

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur
et de la recherche scientifique

UNIVERSITE Abderrahmane MIRA BEJAIA
Faculté de Technologie
Département de Génie Mécanique

MEMOIRE

Présenté pour l'obtention du diplôme de

MASTER

Filière : Génie Mécanique

Spécialité : Fabrication Mécanique et Productique

Par:

BAHLOUL Amazigh

BEN BAHA Meziane

RAMDANI Djaafar

Thème

Conception d'un disperseur de la peinture

Soutenu le 13/10/2021 devant le jury composé de:

Mm. Himed lynda	Présidente
Mr. Sahali mouhand akli	Rapporteur
Mr. Boutani said	Examineur

Année Universitaire 2020-2021

Remerciements

Le plus dur n'est pas la réalisation de ce mémoire mais de remercier toutes les personnes qui nous soutenu pour réaliser ce projet. Avant tout nous remercions DIEU le tout puissant de nous avoir donné le courage, la volonté, la patience et la santé durant toutes ces années.

Je tiens à remercier M GAROUT, propriétaire de l'entreprise, de nous avoir acceptées pour effectuer ce projet de fin d'études, pour son temps précieux et ses précieux conseils tout au long du déroulement de stage. Je remercie également M. SAHALI, d'avoir accepté de nous encadrer et de nous soutenir tout au long projet. Nous tenions à lui exprimer toute nos admirations et nos reconnaissances.

Finalement, nous adresse nos profondes gratitude à nos familles qui ont été toujours à nos côtés, pour leur soutien et leur encouragement ainsi que nous amis.

Dédicaces

Je dédie ce travail à :

*Mes très chers parents qui m'ont beaucoup aidé et
soutenu afin de me voir réussir ;*

A toute Ma famille ;

A tous mes camarades et amis de L'université ;

*Sans oublier mes binômes ainsi que toutes leurs
familles.*

JOE ; Amazigh ; Meziane

Sommaire

Introduction générale.....	1
Chapitre I : Généralité sur la fabrication des machines industrielles	
I.1. Introduction	2
I.2. Type d'entreprise de fabrication de machines industrielles.....	3
I.2.1. Les entreprises du type 1.....	3
I.2.2. Les entreprises de type 2.....	4
I.3 Cycle de production de l'industrie	5
I.4. Les éléments de la machine.....	5
I.4.1. Les poutres	7
I.4.2. Vérin hydraulique	8
I.4.3. Le moteur électrique	9
I.4.4. Roulement	11
I.4.5. Les mécanismes de Transmission du mouvement	11
I.5. Les assemblages en construction mécanique et métallique	15
I.5.1. Assemblage par soudage.....	16
I.5.2. Assemblage par boulonnage	18
I.6. Conclusion.....	21
Chapitre II : Méthodologie et démarche de la conception mécanique	
II.1. Introduction.....	22
II.2. C'est quoi la conception mécanique ?.....	23
II.3. Triangle de la conception mécanique... ..	23
II.3.1. Les outils d'assurance de qualité... ..	23
II.3.2. Le calcul graphique... ..	23
II.3.3. La conception assistée par ordinateur.....	23
II.4. Les trois étapes de la conception mécanique	24
II.4.1. Analyse besoin client... ..	24
II.4.1.1. Analyse de la demande initiale du client... ..	25
II.4.1.2. Les fonctions de services.....	26
II.4.1.3. Le cahier des charges fonctionnel.....	28
II.4.2. Etude de fusibilité.....	29
II.4.2.1. Création d'un planning provisionnel	29
II.4.2.2. Recherche de solution	30
II.4.2.3. Evaluation vers les solutions technologiques	31
II.4.2.4. Le FAST de créativité	31
II.4.2.5. La déférence entre la solution théorique et technologique.....	31
II.4.2.6. Fin d'étude de fusibilité	31
II.4.3. Avant-Projet (dossier préliminaire).....	32
II.4.3.1. Définition de l'avant-projet définitive	32
II.4.3.1.1. Choix de solution définitive.....	32
II.4.3.1.2. Croquis d'intention de conception.....	32
II.4.3.1.3. Notice de pré-montage	33
II.4.3.1.4. AMDEC de conception	33

Sommaire

II.4.3.2. Dossier de justification de la conception préliminaire.....	33
II.4.3.3. Dossier de tests et d'essais	35
II.4.3.4. Concrétisation de l'avant-projet par le dossier de définition	35
II.5. Synthèse chronologique de conception mécanique.....	36
II.6. Conclusion	37
Chapitre III : Conception d'un disperseur de la peinture	
III.1. Introduction	38
III.2. Analyse besoin client	38
III.2.1. Analyse de la demande initiale du client.....	38
III.2.2. Les fonctions de services.....	39
III.2.3. Le cahier des charges fonctionnel.....	40
III.3. Etude de fusibilité	41
III.3.1 Définition des points critiques	41
III.3.1.1 Définition des critères de choix de solution.....	41
III.3.1.2 Taches d'étude de conception.....	42
III.3.2. Création d'un planning provisionnel	42
III.3.2.1. Détermination des durées des tâches	42
III.3.2.2. Création et gestion du planning.....	43
III.3.3. Recherche de solution	43
III.3.3.1. Définition des critères de choix de solution.....	43
III.3.3.2. Le FAST de créativité.....	43
III.3.3.3.....	50
III.3.3.4. Fin d'étude de faisabilité	51
III.4. Avant-Projet (Dossier préliminaire).....	52
III.4.1. Définition de l'avant-projet définitive	52
III.4.1.1. Notice de pré-montage.....	52
III.4.1.2. AMDEC de conception.....	53
III.4.1.3. Dossier de tests et essais	53
III.5. Concrétisation de l'avant-projet par le dossier de définition	64
III.6. Conclusion.....	65
Conclusion générale	
Bibliographie	
Résumé/Abstract	

Liste des figures

Figure I.1. Types d'entreprises de fabrication de machine industrielle.....	3
Figure I.2. Cycle de production de l'industrie	4
Figure I.3. Les poutrelles en I	5
Figure I.4 Les poutrelles en U.....	5
Figure I.5. Les poutrelles en HE	6
Figure I.6. Les demi-poutrelles	6
Figure I.7. Les poutrelles dissymétriques	6
Figure I.8. Schéma hydraulique à simple effet.....	7
Figure I.9. Schéma d'un vérin hydraulique à double effet	7
Figure I.10. Roulement à billes a gorges profondes	9
Figure I.11. Roulement à rouleaux	10
Figure I.12. Boulon.....	20
Figure I.13. Goujon	20
Figure I.14 Vis	20
Figure II.1. Triangle de la conception mécanique.....	24
Figure II.2. Bête à corne	25
Figure II.3. Environnement de la machine.....	27
Figure II.4. Fonction principale et fonction contrainte.....	28
Figure II.5. Schéma des étapes de conception	36
Figure III.1 Bête à corne	38
Figure III.2 Pieuvre de la machine conçue	39
Figure III.3. FAST de Transmission de mouvement	44
Figure III.4. Croquis de transmission de mouvement contact direct avec l'hélice	45
Figure III.5. Croquis de transmission de mouvement par un engrenage conique	45
Figure III.6. Croquis de la solution transmission de mouvement avec chaîne et roue dentée...	47
Figure III.7. FAST de déplacement horizontale de la partie mobile	48
Figure III.8. Croquis de la solution d'une liaison hélicoïdale avec un moteur électrique	49

