ Recherche des solutions.
Pourquoi ? Pourquoi faut-il résoudre ce problème ?	<ul style="list-style-type: none">✓ Protéger la pompe.✓ Lancer la fabrication des pompes avec un grand nombre de cellules.✓ Améliorer l'image de la société.✓ Augmenter le pourcentage de vente.

Tableau 5: Outil QQQQCP du projet

III. ANALYSE DE L'EXISTANT

Avant de commencer la conception de la chemise, nous allons chercher les causes qui conduisent au désassemblage de la pompe. Pour cela, une étude sera consacrée aux tirants, car ce sont les seules composantes qui agissent sur l'assemblage de la pompe.

III.1. Diagramme d'ISHIKAWA du tirant:

Le diagramme d'Ishikawa est souvent organisé dans cinq rubriques appelées 5M :

- ✓ Matériel : concerne les équipements, les machines et d'autres outils de production,
- ✓ Main d'œuvre : il s'agit des ressources humaines,
- ✓ **Milieu** : poste de travail, l'organisation physique,
- ✓ Méthodes : Le mode opératoire et les procédures suivies,
- ✓ Matières : matières premières ou plus généralement les inputs du système

Le diagramme d'Ishikawa du tirant, figure 10, appelé aussi diagramme de causes-effets est un outil graphique issu d'un brainstorming. Il permet de recenser les causes aboutissant à un effet et de corriger un fait existant.

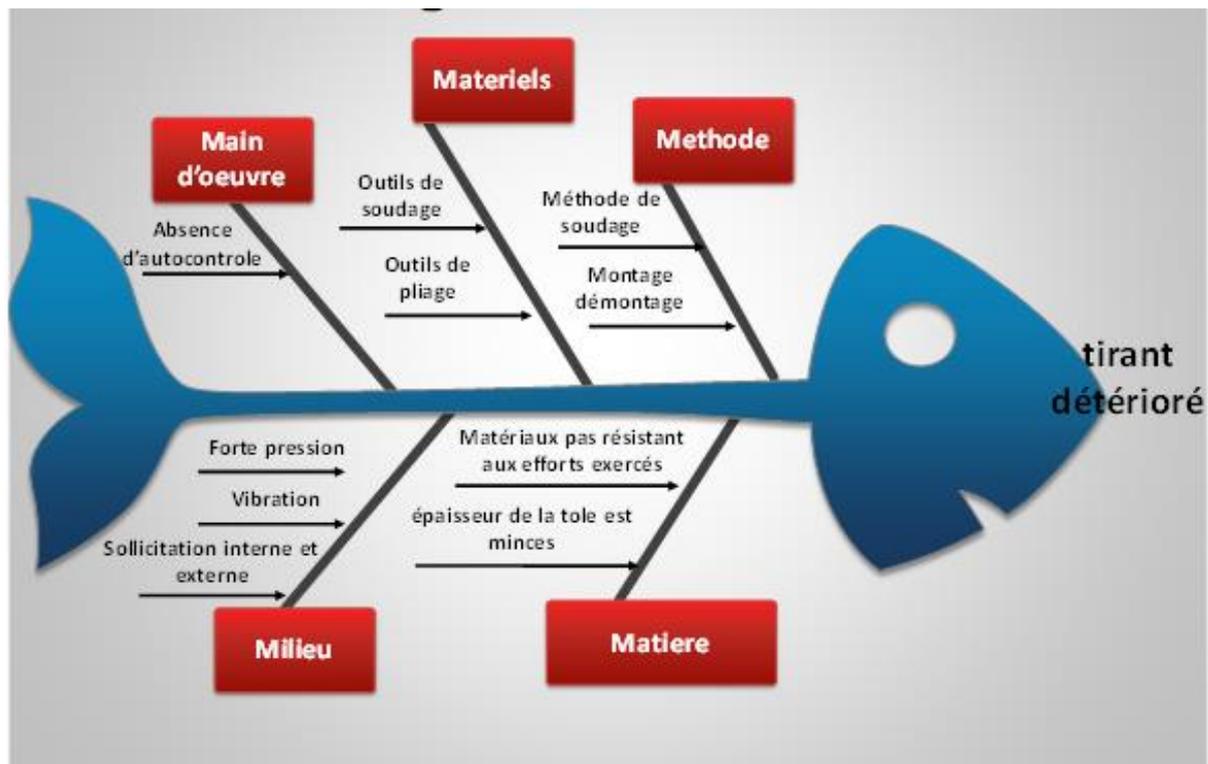


Figure 10:Diagramme d'Ishikawa du tirant

III.2. Etude de tirant

a) Les caractéristiques mécaniques du matériau

En ce qui concerne le matériau utilisé, d'après le responsable de la production, c'est l'INOX 304L. La figure 11 représente les caractéristiques de ce matériau.

Propriétés physiques							
Densité ρ [kg·m ⁻³]		Résistivité électrique ρ [$\mu\Omega\cdot m$]		Chaleur spécifique C_p [J·kg ⁻¹ ·K ⁻¹]		Conductivité thermique λ [W·m ⁻¹ ·K ⁻¹]	
7900		0.73		500		15	
Coefficient de dilatation α [10 ⁻⁶ ·°C ⁻¹] entre 20°C et						Module élastique E [GPa]	
100 °C	200 °C	300 °C	400 °C	500 °C	600 °C	700 °C	200 à 20°C
16.0	17	17	18	18	18.5	18.5	
Propriétés mécaniques							
Etat	Limite élastique $R_{p0.2}$ [MPa]				Résistance de rupture R_m [MPa]	Allongement de rupture A_5 [%]	Dureté Vickers [HV]
	20°C	100°C	200°C	300°C			
Recuit	190	147	118	100	500 - 600	45	150 - 180
Ecroui max.	965				1275	4	390
Traitements thermiques							

Figure 11: Les caractéristiques d'Inox 304L [5]

b) Choix des coefficients de sécurité

Le coefficient de sécurité, figure 12, a pour but de prendre une marge de sécurité entre le calcul théorique et la réalité. Pour avoir une condition de résistance d'un matériau, on prend théoriquement une contrainte qui ne dépasse pas la limite élastique (pour éviter toute déformation plastique permanente). Mais dans la pratique, la limite élastique ne peut pas être exactement celle de la théorie, vu qu'il y a des défauts dans la matière qui causent des contraintes supplémentaires.

Coefficient de sécurité s_e : quelques valeurs

- 1.5 à 2 : Cas exceptionnels de grande légèreté. (Hypothèses de charges surévaluées)
- 2 à 3 : Construction où l'on recherche la légèreté (aviation). Hypothèse de calcul la plus défavorable (charpente avec vent ou neige, engrenages avec une seule dent en prise....)
- 3 à 4 : Bonne construction, calculs soignés, haubans fixes
- 4 à 5 : Construction courante (légers efforts dynamique non pris en compte. treuils)
- 5 à 8 : Calculs sommaires, efforts difficiles à évaluer (cas de chocs, mouvements alternatifs, appareils de levage)
- 8 à 10 : Chocs importants, élingues de levages
- 10 à 15 : Chocs très importants, très mal connus (presses). Ascenseurs.

Figure 12 : Coefficients de sécurité typiques [6]

c) La force appliquée

La hauteur manométrique d'un étage de la pompe est de 11.5 m, donc la hauteur manométrique de la pompe de 46 étages est presque égale à 530m. Donc la pression maximale que nous allons appliquer, d'après l'équation de Bernoulli, dans notre étude est égale à :

$$P = H \cdot \rho \cdot g \quad (1)$$

La densité volumique de l'eau est : $\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$

AN. $P = 530 \times 1000 \times 10 = 5.3 \times 10^6 \text{ Pa} = 53 \text{ bars}$

➤ On calcule la Force applique pour une section circulaire de rayon 60 mm :

$$F = P \times S \quad (2)$$

Avec S est La section du diffuseur, figure 13.

$$S = \pi \cdot R^2 = 3.14 \cdot (60 \cdot 10^{-3})^2 = 0.011304 \text{ m}^2$$

AN $F = 5.3 \times 10^6 \cdot 0.011304 = 59911.2 \text{ N}$

Puisque nous avons 4 tirants, la force appliquée sur chaque tirant, figure 13, est de :

$F' = F/4 = 14977.8 \text{ N}$

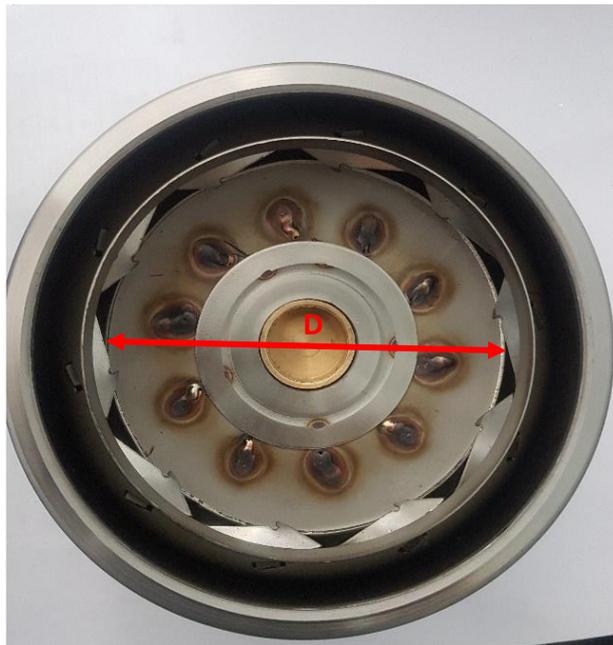


Figure 13: Diffuseur de la pompe immergée

d) Estimant le coefficient de sécurité pour les pompes immergées dont le nombre de cellules ne dépasse pas 30 étages

On sait que les pompes avec 30 étages fonctionnaient sans problème et les clients étaient satisfaits de ce produit. Pour cela, nous voulons estimer le coefficient de sécurité pris lors de la conception.

Pour 30 cellules, on a une pression d'après l'équation (1) est de 34.5 bars ($11.5 \times 30 \times 1000 \times 10$) et donc une force supporté par chaque tirant est de 9749.7 N.

La condition de résistance en traction du tirant, figure 14, est donnée par l'expression suivante:

$$\sigma = \frac{F}{S} = \frac{F}{L \times e} \leq R_p = \frac{R_e}{s} \quad (3)$$

Avec F : force supporté par le tirant,

R_e : limite élastique,

S : section droite de tirant ($S = L \times e$, L : la largeur et e : l'épaisseur)

s : coefficient de sécurité.

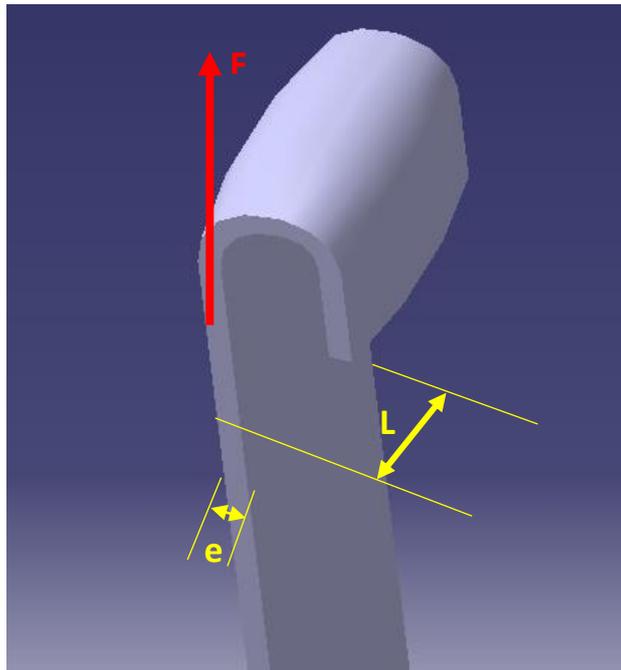


Figure 14: L'effort agissant sur le tirant

Pour les pompes immergée 30 étages : L = 25 mm, e = 3 mm, F = 9749.7 N, $R_e = 190$ MPa.

On peut estimer le coefficient de sécurité s par la relation suivante :

$$s = \frac{R_e \times S}{F} \quad (4)$$

AN : $s \approx 1.5$

e) Etude dimensionnement du tirant pour une pompe de 46 étages

En prenant le même coefficient de sécurité de 1.5 et même largeur de 25mm.