Figure III.9 : Solution technologique d'une Liaison cylindrique avec un roulement	50
Figure III.10 : Solution technologique d'une Liaison glissière	51
Figure III.11 : Schéma cinématique générale	Erreur ! Signet non défini.
Figure III.12 : Dessin 3D de la machine.....	52
Figure III.13. Simulation de flexion support de moteur	58
Figure III.14. La contrainte sur la nervure.....	59
Figure III.15. le redimensionnement de la nervure	50
Figure III.17. Simulation sur la pression interne sur les parois de bassin	61
Figure III.16. Nouvelle simulation après de redimensionnement de la nervure	62
Figure III.18. Simulation statique sur l'appui de vérin hydraulique.....	63

Liste des tableaux

Tableau II.1 : AMDEC de conception.....	35
Tableau II.2 : Synthèse chronologique de conception mécanique	36
Tableau III.1 : Cahier des charges fonctionnel	41
Tableau III.2 : Détermination des durées des tâches	42
Tableau III.3 : Planning provisionnel	43
Tableau III.4 : AMDEC de mise en marche du moteur et transmission de rotation	54
Tableau III.5 :AMDEC de Déplacement horizontale de l'hélice pour libérer le bassin	54
Tableau III.6 : Poids des pièces de la partie mobile	56

NOMENCLATURE

Symboles	Définition	Unité (SI)
P	: $P = \rho \cdot g \cdot h$	N/m^2
C	: Formule de Criticité : $C = G \times O \times D$	-
N	: Vitesse de rotation	Tr /min
G	: Gravité	m/s^2
O	: Occurrence	-
D	: Défectivité	-
s	: coefficient de sécurité	-
Tm	: Temps moyenne	Heure
d	: La densité $d = \frac{\rho}{\rho_{eau}}$	-

Symboles grecs

ρ	: Masse volumique	$kg\ m^{-3}$
--------	-------------------	--------------

Abréviations

CdCF	: Cahier Des Charges Fonctionnel
UPN	: Poutrelle U à Profil Normal
UAP	: Poutrelle U à Ailes Parallèles
UPE	: Poutrelle e U Européenne
TIG	: Tungsten Inert Gas
MMA	: Manual Metal Arc
MIG	: Métal Inerte Gas
HR	: Métal Active Gas
CAO	: Haute Résistance
FAST	: Conception Assisté par Ordinateur
AMDEC	: Fonction Analyse Système Technique
HP	: Analyse des Mode de Défaillance et de leur Effets de leur Criticité
S235JR	: Matériau de la poutre de UPN 140

Introduction Générale

Introduction Générale

La santé économique d'une entreprise nécessite la mise sur le marché de produits qui répondent aux besoins des consommateurs ou bien des clients le plus rapidement possible avec le moins de cout possible. Pour atteindre cet objectif des méthodes générales de conception et des normes ont été développée, à travers ces méthodes en assure d'optimiser le processus de réaliser le produit.

Dans ce mémoire on a collaboré avec une entreprise local nommée « Guerrout Métal » pour concevoir un disperseur de la peinture, qui est une machine industrielle qui sert à mélanger des grandes quantités de produits afin d'obtenir de la peinture prête à embler et maitre sur le marché. Comme notre client possède une usine de production de la peinture à Tlemcen. Donc on a sevré comme un bureau d'étude pour l'entreprise de monsieur Guerrout, pour concevoir la machine demandée suivant les démarches normalisées de la conception mécanique utilisées dans l'industrie moderne. Afin de bien organiser notre travail on a partagé ce dernier sur trois chapitres.

Le premier chapitre est sur les généralités sur la fabrication des machines industrielles, ou ont a introduit les types d'entreprises de fabrication des machines industrielles et leurs modalités de travail. Puis ont à définie les éléments de machines présentent dans les machines qu'on vise à concevoir. Et on a clôturé ce chapitre par les assemblages en construction mécanique et métallique, notamment l'assemblage par soudage et l'assemblage par boulonnage.

Le deuxième chapitre est consacré totalement sur la méthodologie de conception mécanique, la démarche à suivre dans ces trois étapes ainsi que les quatre outils d'assurance de qualité afin de stimuler la créativité de concepteur pour bien mener son travail.

Le troisième est le cœur de notre travail, on a appliqué la méthodologie de conception mécanique expliqué dans le chapitre deux sur notre projet de conception mécanique qui est d'une machine nommée disperseur de la peinture. Après plusieurs réunions avec notre client, le début de travail est par la première étape qui est l'analyse de besoin client et rédiger à travers un cahier des charges fonctionnels. Dans la deuxième étape de la démarche de conception mécanique qui est l'étude de faisabilité, on a commencé par la proposition des

solutions théoriques qui sont par la suite transformées à des solutions technologiques, cette étape a été concrétisée par un avant-projet initial. La troisième étape a été de finaliser l'avant-projet par un dossier de définition, c'est-à-dire dimensionner les éléments principaux de la machine puis vérifier et approuver ces dimensions par une simulation assistée par ordinateur.

Chapitre I

Généralités sur la fabrication des machines industrielles

Généralités sur la fabrication des machines industrielles

I.1. Introduction

Dans ce chapitre on va parler sur les composants éteint présent dans la machine qu'on vise de concevoir, ainsi que les deux méthodes d'assemblages utilisées pour fabriquer la machine conçue. L'industrie de la fabrication de machines d'usage particulier est une industrie de métiers spécialisés. À peine 5 % de la main-d'œuvre occupe des emplois non spécialisés. En termes d'effectif, les principales filières sont celles de l'assemblage-soudage, de l'assemblage mécanique. À elles seules, ces filières représentent plus de la moitié des effectifs de l'industrie. Mais les emplois de techniciens et d'ingénieurs sont aussi relativement nombreux. L'ingénierie y revêt en effet une importance particulière du fait que les entreprises conçoivent les produits qu'elles fabriquent, contrairement à l'industrie de la fabrication de produits métalliques, par exemple, où l'on fabrique des pièces ou des produits à partir des plans et devis des clients. En fait, on peut dire que la conception et l'assemblage mécaniques sont au cœur de l'expertise de l'industrie de la fabrication de machines.

I.2. Type d'entreprise de fabrication de machines industrielles

De façon générale, les entreprises de la fabrication machine industrielle se divisent en deux grandes catégories : les entreprises qui offrent un service de fabrication et celles qui offrent un produit qui leur est propre [1].

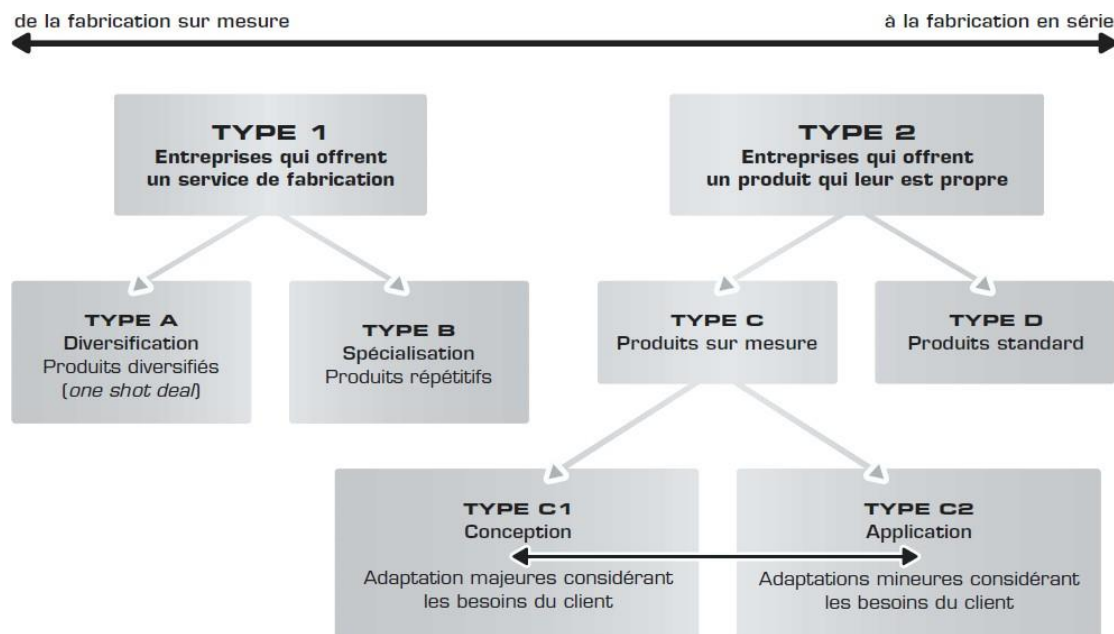


Figure I.1. Types d'entreprises de fabrication de machine industrielle

I.2.1. Les entreprises du type 1

Offrent un service de fabrication. Elles fabriquent des produits qui ne leur appartiennent pas et travaillent la plupart du temps à partir des plans et devis fournis par les clients. Ces entreprises se subdivisent à leur tour en deux types. Les entreprises de type A, diversifiées et les entreprises de type B, spécialisées. Dans le milieu, on désigne les premières comme celles qui fabriquent des *one shot deals* (vente d'une fois) et les secondes, comme celles qui fabriquent des produits répétitifs, dans des créneaux industriels particuliers. Ce sont là des types idéaux et, par conséquent, la plupart des entreprises se situent quelque part entre les deux. Cependant, ces types idéaux traduisent les deux mouvements essentiels qui caractérisent le développement des entreprises de type 1 : la diversification et la spécialisation.

I.2.2. Les entreprises de type 2

Offrent un ou des produits qui leur sont propres, soit en version sur mesure, soit en version standard. La version sur mesure consiste souvent en une adaptation mineure du produit aux besoins du client (type C2). Il peut s'agir d'ajuster les dimensions, d'ajouter ou de retrancher des options. Les modifications apportées aux produits sont ici de l'ordre de l'application et peuvent être confiées à des concepteurs de niveau intermédiaire ou à des techniciens. Dans certains cas, cependant, les changements sont beaucoup plus importants, au point de redéfinir le produit substantiellement (type C1). Les modifications apportées au produit relèvent alors du domaine de la conception et ce sont des concepteurs chevronnés ou des ingénieurs qui s'en

chargent. Ce que nous avons dit des types A et B s'applique aussi aux types C1 et C2 ; ce sont des types idéaux. La plupart des entreprises font les deux : la créativité les attire vers le type C1 et la stabilité, vers le type C2. Enfin, le type D est celui qui se rapproche le plus de la fabrication en série. En effet, certaines entreprises de type 2 offrent une version complètement standard de leur propre produit. Cependant, le plus souvent, ces entreprises adaptent leur produit aux exigences de leurs clients (type C2). C'est d'ailleurs sur cette capacité qu'elles fondent leur identité.