D'après l'équation (3), on peut calculer l'épaisseur de tirant :

$$e \geq \frac{14977.8 \times 1.5}{0.025 \times 190 \times 10^6} = 4.73 \text{ mm}$$

Or, l'épaisseur de tirant est 3 mm donc il faut redimensionner le tirant pour supporter l'effort qu'il subit.

Si on veut garder l'épaisseur de 3mm, il faut changer la largeur du tirant d'après l'équation (3) :

$$L \geq \frac{14977.8 \cdot 1.5}{0.003 \cdot 190 \cdot 10^6} = 39.5 \text{ mm}$$

Pour que le tirant résiste et que la pompe immergée de 46 étages résiste, il faut soit augmenter l'épaisseur jusqu'au 5 mm ou bien augmenter la largeur jusqu'au 40mm.

- ces 2 solutions nécessitent un changement dans la conception de corps clapet, figure 15.



Figure 15: Corps clapet de la pompe

f) Etude soudage MIG-MAG

Le soudage MIG-MAG, figure 16, selon les normes américaines, est un procédé de soudage semi-automatique. La fusion des métaux est obtenue par l'énergie calorifique dégagée par un arc électrique qui éclate dans une atmosphère de protection entre un fil électrode fusible et les pièces à assembler.

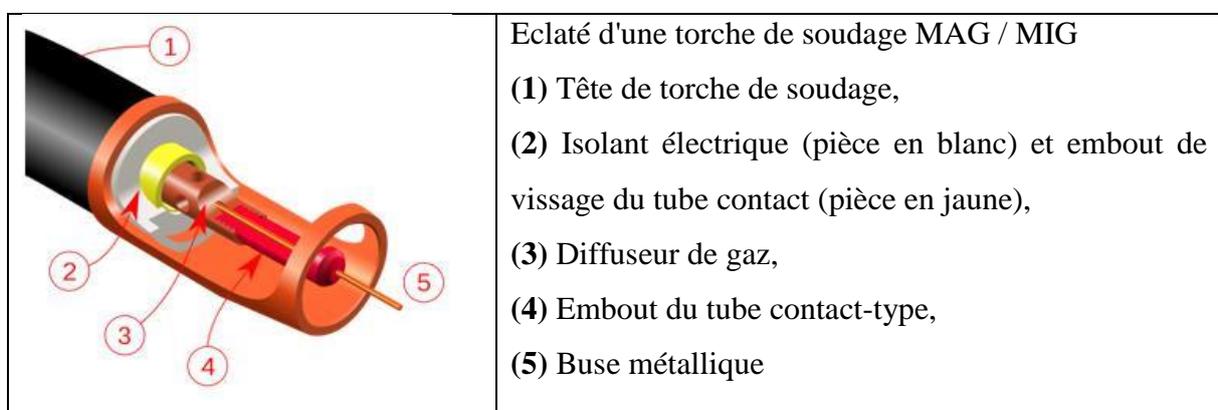


Figure 16: Schémas de la torche de soudage semi-automatique

Le soudage que l'entreprise utilise a une limite élasticité de $R_e = 500\text{MPa}$ et la condition de résistance en traction est :

$$\sigma = \frac{F}{S} \leq R_p \quad (5)$$

$$\sigma = \frac{F}{l \cdot L} \leq R_p$$

Avec S : section de la soudure ($S = L \times l$, L : la largeur et l : l'épaisseur)

$$\text{AN} : \sigma = \frac{14977.8}{10 \cdot 62 \cdot 10^{-6}} = 24.15 * 10^6 \text{ N/mm}^2 = 24.15 \text{ MPa}$$

$$R_p = \frac{R_e}{k} = \frac{500}{1.5} = 333.33 \text{ MPa}$$

$$\Rightarrow \sigma \ll R_p$$

Donc il n'y a pas un problème dans la soudure, il faut seulement vérifier que la soudure soit bien ajustée.

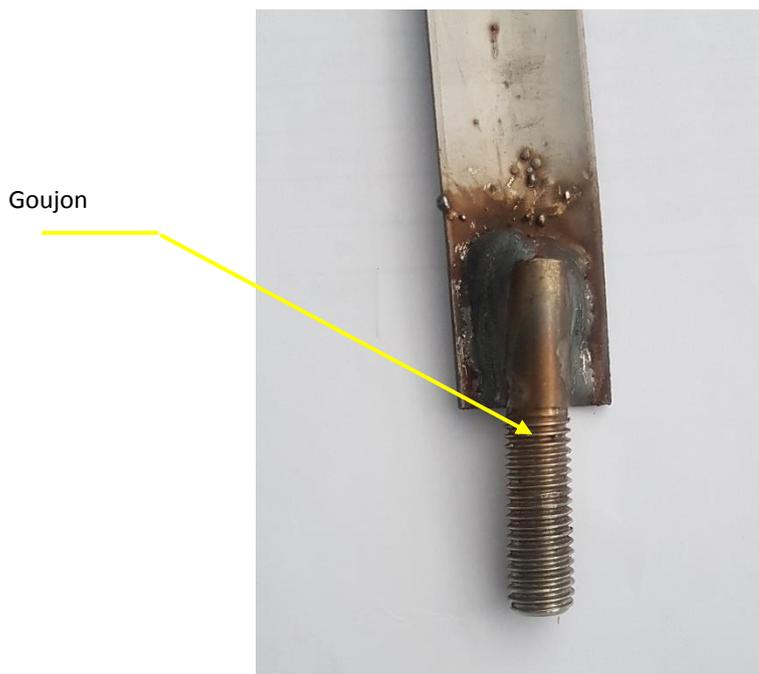


Figure 17: Goujon

g) Etude du goujon

Nous allons vérifier la résistance du goujon, figure 17, à l'effort de diamètre 10mm.

➤ On a la condition de résistance en traction est :

$$\sigma = \frac{N}{S} = \frac{F}{\left(\frac{\pi \cdot d^2}{4}\right)} \leq \frac{R_e}{s} \quad (6)$$

On déduit que : $d \geq \sqrt{\frac{4*F*s}{\pi*R_e}}$

➤ Pour une pompe immergée de 30 étages on a :

$$d \geq \sqrt{\frac{4*F*s}{\pi*R_e}} = \sqrt{\frac{4*9749.7*1.5}{\pi*400 \cdot 10^6}} = 6.83 \text{ mm}$$

Le diamètre utilisé est de 10 mm

➤ Pour une pompe immergée de 46 étages on a :

$$d \geq \sqrt{\frac{4*F*s}{\pi*R_e}} = \sqrt{\frac{4*14977.8*1.5}{\pi*400 \cdot 10^6}} = 8.46 \text{ mm}$$

Le diamètre utilisé est de 10 mm

Donc, le goujon supporte bien la charge du tirant.

Conclusion

D'après nos études, nous constatons, qu'il faut augmenter l'épaisseur ou la largeur du tirant, mais après discussions avec notre encadrant de la société, ces 2 solutions ne peuvent pas être réalisées sur le corps clapet, car la modification sur les composants de la pompe n'est pas autorisée par l'entreprise. Donc, nous allons nous pencher sur l'étude de la chemise qui va protéger la pompe et en même temps supporter l'effort en parallèle avec le tirant.

Chapitre IV : ANALYSE FONCTIONNELLE ET CONCEPTION DE LA CHEMISE

I. Analyse fonctionnelle de la chemise

Introduction

Suite au besoin exigé par la société, nous avons décidé d'étudier la chemise qui protège la pompe. Nous commencerons par une étude sur l'analyse fonctionnelle de la chemise qui est une étape très importante dans la réalisation de ce nouveau produit. Elle consiste à déterminer les fonctions établies par le système étudié sur son environnement. Ce chapitre fait l'objet de l'étude de la pompe et sa chemise à travers les outils de l'analyse fonctionnelle qui sont la bête à cornes, le diagramme pieuvre et la méthode FAST.

I.1. Diagramme à boîte pour analyse descendante

Ce diagramme, figure 18, décrit et décortique les produits ou systèmes d'un point de vue fonctionnel, en détaillant l'aspect hiérarchique et en classant par niveaux d'importance l'ensemble des fonctions.

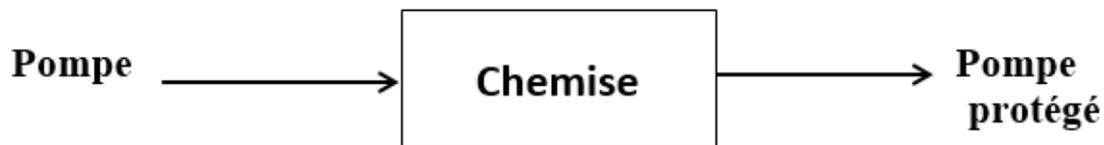


Figure 18 : Diagramme a boîte pour analyse descendante

I.2. Diagramme bête à corne

La **bête à corne**, figure 19, est un outil d'**analyse fonctionnelle du besoin**. En matière d'innovation, il est tout d'abord nécessaire de formuler le besoin sous forme de fonctions simples (dans le sens de «fonctions de bases ») que devra remplir le produit ou le service innovant.

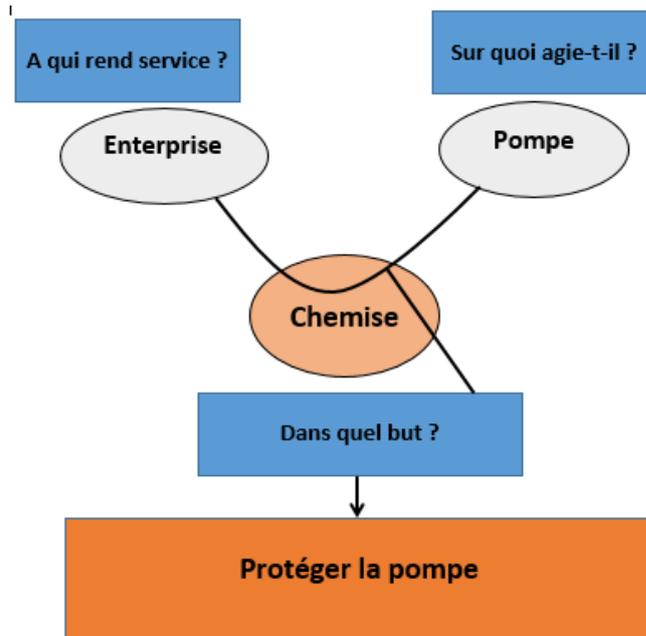


Figure 19 : Digramme bête à corne

I.3. Diagramme pieuvre :

L'outil diagramme pieuvre, figure 20, est utilisé pour analyser les besoins et identifier les fonctions de service d'un produit. Le diagramme "pieuvre" met en évidence les relations entre les différents éléments du milieu environnant et le produit. Ces différentes relations sont appelées les fonctions de service, tableau 6, qui conduisent à la satisfaction du besoin.

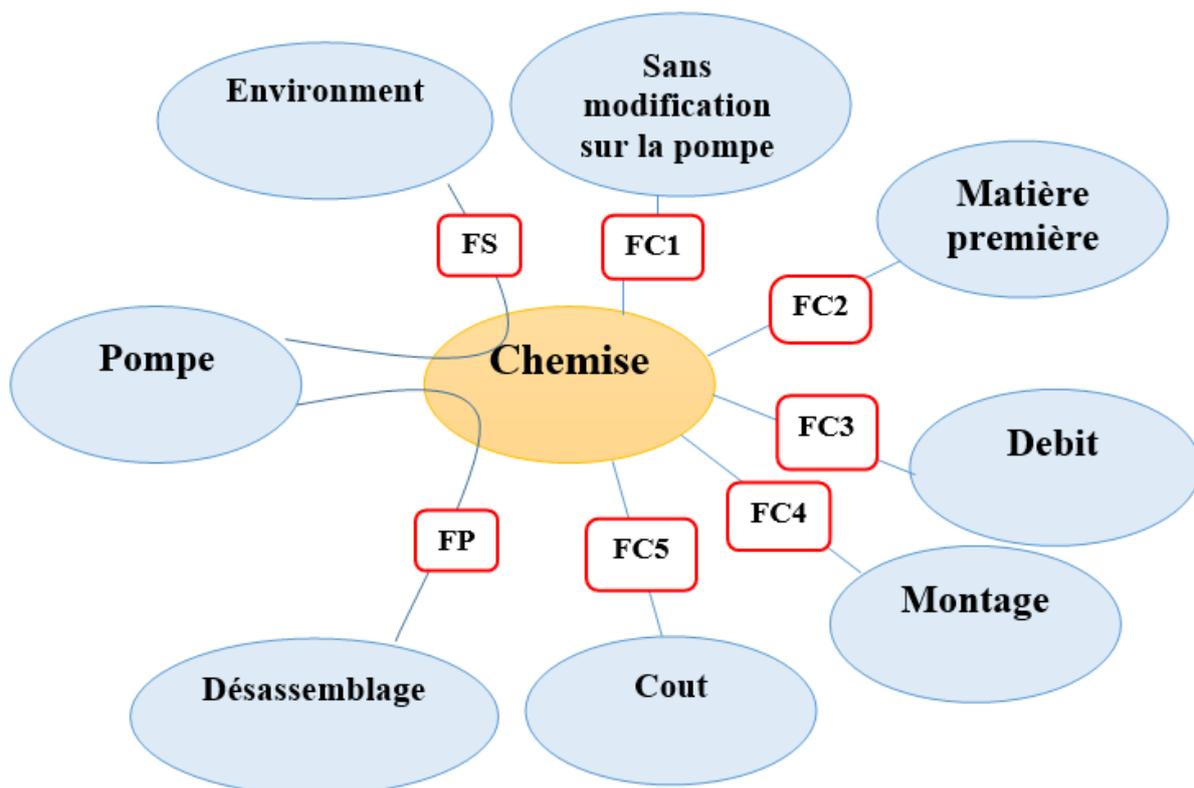


Figure 20: Diagramme pieuvre

Fonction	Expression de la fonction
FP1	Protéger la pompe pendant le désassemblage
FS1	protéger contre les risques de l'environnement
FC1	Aucune modification sur la pompe
FC2	Assurer l'aspiration d'eau
FC3	Utiliser la matière première disponible
FC4	S'adapter au montage et démontage
FC5	Avoir un cout raisonnable

Tableau 6 : fonctions des services

I.4. Diagramme FAST

le diagramme FAST (Functional Analysis System Technique), figure 21, présente une décomposition hiérarchisée des fonctions du système allant des fonctions de service (fonctions en lien avec le milieu extérieur) et passant par les fonctions techniques (fonctions internes au système) jusqu'à l'énoncé des solutions technologique employées ou prévues pour remplir les fonctions techniques.

Principe de présentation :

La recherche de solutions technologiques assurant la réalisation d'une fonction de service, impose de répondre aux 3 questions suivantes :

- Pourquoi cette fonction doit être assurée ?
- Comment cette fonction doit être assurée ?
- Quand cette fonction doit être assurée ?

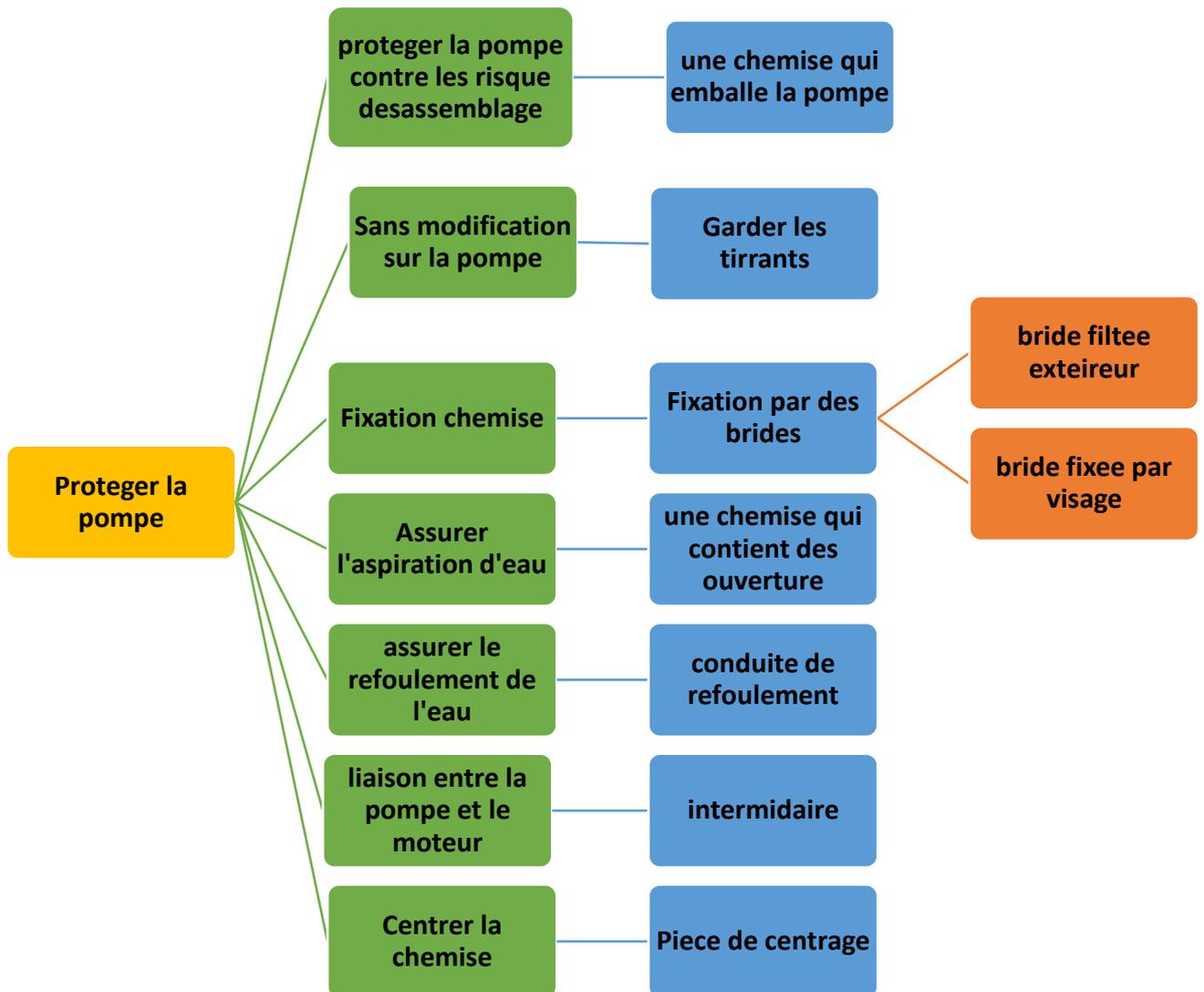


Figure 21: Diagramme FAST

Conclusion

Après avoir déterminé les besoins en se basant sur les outils standards connues (diagramme de pieuvre, bête à cornes, FAST), dans le chapitre suivant nous allons présenter la conception de la chemise protectrice de la pompe.

II. Conception de la chemise

Introduction

Après avoir réalisé l'analyse fonctionnelle de la chemise, nous allons se focaliser dans cette partie la conception de la chemise à l'aide de logiciel CATIA.

II.1. Conception Assisté par Ordinateur

La conception assistée par ordinateur (CAO) comprend l'ensemble des logiciels et des techniques de modélisation géométrique permettant de concevoir, de tester virtuellement à l'aide d'un ordinateur et des techniques de simulation numérique avant de réaliser des produits manufacturés et les outils pour les fabriquer. Elle est suffisamment puissante pour assurer des fonctions très lourdes en calcul numérique :

Pour la conception dans notre projet, nous avons utilisé le logiciel CATIA V5R20 de la société française Dassault Système.

II.2. Conception 3D des composants fabriqués

Dans cette partie, nous allons faire la conception de tous les composants nécessaire pour monter la chemise, figure 22. Puis, nous allons étudier le dimensionnement de ces composants.

[Annexe 2]

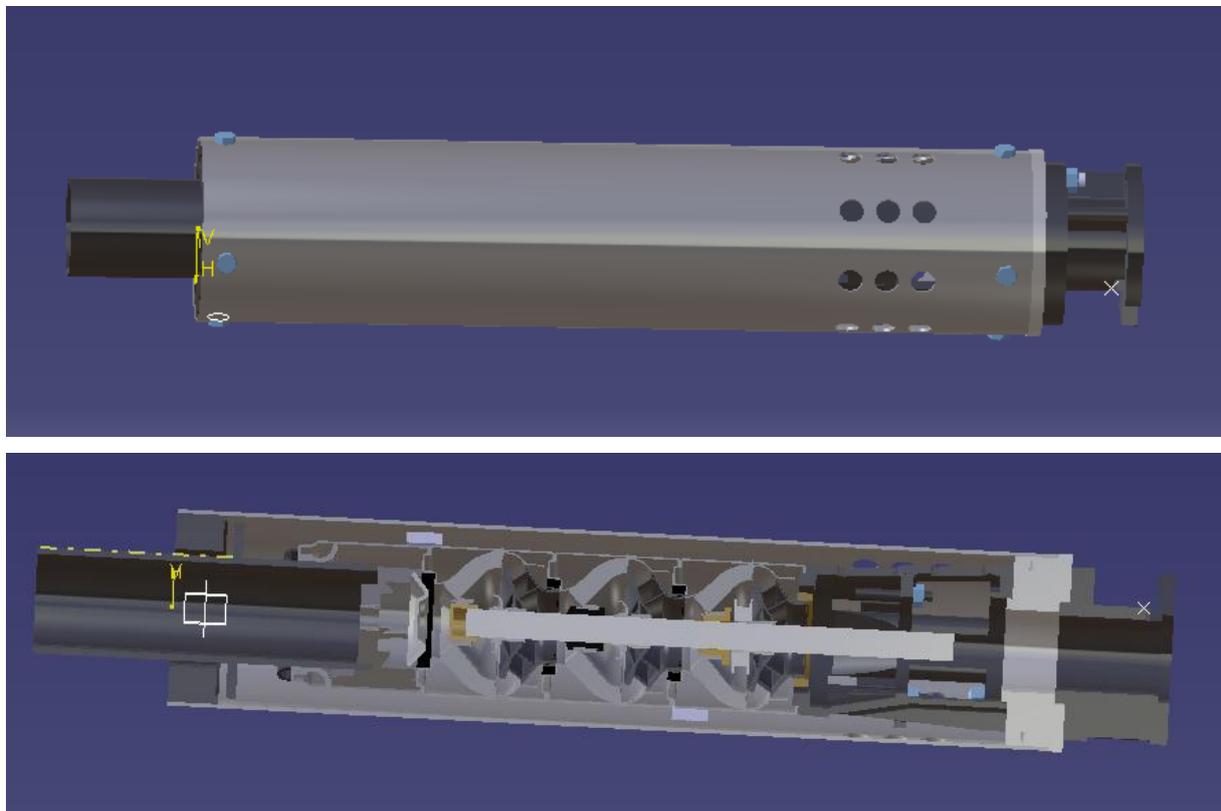


Figure 22:Dessin pompe version 1

a) Chemise

C'est un composant qui protège la pompe contre le désassemblage, figure 23, de forme cylindrique fabriquée en acier inoxydable, elle possède des ouvertures pour assurer l'aspiration de l'eau. [Annexe 3]

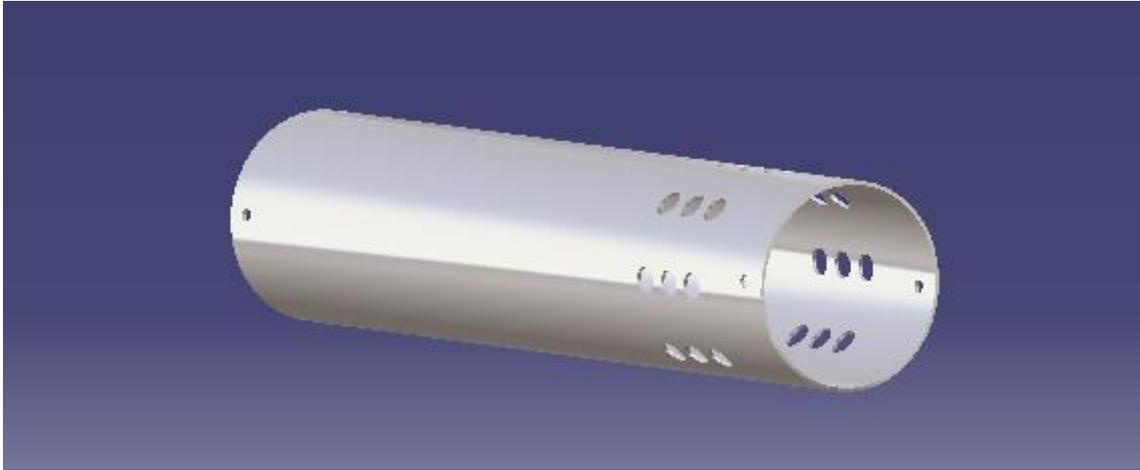


Figure 23: Dessin de la chemise

La chemise doit être montée et démontée sur la pompe de façon facile, pour cela des composants de fixation très simple ont été choisis.

b) Conduite

C'est un élément, figure 24, qui permet le refoulement de l'eau vers l'extérieur, et qui sert à supporter le poids de la pompe et le poids de moteur et il sera fixé sur le corps clapet.