I.3 Cycle de production de l'industrie

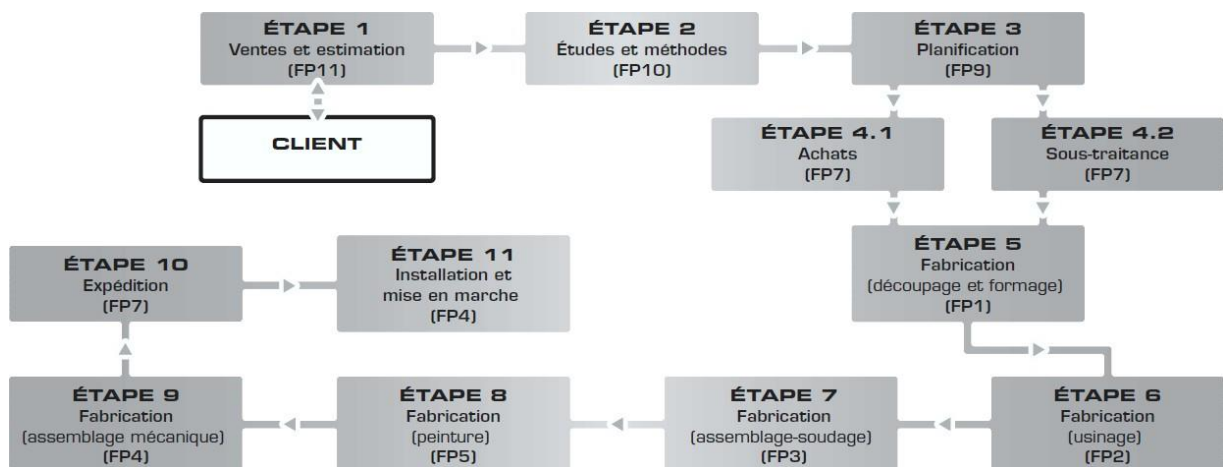


Figure I.2. Cycle de production de l'industrie

Une fois la vente conclue et la commande passée (FP11) entre en jeu le bureau des études et méthodes (FP10), chargé de concevoir la machine et de réaliser les dessins de fabrication. Puis on passe les commandes pour l'achat des composants standard et, le cas échéant, on fait les appels d'offre pour la sous-traitance de certaines activités (FP7), en même temps qu'on planifie la production (FP9). Les dessins sont alors acheminés sur le plancher d'usine, où débutent les activités de fabrication. La première étape consiste à découper et à former ou bien dans quelque cas mouler les pièces métalliques primaires (FP1) et à usiner les différentes pièces entrant dans la composition du produit (FP2). Ces pièces sont par la suite assemblées par mécano-soudage pour former le châssis ou le bâti de la machine (FP3). L'étape suivante est celle de l'assemblage mécanique (FP4), qui consiste à incorporer au châssis les éléments mécaniques, hydrauliques, pneumatiques ou électriques qui permettront à la machine de fonctionner. Cette étape peut être précédée ou suivie, selon le cas, de celle de la peinture (FP5). La machine est alors prête à expédier (FP7). Dans le cas de machines industrielles de production, l'entreprise qui fabrique la

machine se charge souvent elle-même de l'installer chez le client et de procéder à sa mise en marche (FP4) [2].

I.4. Les éléments de la machine

Les éléments éteints présent dans la machine qu'on vise de concevoir (vérin hydraulique, matériaux de construction, moteur électrique...).

I.4.1. Les poutres

Les poutrelles laminées peuvent avoir différentes sections, en I, en U, ou en H. Elles conviennent aussi bien pour les poteaux que pour les poutres et sont fabriquées en différentes nuances d'acier (en général 235 ou 355 Mpa), y compris d'acier à haute limite d'élasticité (460 Mpa). Les longueurs maximales varient de 18 à 33 m suivant le profilé. Il existe différentes gammes suivant les pays : européenne, britannique, américaine, japonaise [3].

I.4.1.1. les poutrelles en I

Les poutrelles en I sont de deux sortes : IPN : poutrelles en I normales. Les ailes sont d'épaisseur variable, ce qui entraîne des petites difficultés pour les attaches ; IPE : poutrelles en I européennes. Les ailes présentent des bords parallèles, les extrémités sont à angles vifs (seuls les angles rentrants sont arrondis). Les IPE sont un peu plus onéreux, mais plus commodes et sont d'usage courant.

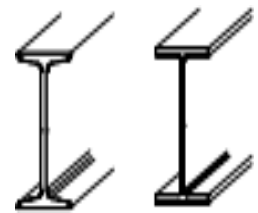


Figure I.3. Les poutrelles en I

I.4.1.2. Les poutrelles en U

Il existe aussi deux sortes de profilés, les UPN, les UAP et les UPE. De la même façon, les UPE présentent des ailes à bords parallèles et tendent à supplanter les UPN, moins commodes à mettre en œuvre. Les hauteurs vont de 80 à 400 mm.

Note : Dans notre machine on a utilisé la poutre de norme Euro UPN 140

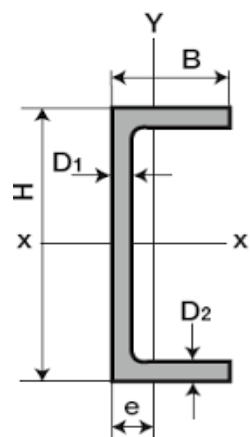


Figure I.4 Les poutrelles en U

I.4.1.3. Les poutrelles en HE

(Gamme européenne) Elles se décomposent en trois séries : HEA, HEB et HEM, suivant l'épaisseur relative de leur âme et de leurs ailes. Leur section s'inscrit approximativement dans un carré (la semelle a une largeur sensiblement égale à la hauteur du profil jusqu'à 300 mm de hauteur). Les ailes présentent toujours des bords parallèles. Les hauteurs varient de 100 à 1100 mm (jumbos). Les profils HEA, les plus légers, présentent le meilleur rapport performance/poids en général et sont donc les plus utilisés. La progression des trois séries est intéressante techniquement et architecturalement pour des composants en prolongement : poteaux d'un bâtiment à étages dont la section peut varier progressivement en fonction des efforts. Du fait de l'utilisation des mêmes trains de laminage, les trois profils de même hauteur présentent la même dimension intérieure entre ailes. Les épaisseurs ne varient que vers l'extérieur. Il existe aussi des poutrelles HL (à très larges ailes), HD (poutrelles-colonnes) et HP (poutrelles-pieux).

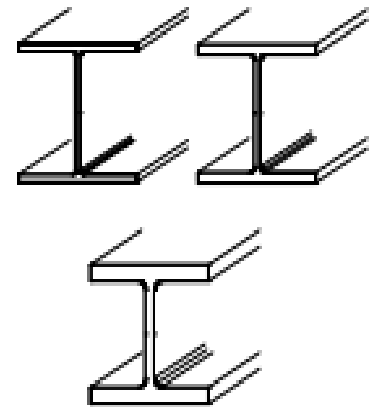


Figure I.5. Les poutrelles en HE

I.4.1.4. Les demi-poutrelles

Le découpage des poutrelles I et H suivant l'axe longitudinal a de multiples utilisations : sections T, membrures de poutres.



Figure I.6. Les demi-poutrelles

I.4.1.5. Les poutrelles dissymétriques

Ce sont des poutres reconstituées composées soit d'un T et d'une large semelle inférieure soudée (dénommées IFB, pour Integrated Floor Beam), soit formées d'un H dont la semelle inférieure a été élargie par adjonction d'un plat (dénommée SFB, pour Slim Floor Beam). Grâce à leur aile inférieure élargie, elles sont particulièrement adaptées pour la pose de planchers préfabriqués, de coffrages en acier permettant d'incorporer la dalle dans la hauteur de la poutrelle, soit encore pour la pose de dalles alvéolaires en béton précontraint. [3].

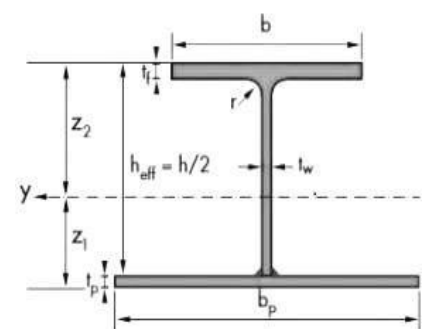


Figure I.7. Les poutrelles dissymétriques

I.4.2. Vérin hydraulique

Les vérins hydrauliques sont des actionneurs linéaires. Leurs sorties sont en mouvement rectiligne ou en force. Deux des types les plus communs sont les vérins hydrauliques simple effet et les vérins hydrauliques double effet.

I.4.2.1. Les vérins hydrauliques à simple effet

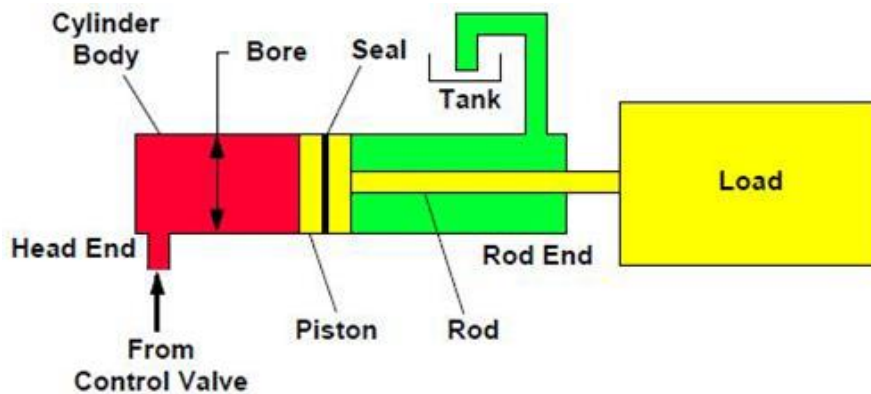


Figure I.8. Schéma hydraulique à simple effet

La dernière figure montre un vérin hydraulique à simple effet. Le logement externe tubulaire est le corps du Vérin hydraulique. À l'intérieur du corps du vérin hydraulique se trouvent le piston, le joint de piston, et la tige. L'alésage se réfère au diamètre intérieur du corps du vérin hydraulique. Le côté fond (parfois appelée l'extrémité borgne) se réfère à l'extrémité du piston du vérin hydraulique. Le côté tige se réfère à l'extrémité à partir de laquelle la tige s'étend et se rétracte [4].

I.4.2.2. Les vérin hydrauliques a double effet

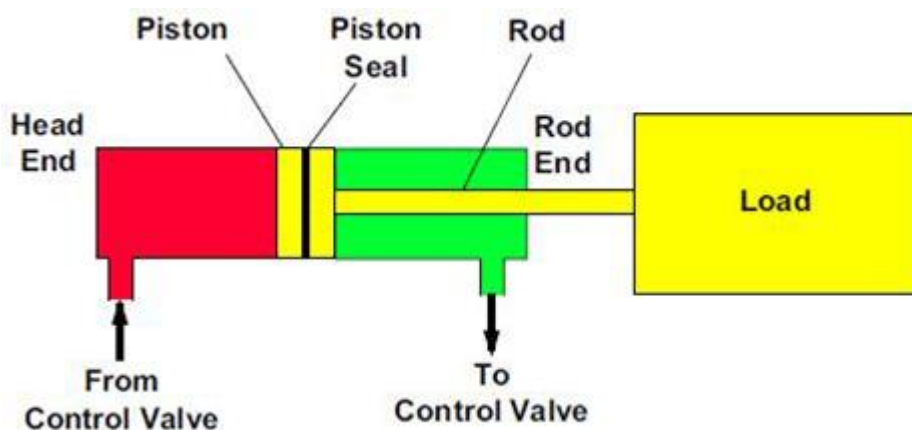


Figure I.9. Schéma d'un vérin hydraulique à double effet

La dernière figure montre un vérin hydraulique à doubles effets. Le vérin hydraulique à doubles effets est le vérin hydraulique le plus utilisé aujourd'hui. Le vérin hydraulique à doubles effets est utilisé sur l'équipement, la direction, et d'autres systèmes où le vérin hydraulique doit effectuer le travail dans les deux directions. Depuis que les vérins hydrauliques avec tige d'accouplement sont les vérins hydrauliques à double effet les plus communs, les directives de l'association nationale des systèmes hydrauliques (en anglais NFPA) sont employées pour normaliser l'alésage, le style de montage et l'encombrement. Cela permet aux vérins hydrauliques avec tige d'accouplement de différents fabricants d'être interchangeables lorsqu'ils ont la même description. Cependant, il est à retenir que les vérins hydrauliques peuvent être de même taille, sans être de qualité égale [4].

Remarque : Le terme "tige d'accouplement" désigne le fait que l'extrémité de la tige du côté de la charge peut être fixée à celle-ci pour à la fois la pousser et la tirer.

I.4.3. Le moteur électrique

Un moteur électrique est une machine qui transforme de l'énergie électrique en énergie mécanique. Les moteurs électriques sont aujourd'hui présents dans toutes les branches de l'industrie et des transports. Ils consomment environ la moitié de l'énergie électrique générée dans le monde. Beaucoup de moteurs sont branchés directement sur le réseau, mais de plus en plus, ils sont associés à des convertisseurs électroniques permettant une variation de leur vitesse.

➤ Intérêt

Les moteurs électriques effectuent une conversion d'énergie avec de faibles pertes : le rendement des grosses unités atteint 99 %. Le réseau électrique est partout disponible dans les pays développés et l'énergie électrique est ainsi facilement distribuée. Le réglage est commode grâce à l'électronique de puissance. Enfin, les moteurs électriques ne sont pas polluants, ce qui ne doit toutefois pas faire oublier qu'il n'en est pas toujours de même pour la production d'électricité.

➤ Classification

La puissance des moteurs électriques peut aller de quelques fractions de watts à quelques centaines de mégawatts. Les très petites puissances correspondent à des machines où la transmission d'information prime sur la conversion d'énergie. Les petites puissances se rencontrent principalement dans les applications domestiques. Ces deux domaines, qui utilisent des technologies particulières, ne sont pas abordés dans cet ouvrage qui se consacre aux moteurs

industriels dont la puissance est au moins de l'ordre du kilowatt. Nous y avons également inclus les moteurs utilisés dans les transports qui font appel aux mêmes technologies.

Les machines électriques industrielles classiques sont :

- Le moteur asynchrone
- Le moteur synchrone
- Le moteur à courant continu

Le moteur à réluctance, d'apparition plus récente, occupe un créneau particulier des applications [5].

I.4.4. Roulement

Roulement est un ensemble de pièce inséré entre deux organes mobiles l'un par rapport à l'autre est destiné à remplacer un glissement par roulement, il permet une rotation rapide avec un minimum de frottement, en supportant des charges radiales ou axiales ou bien combinée, et assure aussi le positionnement précis de l'arbre, avec une capacité plus ou moins grande à reprendre les défauts d'alignement, selon le type de roulement utilisé. Pour répondre à toutes ces exigences, il existe plusieurs types de roulements, chaque type offrant plusieurs variantes.