[Annexe 4]

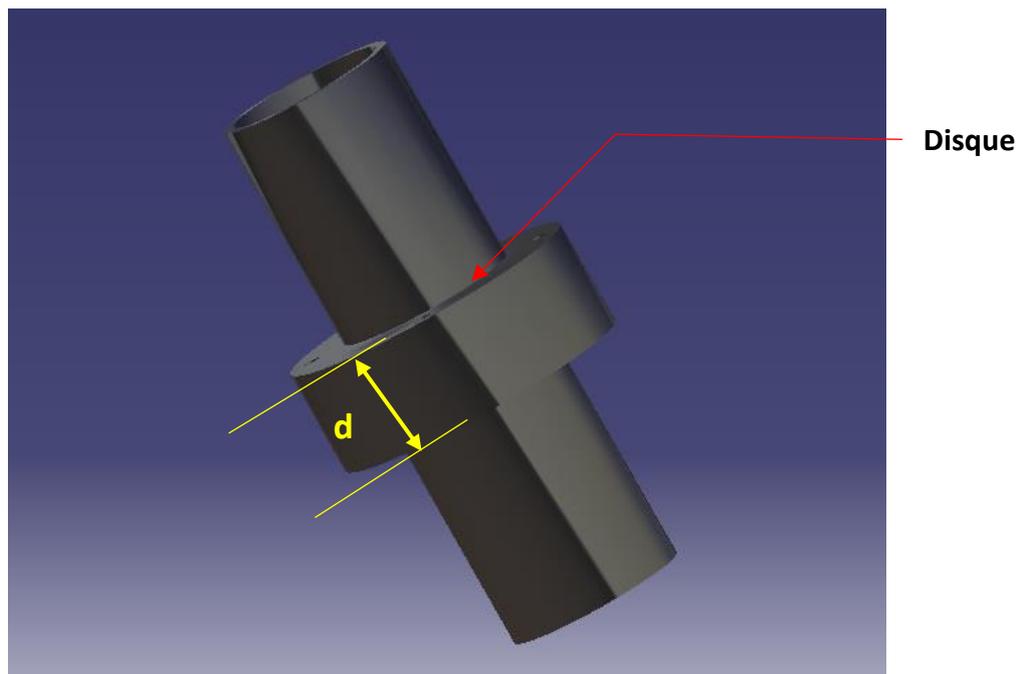


Figure 24: Dessin de la conduite

➤ Etude dimensionnement

L'épaisseur initiale de disque, figure 19, qui supporte le poids de la pompe et le moteur est de 50 mm

D'après les documents de l'entreprise :

Le poids de la pompe immergée est égal : 150 SX 30 de 46 étages est 80 kg.

Le poids de moteur de puissance électrique 83Kw est : 247 kg.

La charge est :

$$F = P_{\text{pompe}} + P_{\text{moteur}} = 80 + 247 = 327 \text{ kg} \quad (\text{on prend } g = 10 \text{ N/kg})$$

$$F = 327 \text{ daN.}$$

D'après logiciel CATIA, figure 25, la contrainte maximale de Von Mises est de : $1.97 \cdot 10^7 \text{ Pa}$

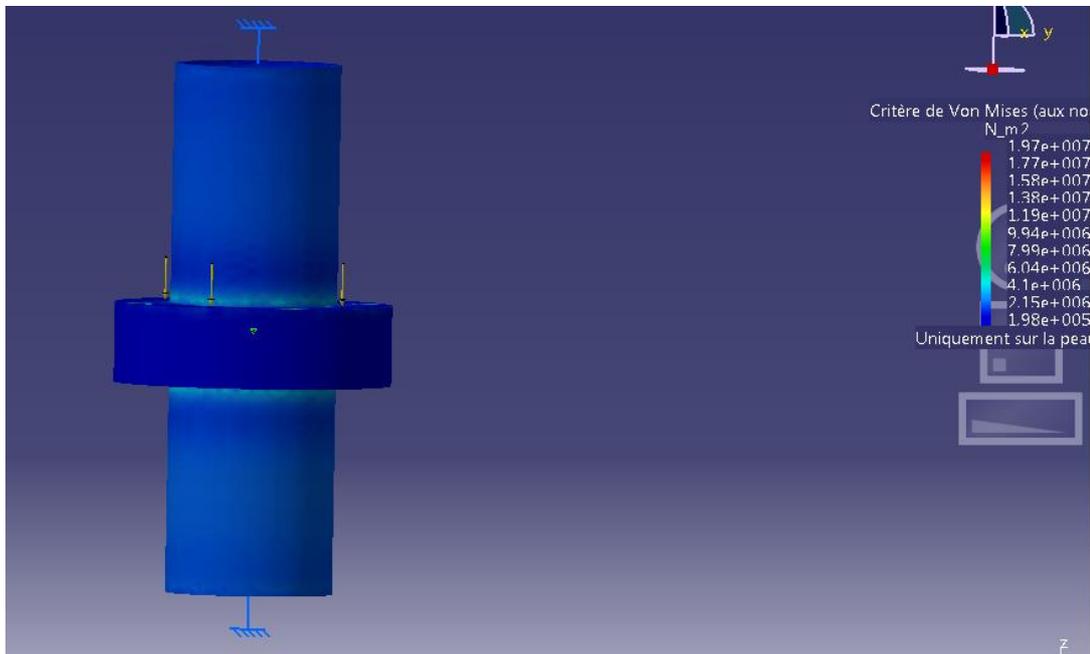


Figure 25: Simulation CATIA de la conduite

D'où le facteur de sécurité est :

$$s = \frac{R_e}{\sigma_{Von}} = \frac{190 \cdot 10^6}{1.97 \cdot 10^7} = 9.64$$

Donc, l'épaisseur de la paroi qui est de 50 mm avec un facteur de sécurité de 3.5 devient :

$$d = \frac{1.5 \cdot 50}{9.64} = 7.8 \text{ mm}$$

On remarque qu'une optimisation de l'épaisseur du disque est possible.

c) Brides

Ce mécanisme, figure 26, nous permet de serrer la chemise sur la pompe par filetage extérieure et doit supporter les charges (moteur + pompes) en traction. [Annexe 5]

Pour cela, une détermination de la longueur de filetage suffisant pour supporter ces contraintes est nécessaire.

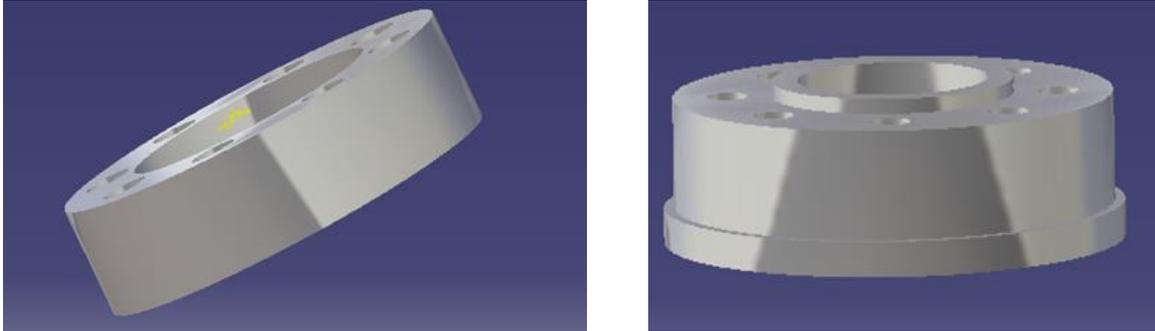


Figure 26 : Dessin de deux brides pour assemblage

➤ Etude la longueur d'engagement de filetage :

Pour assurer la meilleure fixation de la chemise, on calcule la longueur de filetage, figure 27.

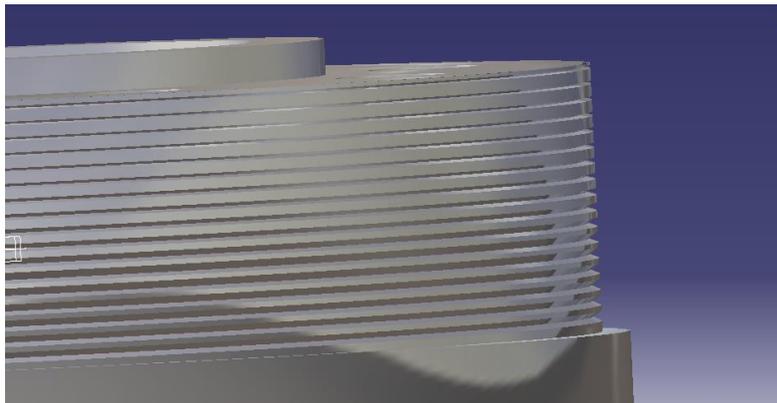


Figure 27: Bride filetée

$d_{nom} = 148 \text{ mm}$, le pas = 2, $d_2 = 148 - 0.6495 \times 2 = 146.7 \text{ mm}$,

$$As = \frac{\pi}{4} (d_{nom} - 0.9382 P)^2 = 16985.94 \text{ mm}^2$$

$$L_{chemise} \geq \frac{R_m}{R_e} \times \frac{2As}{0.6\pi d} L_{chemise} \geq \frac{500}{190} \times \frac{2 \times 16985.94}{0.6\pi d}$$

[Annexe 1]

$$L_{bride} \geq \frac{R_m}{R_e} \times \frac{2As}{0.6\pi d_2} L_{bride} \geq \frac{500}{190} \times \frac{2 \times 16985.94}{0.6\pi \times 146.7}$$



$$L_{chemise} = 320.46 \text{ mm}$$

$$L_{bride} = 323.3 \text{ mm}$$

 **$L_{\min} = 323.3 \text{ mm}$**

Donc, on ne peut pas utiliser assemblage par filetage, car la longueur d'engagement est très grande, et ça va coûter cher. Pour cela on remplace le filetage par assemblage par vis.

➤ Etude des vis

Les vis utilisées sont Acier de classe 4.8 avec limite d'élasticité $R_e : 320 \text{ MPa}$ et limite de rupture $R_m : 400 \text{ MPa}$.