I.4.4.1. Les type de roulement

A cause des différentes modes de chargement possible, les roulements sont construits pour subir :

- Soit une charge radiale seulement.
- Soit une charge axiale seulement.
- Soit une charge combinée, c'est-à-dire une charge radiale et une charge axiale.

Pour ce qui est des charges radiales faible ou moyennes, on emploie dans la plupart des cas des roulements à billes. Lorsque les charges sont élevées et que le diamètre de l'arbre est grand on est très souvent obligé d'utiliser des roulements à rouleaux.

➤ **Roulement à billes**

- **Roulement à billes a gorges profondes (a)**

Il est conçu pour supporter principalement une charge radiale mais il peut aussi tolérer une faible charge axiale.



Figure I.10. Roulement à billes a gorges profondes

- **Roulement avec ouverture de remplissage (b)**

En insérant un plus grand nombre de billes entre les pistes d'un roulement avec ouverture de remplissage, ce roulement peut donc porter une charge radiale plus élevée que le roulement à gorge profondes. A cause de l'ouverture de remplissage, il ne peut supporter de charge axiale.

- **Roulement a contact angulaire (c)**

Sert à supporter des charges radiales et axiales combinées. L'angle de contacte peut varier entre 15° et 35° . La capacité de charge axiale augmente en fonction de l'angle de contacte.

- **Roulement a gorges profondes muni d'un déflecteur (d)**

Pour empêcher les saletés de pénétrer à l'intérieur du roulement en ajoute un déflecteur.

- **Roulement auto-alignant à une rangée et double rangée (e)**

Permettent une flexion de l'arbre qu'il supporte.

- **Roulement à billes à deux rangées (g)**

Lorsque la charge radiale est plus élevée, on utilise un roulement à double rangée de billes.

- **Roulement de butée à billes (h)**

Servent à supporter une charge axiale uniquement.

➤ **Roulement à rouleaux**

Ils sont similaires aux roulements à billes. Cependant leur capacité de charge est plus élevée parce que la surface de contacte est rectangulaire plutôt que ponctuelle, et par conséquent plus grande [6].



Figure I.11. Roulement à rouleaux

I.4.4.2. Facteurs affectant le choix d'un roulement

Choix du roulement : la première étape consiste à choisir le type de roulement susceptible de satisfaire à l'utilisation qu'on veut en faire. Après avoir défini le champ d'application, on choisit, en se basant sur plusieurs facteurs comme ceux qui sont énumérés ci-dessous, il est

important de se rappeler que les manufacturiers ont des manières légèrement différentes d'aborder des facteurs et que les détails sont contenus dans leurs catalogues.

➤ **Charge et direction de la charge**

Dans plusieurs cas, le roulement est soumis à une combinaison de charge axiale et radiale. Des études sur les roulements ont été faites afin d'établir une charge simple équivalente qui correspond au chargement combiné. Des facteurs de pondération relatifs à chaque type de roulement ont été élaborés ; ils tiennent compte de leur capacité relative de supporter la charge axiale.

➤ **Vitesse de rotation**

La vitesse de rotation est un des facteurs importants dont il faut tenir compte pour calculer la charge équivalente que doit supporter un roulement dans une application donnée. Il faut aussi tenir compte de la vitesse lorsqu'on choisit un type de roulement. En effet, à cause de la chaleur générée à l'intérieur du roulement.

➤ **Température de fonctionnement**

Les roulements normalisés peuvent être utilisés sans inconvénients à des températures allant jusqu'à 100°C. À des températures supérieures, il faut utiliser des roulements spéciaux, stabilisés en tenant compte d'une réduction de la capacité de charge. La température influe aussi sur le choix du lubrifiant.

➤ **Frottement**

Le frottement dans un palier à roulements provient de deux sources, le frottement provoqué par les joints d'étanchéité, et le frottement du roulement lui-même [7].

I.4.5. Les mécanismes de Transmission du mouvement

La transmission du mouvement est une fonction mécanique complexe qui consiste à transmettre un mouvement d'une pièce à une autre sans en modifier la nature. Le type de mouvement demeure le même d'une pièce à l'autre.

Dans certains objets techniques, il est parfois utile de transmettre un mouvement d'une pièce vers une ou plusieurs autres pièces. Lorsque le mouvement issu d'une force d'une pièce mécanique est communiqué à une autre sans qu'il soit transformé, on dit qu'il y a transmission du mouvement. Ainsi, un organe moteur en mouvement transmet l'action à un organe récepteur (ou mené). Les

deux organes peuvent être directement en contact ou la transmission peut se faire à l'aide d'un organe intermédiaire.

La plupart des systèmes de transmission du mouvement communique un mouvement de rotation d'une pièce à l'autre. Les mécanismes peuvent être réversibles ou non (changer de direction) et ils peuvent modifier le sens de la rotation ou non. Parmi les systèmes de transmission du mouvement, les plus répandus sont les suivants.

➤ **Les roue de friction**

Un système de roues de friction est composé de deux ou plusieurs roues en contact dont le mouvement de rotation est transmis par frottement. Le système de roues de friction est similaire au système d'engrenage à la différence que les roues n'ont pas de dents. La surface des roues est plutôt rugueuse et le frottement entre les pièces doit être suffisamment important pour limiter le glissement et ainsi assurer une transmission efficace du mouvement.

❖ **Caractéristiques**

- Le sens de rotation est inversé d'une roue à l'autre ;
- Le mouvement du système de roues de friction est réversible ;
- L'axe de rotation des roues peut changer ; on peut donc passer d'une rotation verticale à une rotation horizontale par exemple ;
- Il permet de modifier la vitesse de rotation.

❖ **Avantage**

- Ce système est relativement silencieux ;
- Les roues de friction sont économiques, car l'absence de dents rend les roues faciles à construire.

❖ **Inconvénients**

- Les roues ont tendance à glisser les unes sur les autres ce qui ne permet pas toujours une transmission constante du mouvement ;
- La présence de saleté ou d'usure dégrade le frottement entre les roues et perturbe le système ;
- Le montage des roues de friction nécessite une grande précision afin de garantir le roulement efficace des roues.

➤ **Les poulies et courroies**

Un système de poulies et courroie comporte une poulie qui, en rotation, entraîne la courroie qui transmet ce mouvement à une seconde poulie.

Le système de poulies et courroie, tout comme le système de roues de friction, repose sur le principe d'adhérence et de frottement entre les éléments pour transmettre le mouvement. Ce système permet de transmettre un mouvement de rotation à distance tout comme le système chaîne et roues dentées.