• On étudie le diamètre de la vis :

La force qu'on a trouvée dans le chapitre 3 : $F' = 59911.2 \text{ N}$

On a la condition de résistance en traction

$$\sigma = \frac{N}{S} = \frac{F}{\left(\frac{\pi \cdot d^2}{4}\right)} \leq \frac{R_e}{s} \quad \Rightarrow \quad d \geq \sqrt{\frac{4 \cdot F \cdot s}{\pi \cdot R_e}}$$

Pour 8 vis

$$F = 59911.2 / 8 = 7488.9 \text{ N}$$

AN :
$$d \geq \sqrt{\frac{4 \cdot 7488.9 \cdot 1.5}{\pi \cdot 320}}$$

Soit
$$d \geq 6.68 \text{ mm}$$

On pourra donc utiliser une vis M8

• On étudie la longueur de la vis :

$d_{\text{nom}} = 8 \text{ mm}$, le pas = 1.5, $d_2 = 8 - 0.6495 \cdot 1.5 = 7.025 \text{ mm}$

$$As = \frac{\pi}{4} (d_{\text{nom}} - 0.9382 P)^2 = 34.136 \text{ mm}^2$$

$$L_{\text{bride}} \geq \frac{R_m}{R_e} \times \frac{2As}{0.6\pi d} \quad L_{\text{bride}} \geq \frac{500}{190} \times \frac{2 \cdot 34.136}{0.6\pi \cdot 8}$$

[Annexe 1]

$$L_{\text{vis}} \geq \frac{R_m}{R_e} \times \frac{2As}{0.6\pi d_2} \quad L_{\text{vis}} \geq \frac{400}{320} \times \frac{2 \cdot 34.136}{0.6\pi \cdot 7.025}$$



$L_{\text{bride}} = 11.91 \text{ mm}$

$L_{\text{vis}} = 6.44 \text{ mm}$



$L_{\min} = 11.91 \approx 12 \text{ mm}$

Donc on peut utilisée des vis M8x12.

d) Guide

Puisque, on a gardé les tirants, on ajoute des guides, figure 28, qui permettent de centrer la chemise sur la pompe. [Annexe 6]

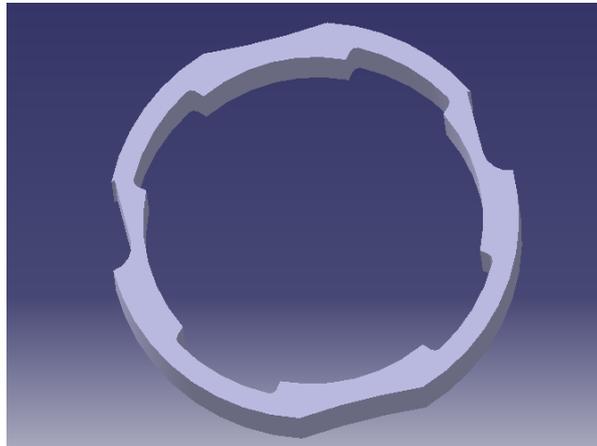


Figure 28 : Dessin de guide

e) Choix du moteur

➤ Intermédiaire

Avant de choisir le moteur, on doit ajouter un élément intermédiaire, figure 29, qui permet la fixation entre la pompe et le moteur. [Annexe 7]

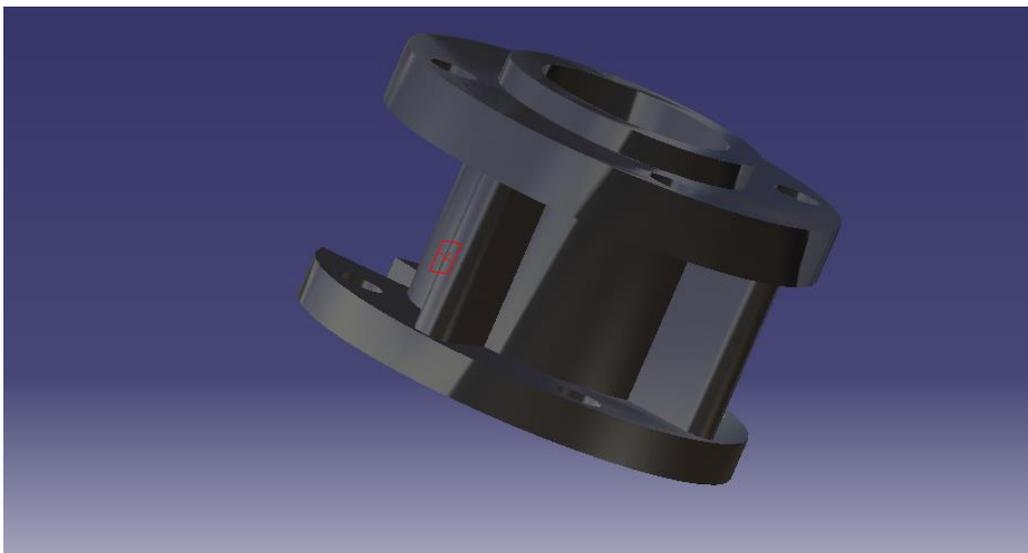
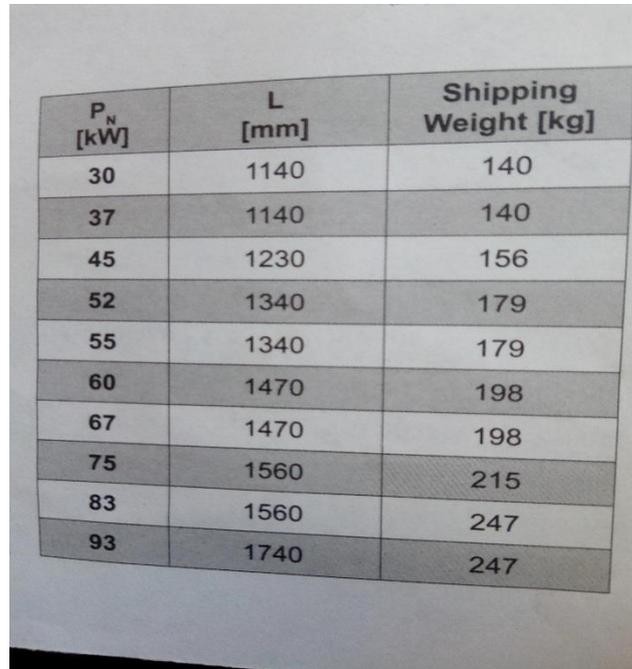


Figure 29 : Composant intermédiaire entre pompe et moteur

Calcule la puissance de moteur :

D'après catalogue de l'entreprise pour une pompe immergée de 46 étages, figure 30, le moteur qui convient est de puissance 83KW.



P_N [kW]	L [mm]	Shipping Weight [kg]
30	1140	140
37	1140	140
45	1230	156
52	1340	179
55	1340	179
60	1470	198
67	1470	198
75	1560	215
83	1560	247
93	1740	247

Figure 30 : Liste des moteurs utilisé au sein de l'entreprise

➤ On vérifie la puissance du moteur :

Les caractéristiques de la pompe immergée 150 SX 20 :

- Le débit nominal: $Q = 20 \text{ m}^3/\text{h}$
- La hauteur manométrique : $H=530 \text{ m}$
- Le rendement de la pompe $\eta_{\text{pompe}} : 0.5$

La puissance hydraulique de la pompe est donnée par :

$$P_{\text{pompe}} = Q * H * \rho * g$$

$$P_{\text{pompe}} = \frac{20 * 1000 * 530 * 9.81}{3600}$$

$$\text{AN : } P_{\text{pompe}} = 28.885 \text{ Kw}$$

$$P_{\text{moteur}} = \frac{P_{\text{pompe}}}{\eta_{\text{moteur}} * \eta_{\text{pompe}}}$$

$$\text{AN : } P_{\text{moteur}} = \frac{28.885}{0.5 * 0.84} = 68.77 \text{ Kw}$$

D'après la figure 25 on peut choisir le moteur de puissance 75KW.

II.3. Solution secondaire

Si l'entreprise prévoit d'éliminer les tirants dans le futur, la solution suivante a été proposée, figure 31.

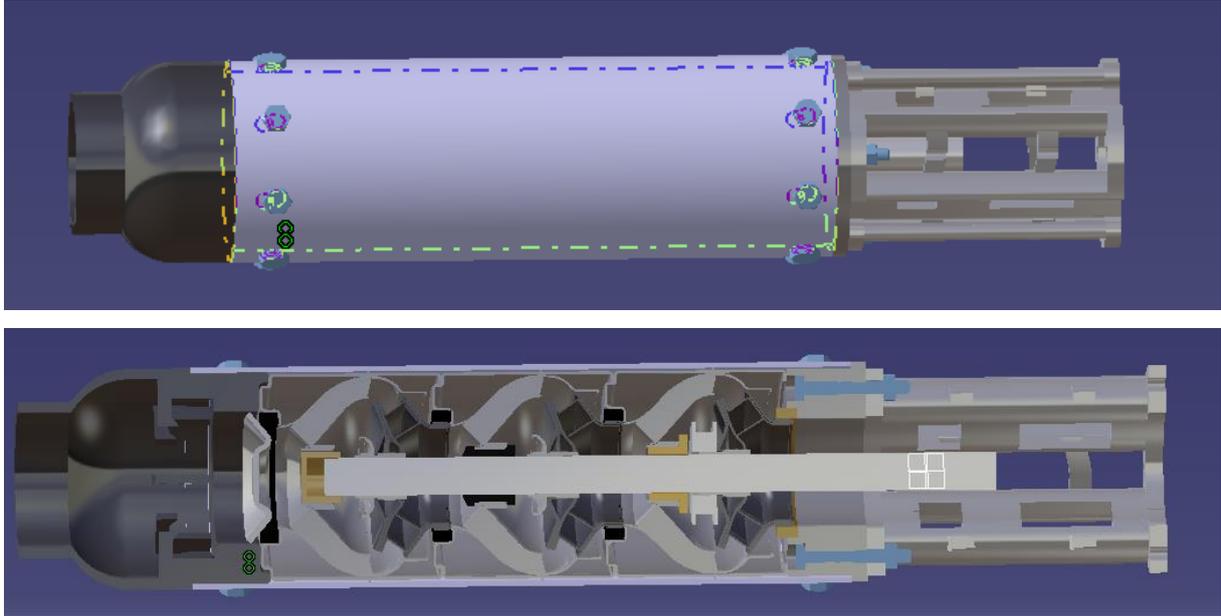


Figure 31: Dessin pompe version 2

a) Corps clapets

Une nouvelle conception pour le corps clapet a été étudié, figure 32, pour qu'il s'adapte à l'assemblage par vis, puisque on va éliminer les tirants de la pompe. [Annexe 10]

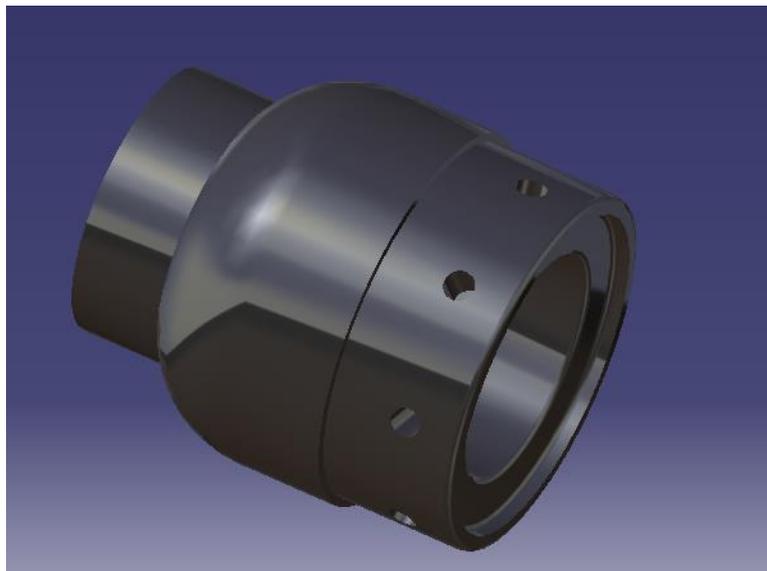


Figure 32 : Dessin du corps clapet

b) Chambre d'aspiration

Même chose, la chambre d'aspiration a redimensionné, figure33. [Annexe 9]

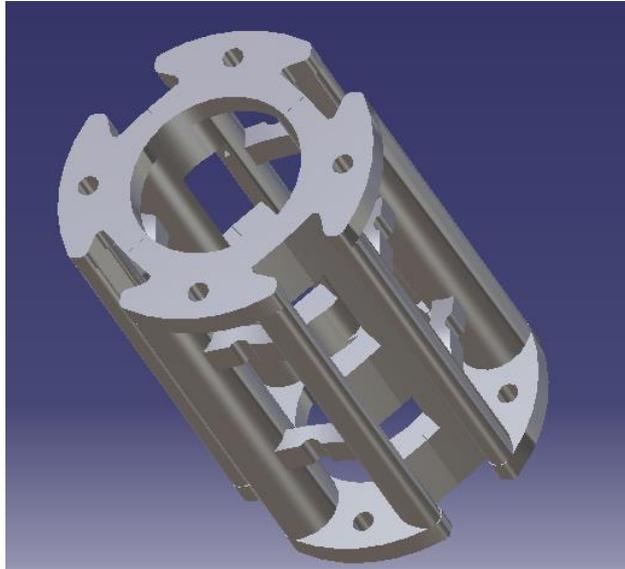


Figure 33 : Dessin de chambre d'aspiration

Conclusion

La première solution proposée en gardant les tirants c'est le travail demandé par l'entreprise, mais nous avons constaté qu'il viendra un jour ou l'entreprise veut éliminer les tirants, pour cela une deuxième solution a été ajoutée (sans tirants).

La chemise est plus sécurisant pour protéger la pompe contre le désassemblage, malgré le coût de la pompe qui va un peu augmenter.