❖ **Caractéristiques**

- L'adhérence de la courroie sur les poulies réalise l'entraînement du système ;
- Le mouvement des poulies est réversible ;
- Lorsque deux poulies sont reliées par une courroie directe, le sens de rotation est le même. Par contre, si les deux poulies sont reliées par une courroie croisée, elles ont des sens de rotation inversés ;
- On peut modifier la vitesse de rotation du système en utilisant des poulies de diamètres différents.

❖ **Avantage**

- Ce système est relativement silencieux ;
- Les poulies et courroie ne requièrent pas de lubrification ;
- Ce système permet de transmettre des mouvements très rapides ;
- Une courroie peu rigide, utilisée en torsion, permet de relier des poulies qui n'ont pas des axes de rotation parallèles ;
- Contrairement au système de chaîne et roues dentées, l'élasticité de la courroie permet d'éviter des à-coups (saccades, soubresauts) et de rendre fluide le mouvement de rotation.

❖ **Inconvénients :**

- La courroie peut glisser des poulies ce qui diminue l'efficacité de la transmission du mouvement ;
- Le contact entre les poulies et la courroie doit être exempt de corps gras et d'impuretés ;
- La résistance de la courroie est limitée ; elle subit une usure normale (la courroie peut se rompre) ou encore peut être non adaptée aux conditions difficiles (par exemple des températures élevées) ;

- Ce système nécessite une surveillance périodique afin d'éviter un bris éventuel de la courroie [8].

➤ **Les engrenages (roues dentées)**

Un système d'engrenage est composé de deux ou plusieurs roues dentées qui permettent la transmission d'un mouvement de rotation en s'appuyant l'une sur l'autre.

Un système d'engrenage est généralement utilisé lorsqu'on désire transmettre un mouvement de rotation entre des pièces rapprochées. Les dents des roues dentées impliquées viennent successivement en contact les unes avec les autres ; on dit alors qu'elles s'engrènent. L'utilisation de roues dentées résout le problème que pose le système de roues de friction puisqu'il empêche tout glissement.

❖ **Caractéristiques**

- Il existe plusieurs types d'engrenage : la position des roues et leurs dentures permettent de faire varier l'orientation et la précision de la transmission du mouvement ;
- Le système peut être amorcé par n'importe quelle roue et il est réversible ;
- Le sens de rotation est inversé d'une roue à l'autre ;
- Il permet de modifier la vitesse de rotation.

❖ **Avantage**

- L'engrenage maintient la transmission du mouvement constante puisqu'il ne peut pas y avoir de glissement grâce à la denture des roues ;
- Ce système peut être de très petite taille ce qui permet de transmettre des mouvements dans de petits espaces ;
- Il s'agit d'un système performant, car les vitesses de rotation peuvent être très élevées.

❖ **Inconvénients**

- Ce système génère beaucoup de bruit et de vibration ;
- Son utilisation implique un besoin de lubrification constant ;
- Les coûts de fabrication sont élevés, car il faut être précis dans la confection des dents ;
- Sa fabrication nécessite un ajustement très précis entre les axes à cause des dents ;
- Ce mécanisme ne supporte aucune impureté [8].

➤ **Les roues dentées et chaînes**

Le système de chaîne et roues dentées permet la transmission d'un mouvement de rotation entre deux roues dentées ou plus par l'intermédiaire d'une chaîne.

L'entraînement d'un système de chaîne et roues dentées se fait grâce aux maillons de la chaîne qui s'emboîtent dans les dents de la roue. Les roues dentées du système sont les organes moteur et récepteur alors que la chaîne est l'organe intermédiaire. Ce système permet de transmettre un mouvement de rotation à distance tout comme le système de poulies et courroie.

❖ **Caractéristiques**

- Les sens de rotation de la roue d'entrée et de la roue de sortie sont identiques ;
- Les mouvements des roues dentées et de la chaîne sont réversibles ;
- La vitesse de rotation du système peut être modifiée en changeant soit le nombre de dents des deux roues, soit leurs diamètres.

➤ **Avantage**

- L'utilisation d'une chaîne qui s'emboîte sur les dents des roues empêche tout glissement ;
- Ce type de système permet d'appliquer de grandes forces sur la roue motrice pour entraîner le mouvement.

➤ **Inconvénients**

- Le système de chaîne et roues dentées est source de bruit et de vibration ;
- Ce système exige une lubrification constante afin d'éviter l'usure prématurée de la chaîne ;
- La tension de la chaîne doit être périodiquement ajustée. ;
- La vitesse de rotation des roues dentées a une certaine limite, car la chaîne a tendance à dérailler lorsqu'elle n'est pas assez tendue ou lorsque le mécanisme tourne trop vite ;
- Les axes des roues doivent être rigoureusement parallèles ;
- Les coûts d'installation sont généralement élevés [8].

I.5. Les assemblages en construction mécanique et métallique

Les assemblages actuellement utilisés en construction mécanique et métallique peuvent être classés en deux grandes rubriques :

- Ceux qui permettent la transmission d'efforts par contact mécanique, que nous rassemblons sous la dénomination d'assemblages mécaniques (rivetage, boulonnage) ;
- Ceux qui assurent une continuité du métal aux joints et qui consistent en divers procédés de soudage (toujours autogène).

Des procédés faisant intervenir une cohésion entre matériaux hétérogènes (brasages, collages, etc.) ne sont pas très utilisés en construction mécanique. Le premier type de procédés, dits mécaniques, présente, en général, l'avantage d'une démontrabilité facile (boulons), ou un peu moins facile (rivets), avec récupération intégrale des composants initiaux ; par contre, ils conduisent le plus souvent à des concentrations d'efforts au droit des contacts mécaniques, qui obligent souvent à étaler l'assemblage avec interposition de pièces annexes (couvre-joints, cornières, fourrures, etc.) qui alourdissent sensiblement l'assemblage et peuvent présenter des inconvénients pour les liaisons avec d'autres séquences de composants.

➤ **Les critères de choix du type d'assemblage**

- Critères structurels : résistance, comportement ;
- Critères de fabrication : faisabilité, maîtrise des tolérances ;
- Critères propre au montage sur site : faisabilité, possibilités de réglages ;
- Critères économiques.