CONCLUSION GENERALE

Durant la période de stage que nous avons effectué au sein de La société NOVELLI PUMPS, nous avons pu découvrir le fonctionnement de l'entreprise, et se familiariser avec les différents services.

Le sujet sous le thème «**Etude et conception de la chemise protectrice pour les pompes immergées**» nous a offert une occasion de se familiariser avec logiciel de conception assistée sur ordinateur « CATIA V5 ». En effet, nous avons pu maîtriser d'avantage les notions de base du logiciel et aller au-delà de la conception de pièces simples à complexes.

En effet, nous avons fait une étude préliminaire du projet pour chercher les causes de désassemblage de la pompe et nous avons proposé la solution d'augmenter l'épaisseur ou la largeur des tirants.

Ensuite, nous avons entamé une étude de conception fondée sur une démarche globale et progressive en utilisant l'analyse fonctionnelle. Cette démarche nous a permis de bien étudier le besoin et de proposer des solutions technologiques à travers le diagramme FAST, pour aboutir enfin à la meilleure architecture de la pompe chemisée.

Par la suite, nous avons réalisé la conception et le dimensionnement mécanique des composantes tout en respectant le cahier des charges, et nous avons proposé deux solutions :

- Ajouter la chemise parallèle avec les tirants.
- Conception de la pompe chemisée en éliminant les tirants.

En bref, nous dirons que ce stage, nous a permis la possibilité de mettre en pratique nos connaissances théoriques et l'opportunité de connaître des personnes compétentes et de nouvelle relation aussi bien professionnelle.

Bibliographie

- [1] Support de documents de la société Novelli pumps
- [2] Livre de conception et dessin (Memotech)
- [3] Livre de guide de dessinateur (chevalier édition 2004)

Webographie :

- [4]<http://www.nord-lock.com/fr/bolted/experts-thread-engagement-tapped-hole/>
- [5]<http://www.pxgroup.com/sites/default/files/304-L-1.4306.pdf>
- [6]<https://www.technologuepro.com/resistance-des-materiaux/chapitre-3-extension-simple-compression-simple.pdf>

ANNEXES:

Annexe 1 :

[3]

Prise du filet dans un trou taraudé

Q : Quelle longueur de filetage en prise est recommandée pour que la fixation soit solide sur un composant avec un trou taraudé ?

R : D'après les règles pratiques de conception, l'assemblage vissé doit être fabriqué de telle sorte que la vis casse avant que le filet ne s'arrachent.

Pour les composants aux trous taraudés, la longueur en prise (c.-à-d. le nombre de filets qui doivent être en prise entre la vis et le trou taraudé) doit être adaptée pour respecter ce critère.

Les sections critiques d'un boulon sont: section tendue du boulon, section cisailée du filetage mâle et celle du filet femelle.

Généralement, on estime que la longueur en prise minimale recommandée pour qu'un assemblage soit solide

lorsqu'un composant a un trou taraudé est d'environ 1 fois le diamètre nominal pour l'acier et 2 fois le diamètre nominal pour l'aluminium. Souvent (lorsque le trou taraudé est réalisé dans un matériau plus mou, dans un alliage spécial, etc.), ces valeurs ne sont pas suffisantes et les formules à droite doivent s'appliquer.

Ces formules sont simplifiées et ne fournissent qu'une estimation. Il est très complexe de calculer la prise du filet précise nécessaire et cette question a été étudiée par E. M. Alexander qui a créé une formule analytique prenant tous les paramètres en compte.

Lorsque le calcul analytique devient plus compliqué, il est possible d'effectuer une analyse par éléments finis. Pour en savoir plus sur celle-ci, lisez l'article page 18. **bc**

PRISE DU FILET DANS UN TROU TARAUDÉ

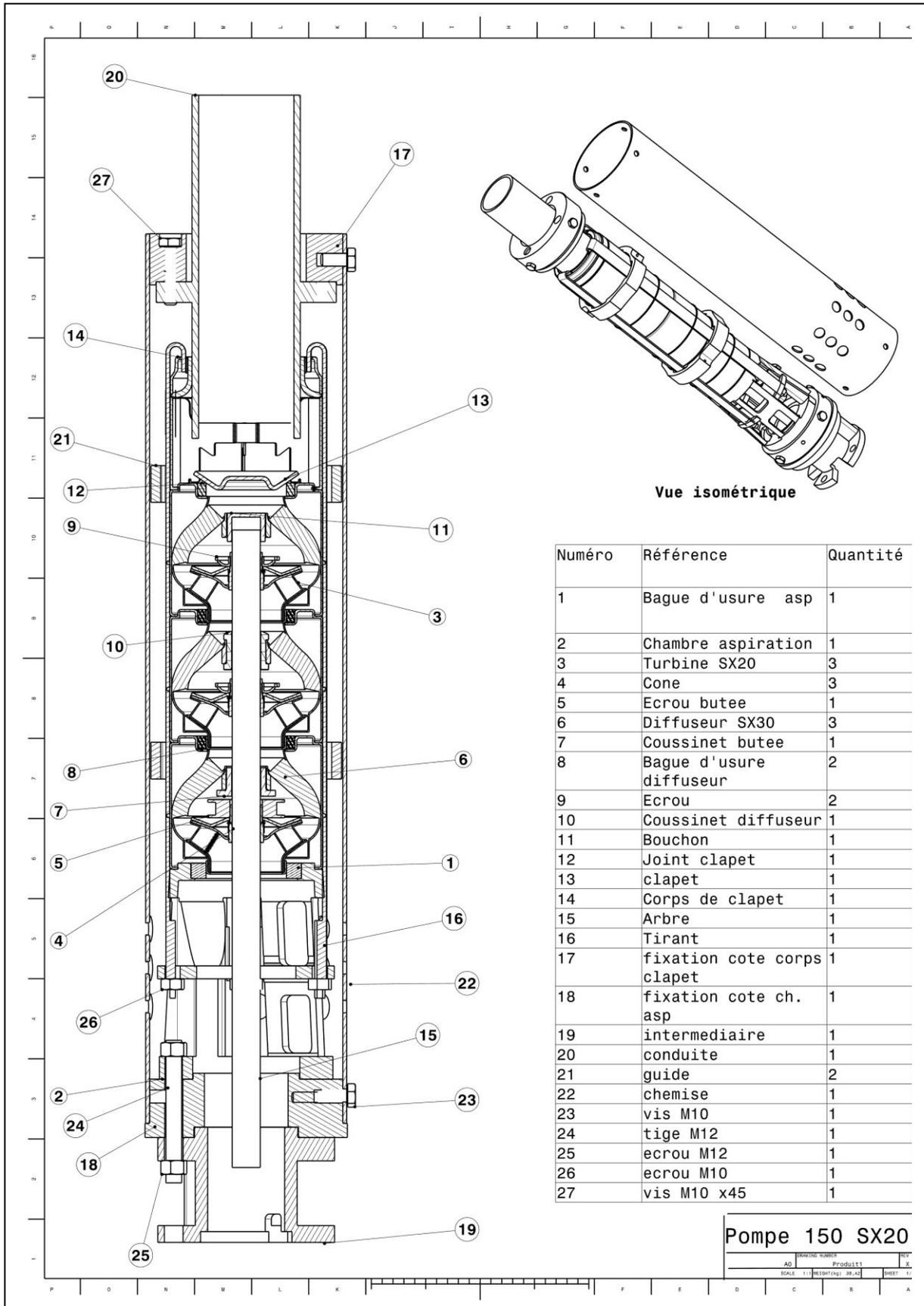
$$\left. \begin{aligned} L_{\text{trou taraudé}} &\geq \frac{R_{m\text{vis}}}{R_{e\text{trou taraudé}}} \times \frac{2AS}{0,6\pi d} \quad (1) \\ L_{\text{vis}} &\geq \frac{R_{m\text{vis}}}{R_{e\text{vis}}} \times \frac{2AS}{0,6\pi d_2} \quad (2) \end{aligned} \right\} L_{\text{min}} \geq \max(L_{\text{trou taraudé}}, L_{\text{vis}})$$

Le : longueur minimale en prise du filet / *Rm* : résistance maximale / *Re* : limite d'élasticité / *As* : section résistante / *d* : diamètre nominal / *p* : pas / *d₂* : diamètre à flanc de filet (*d₂* = *d* - 0,6495.*p*)

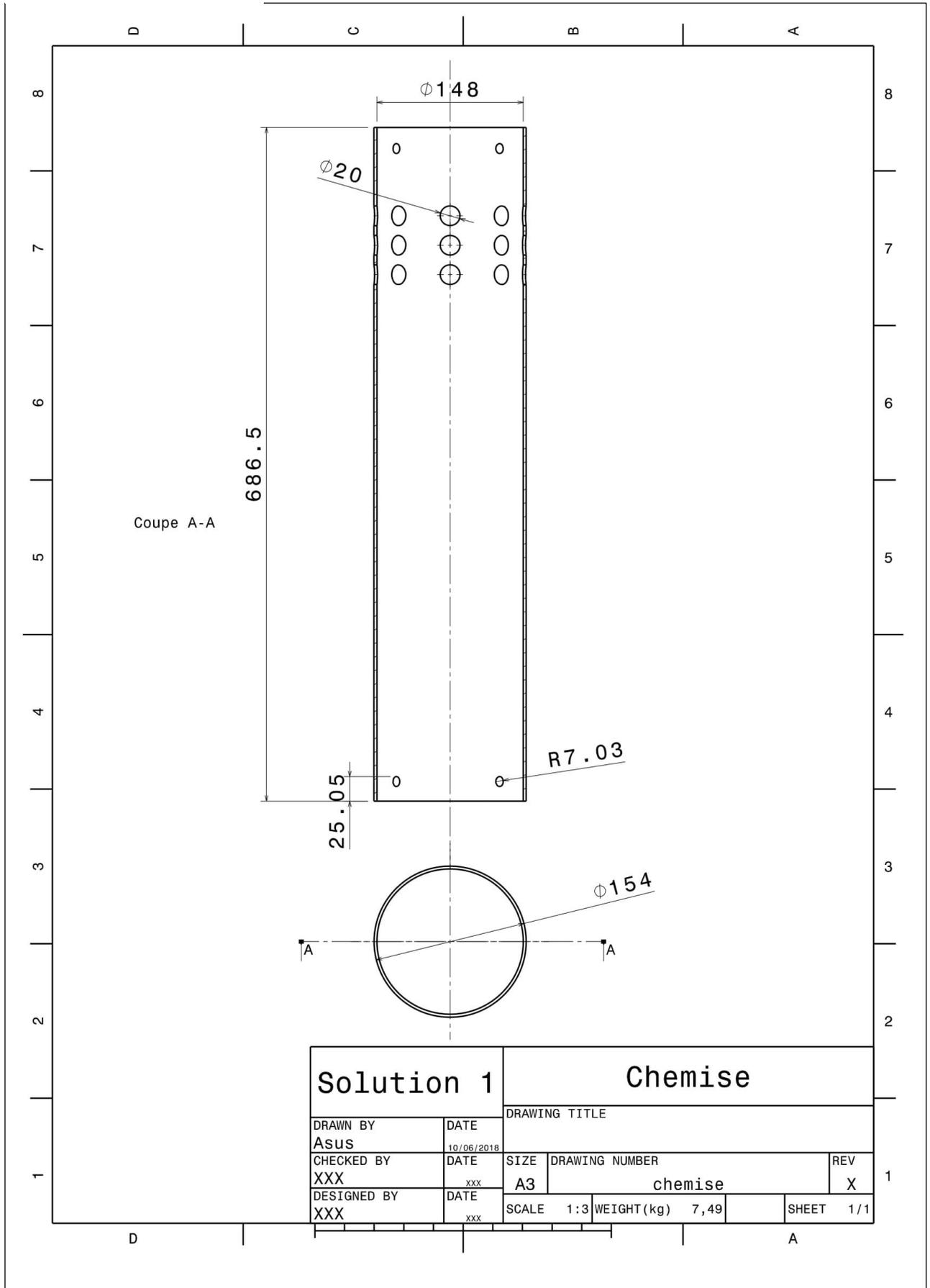
Exemple d'une vis M16 8.8 (pas gros) dans un trou taraudé en alliage d'aluminium AlCu4Mg1-T351.
Rm vis = 800 MPa *Rm trou* = 435 MPa *p* = 2 mm *As* = 156,7 mm²
Re vis = 640 MPa *Re trou* = 290 MPa *d* = 16 mm *d₂* = 14,7 mm

$$\left. \begin{aligned} L_{\text{trou taraudé}} &\geq \frac{800}{290} \times \frac{2 \times 156,7}{0,6\pi \times 16} = 28,7 \text{ mm} \\ L_{\text{vis}} &\geq \frac{800}{640} \times \frac{2 \times 156,7}{0,6\pi \times 14,7} = 14,1 \text{ mm} \end{aligned} \right\} L_{\text{min}} \geq 28,7 \text{ mm}$$

Annexe 2 : solution 1

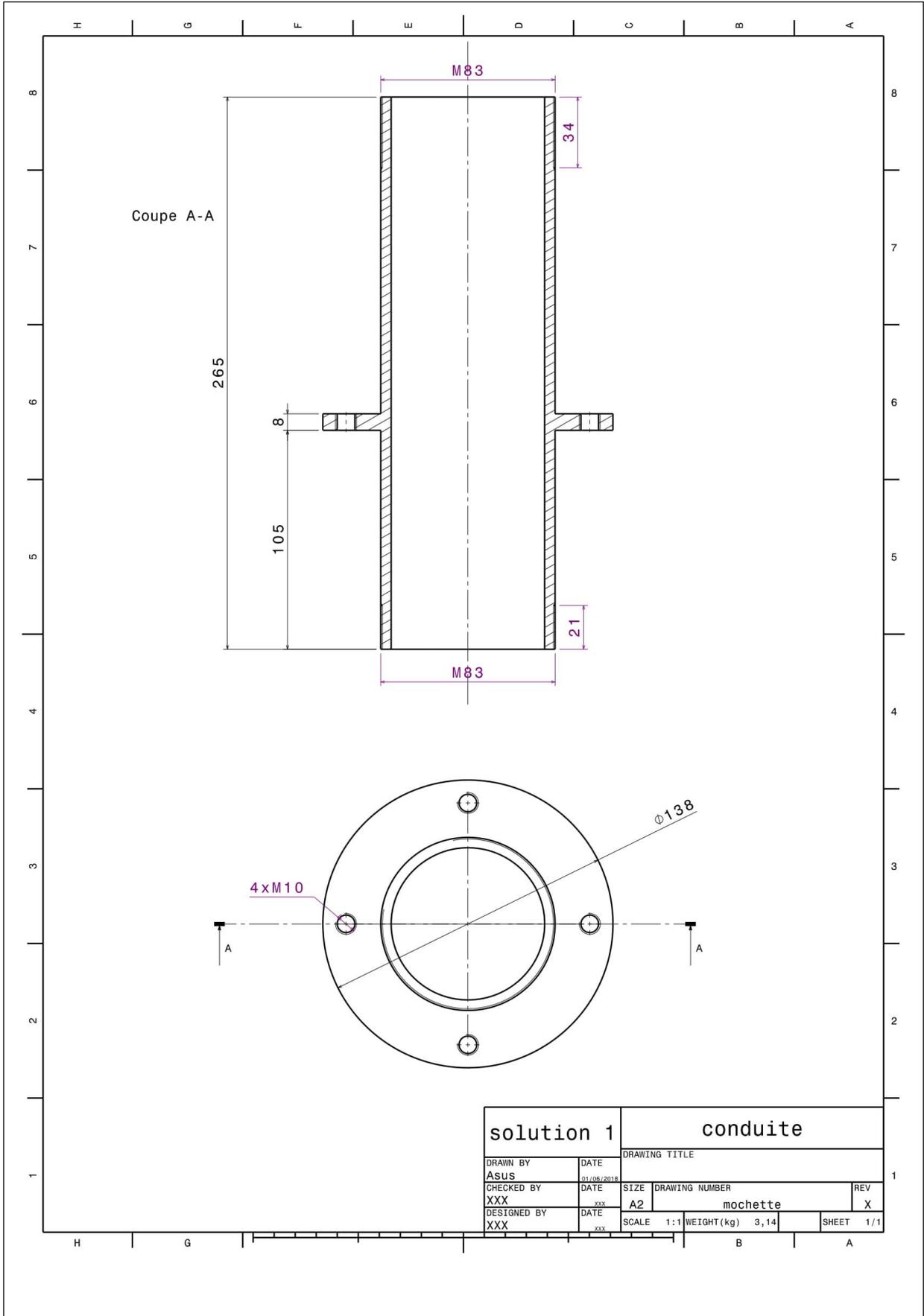


Annexe 3 :

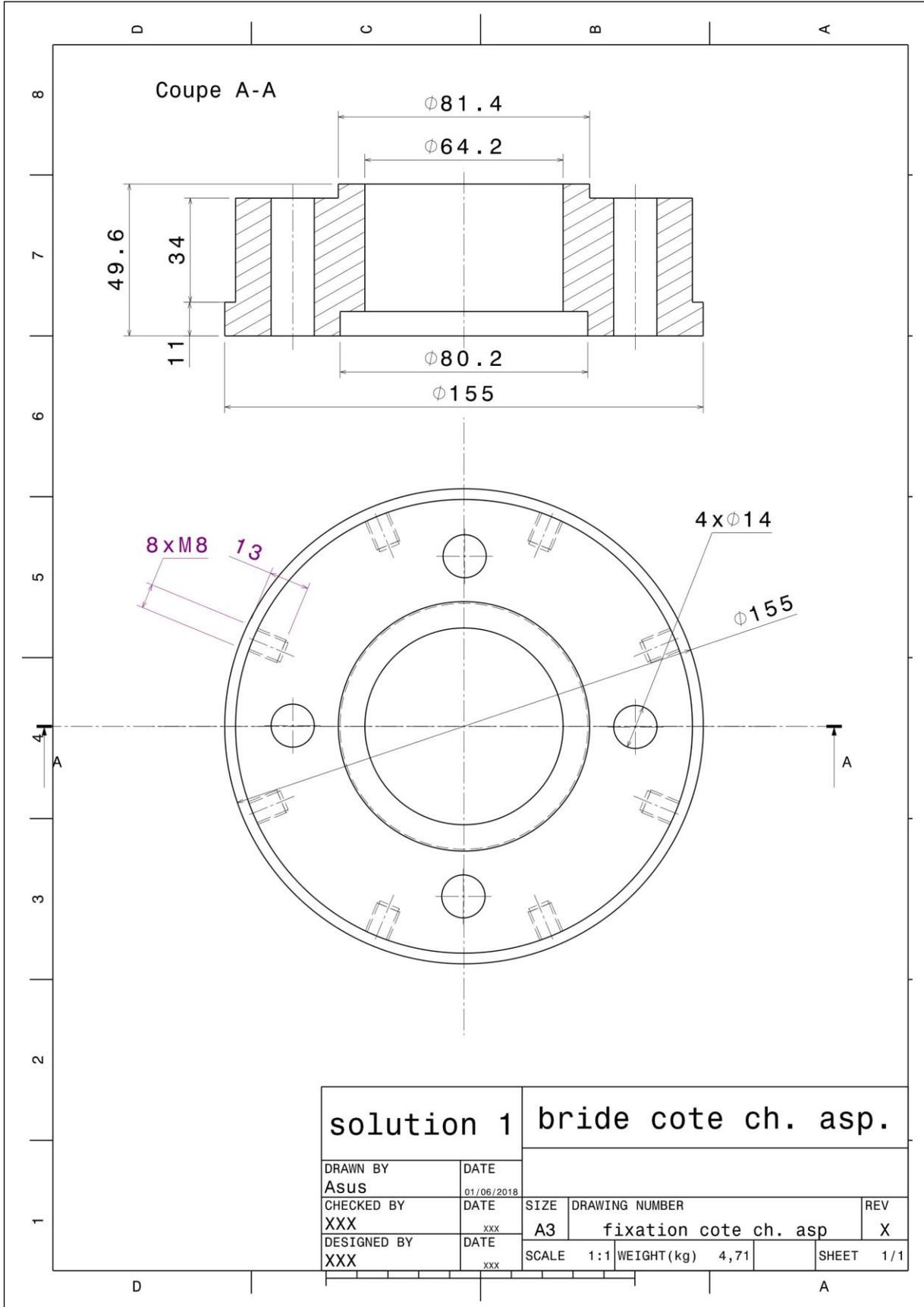


Solution 1		Chemise		
DRAWN BY ASUS		DRAWING TITLE		
DATE 10/06/2018				
CHECKED BY XXX	DATE XXX	SIZE A3	DRAWING NUMBER chemise	REV X
DESIGNED BY XXX	DATE XXX	SCALE 1:3	WEIGHT(kg) 7,49	SHEET 1/1

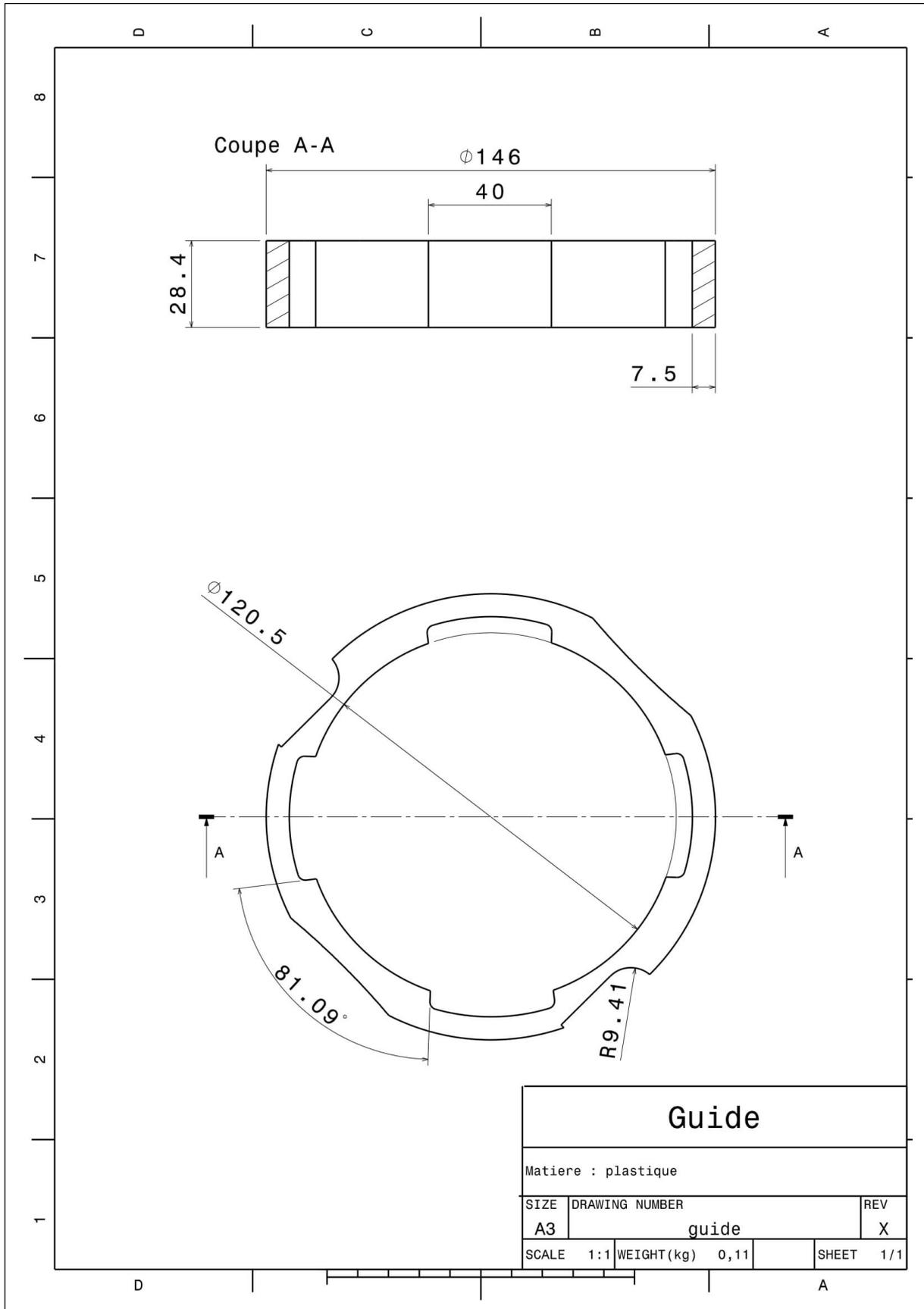
Annexe 4 :



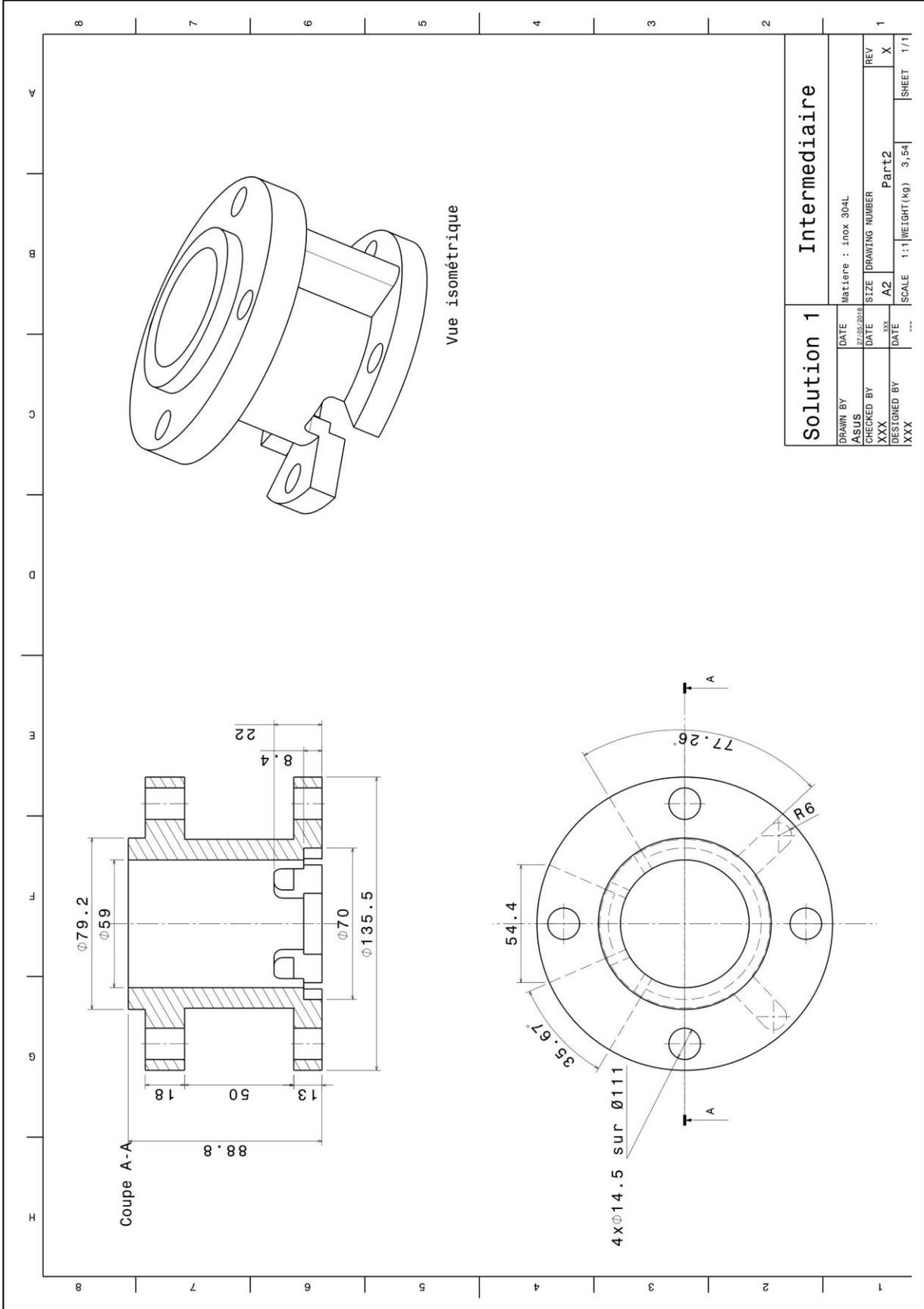
Annexe 5 :



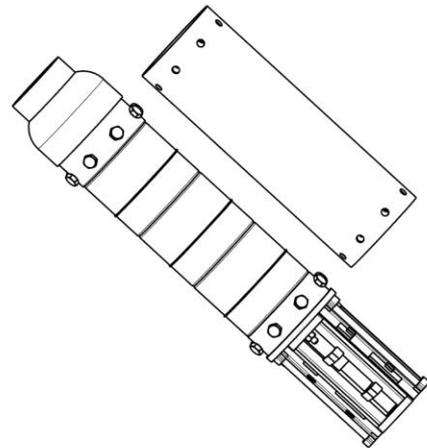
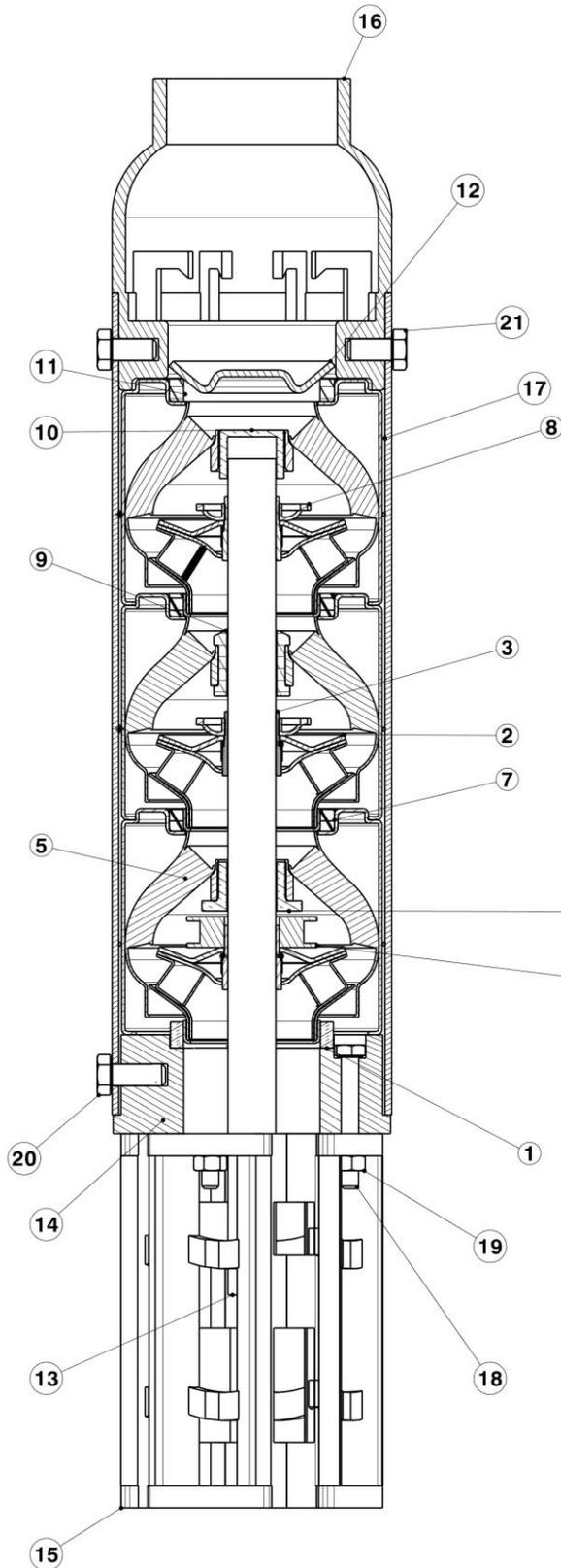
Annexe 6 :



Annexe 7 :



Annexe 8 : solution 2



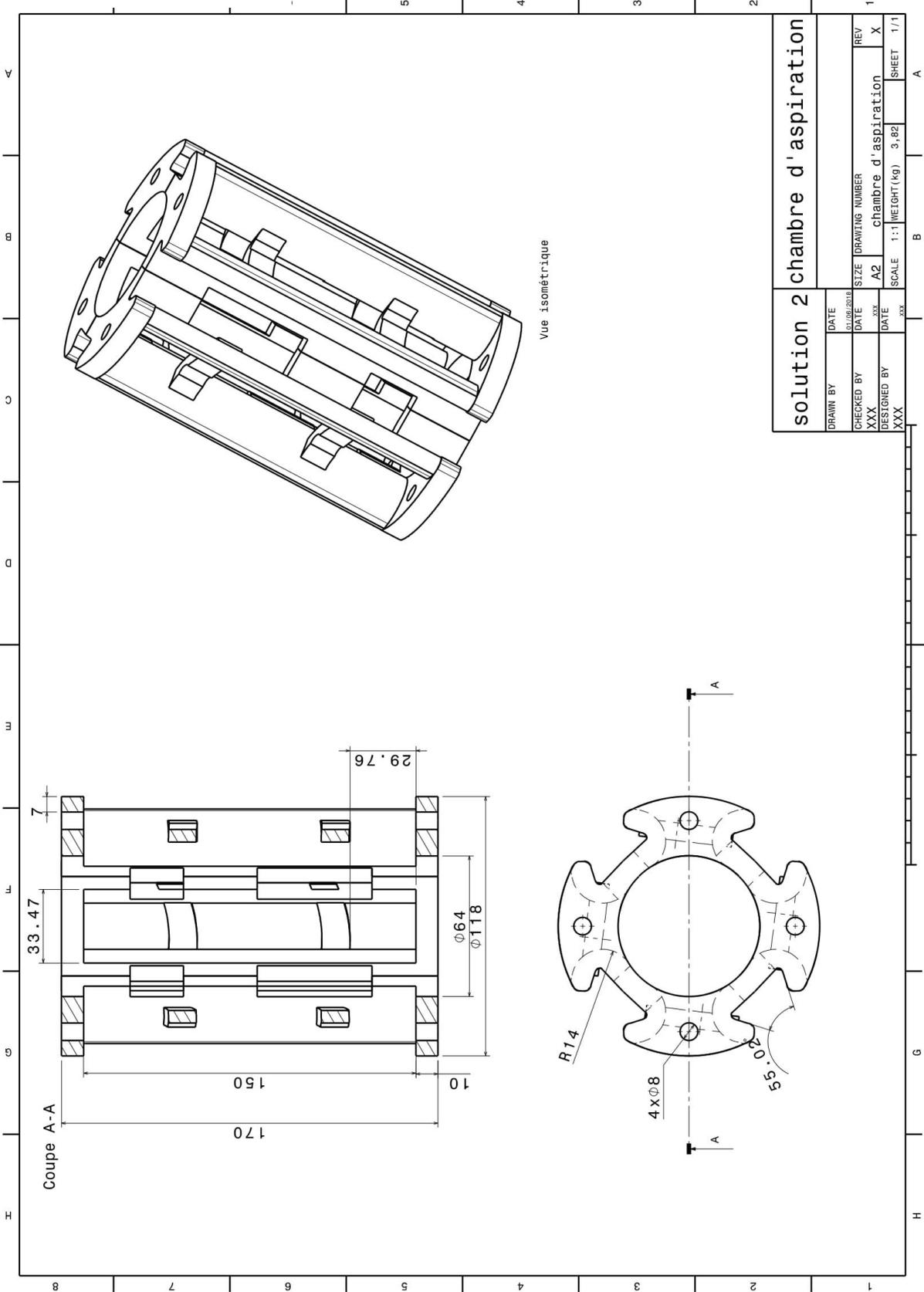
Vue isométrique

N	Référence	Qte.
1	Bague d'usure asp	1
2	Turbine SX20	3
3	Cone	3
4	Ecrou butee	1
5	Diffuseur SX20	3
6	Coussinet butee	1
7	Bague d'usure diffuseur	2
8	Ecrou	2
9	Coussinet diffuseur	1
10	Bouchon	1
11	Joint clapet	1
12	clapet	1
13	Arbre	1
14	bride	1
15	chambre d'aspiration	1
16	corps clapet	1
17	chemise	1
18	vis M8x60	1
19	vis M12	1
20	vis M12x20	1

POMPE SX20

DRAWING NUMBER: **Produit1** REV: **X**

Annexe 9 :



solution 2		chambre d'aspiration	
DRAWN BY	DATE	SIZE	DRAWING NUMBER
XXX	01.06.2018	A2	chambre d'aspiration
CHECKED BY	DATE	SCALE	REV
XXX	XXX	1:1	X
DESIGNED BY	DATE	WEIGHT(kg)	SHEET
XXX	XXX	3,62	1/1

Annexe 10 :