I.5.1. Assemblage par soudage

La filière de l'assemblage-soudage est celle où l'on assemble par procédés de soudage les pièces découpées et formées dans la filière de la préparation et ayant aussi parfois subi des opérations d'usinage afin de fabriquer le bâti et les sous-ensembles de la machine destinés à recevoir les éléments mécaniques, hydrauliques, pneumatiques ou électriques assurant son fonctionnement. On établit généralement une distinction entre la fonction d'assemblage et celle de soudage : l'assemblage consiste à analyser les plans, à déterminer la méthode et la séquence de montage, à positionner les pièces et à les pointer ; le soudage consiste à souder les pièces positionnées lors de l'assemblage. Dépendamment de l'organisation du travail dans l'entreprise et du type de produits fabriqués, ces deux fonctions sont parfois assumées par une seule et même personne (un assembleur-soudeur), parfois par deux personnes différentes (un assembleur et un soudeur), donnant lieu tantôt à un métier, tantôt à deux métiers distincts.

Le soudage est l'un des meilleurs moyens d'assembler deux pièces (ou plus) ensemble parce qu'il agit au niveau atomique : les deux pièces sont ainsi reliées pour ne former qu'une seule et unique pièce. Son principal avantage est qu'il ne demande aucune pièce d'union (comme

par exemple un rivet, une agrafe ou un boulon) car il fusionne les pièces entre elles. Leur assemblage est donc définitif.

❖ **Avantage**

- Continuité de matière, donc bonne transmission des efforts ;
- Pas de pièces secondaires ;
- Moindre encombrement, étanche, esthétique.

❖ **Inconvénients**

- Le métal de base doit être soudable ;
- Le contrôle est obligatoire et onéreux ;
- Le contrôle exercé par les soudeurs est aléatoire ;
- Nécessité d'une main d'œuvre qualifiée et d'un matériel spécifique.

➤ **Les différentes techniques de soudage**

Il existe différentes techniques de soudage que nous allons vous présenter dans ce guide.

- **Le soudage au chalumeau**

Le soudage au chalumeau, ou soudage flamme, est l'une des techniques de soudage les plus connues et les plus employées. Son principe est simple : il faut obtenir une flamme à l'aide du chalumeau et de deux types de gaz. Il faut un gaz carburant (comme l'acétylène, le propane, le butane ou le méthane) et un gaz comburant (principalement l'oxygène mais parfois l'hydrogène ou le gaz naturel).

La flamme est le plus souvent obtenue par un mélange d'oxygène et d'acétylène (nommé oxy-acétylène) ou par un mélange d'oxygène et de propane (nommé oxy-propane) parce que ces mélanges donnent de très hautes températures favorables à la fusion des métaux.

- **Le soudage TIG**

Le soudage TIG est une technique de soudure utilisant un arc électrique, une électrode en tungstène et un gaz inerte (ou neutre). L'arc électrique est établi entre une électrode en tungstène et les pièces à souder. Un gaz neutre est projeté dans la zone de soudage pour protéger l'arc électrique, l'électrode, le métal d'apport et le bain de fusion de l'oxydation de l'air. Ce gaz neutre

est généralement de l'argon car il peut protéger tous les métaux en fusion. Ce type de soudage est destiné à la réalisation de travaux fins requérant une qualité de soudure parfaite.

- **Le soudage MMA**

Le soudage MMA est une technique de soudure à l'arc électrique. Le but est de créer un court-circuit qui provoque un arc électrique et un très grand dégagement de chaleur (4000 voire 4500°C). C'est l'électrode qui sert de métal d'apport et qui permet donc de réaliser la soudure en fondant sur la pièce à souder. L'électrode peut être de trois types différents :

- Elle peut être rutile c'est-à-dire que l'enrobage est en oxyde de titane, en alliage ferreux et en silicate ;
- Elle peut être basique avec un enrobage en carbonate de calcium, en alliage et en fondant permettant d'abaisser la température de fusion ;
- Elle peut être cellulosique avec un enrobage de cellulose et de matières organiques qui assure une abondance de gaz et permet une meilleure pénétration.

L'électrode détermine le choix de la polarité : une électrode rutile à une polarité directe (électrode au -) tandis qu'une électrode basique a une polarité inversée (électrode au +).

Le soudage MMA est employé pour les soudures épaisses, les cordons larges et les gros efforts mécaniques.

- **Le soudage MIG-MAG**

Le soudage MIG-MAG est une technique de soudure qui crée un arc électrique et qui mélange deux procédés : le procédé MIG qui utilise un gaz de protection inerte et le procédé MAG qui utilise un gaz de protection actif. Avec cette technique, l'électrode sert de métal d'apport. Le gaz inerte (Argon ou Hélium) dans le procédé MIG et le gaz actif (Argon/CO₂ ou Argon/Oxygène) dans le procédé MAG permettent de protéger l'électrode, l'arc électrique et le bain de fusion. Cette technique de soudage est utilisée pour les soudures par points, épaisses ou rapides pour les matières suivantes : acier, inox, aluminium.

- **Le soudage plasma**

Le soudage plasma est une technique utilisant un arc électrique et qui reprend les procédés du soudage TIG et du soudage MIG. Le jet plasma est obtenu après création d'un arc électrique entre une électrode non-fusible et la pièce à souder. Cette technique a besoin d'un gaz supplémentaire en plus du gaz principal (généralement de l'Argon), nommé gaz annulaire et qui

est composé d'hydrogène ou d'hélium. L'électrode est protégée par une buse en cuivre qui est en permanence refroidie à l'eau pour éviter sa fusion [9].

I.5.2. Assemblage par boulonnage

C'est la méthode la plus utilisée en construction mécanique et métallique, elle permet un montage commode et rapide et aussi démontable, tout en assurant la continuité par l'intermédiaire de la précontrainte ou à assurer la transmission intégrale des efforts d'une partie à l'autre d'une construction. C'est alors la résistance au cisaillement du boulon qui assure la tenue de l'assemblage.

❖ Avantage

- Déformabilité très réduite par rapport aux autres types d'assemblages boulonnés (grande raideur) ;
- Capacité à supporter des charges alternées ;
- Meilleur comportement en fatigue ;
- Le boulon HR peut travailler en pression diamétrale s'il perd sa précontrainte.

❖ Inconvénients

On doit faire très attention aux surfaces de contact des pièces à assembler et aux traitements subis :

- Grenailage : projection à grande vitesse en atelier de petits gravillons ou grains de métal sur les produits sidérurgiques afin de les débarrasser de la rouille et de la calamine ;
- Sablage : décapage par projections sur chantier de grains abrasifs de dimensions déterminées;
- Soins particuliers au montage nécessitant un personnel bien entraîné ;
- Donc Coût élevé.

On les utilise donc quand on doit avoir une raideur importante, ou en cas de risque de fatigue ou de glissements alternés (ponts roulants, poutres de pont roulant).

Les vis, les boulons et les goujons sont trois organes d'assemblage démontables couramment utilisés en mécanique. Pour la plupart, normalisés. Sur le dessin, ils sont identifiés avec précision par des notes.

➤ **Les types d'assemblage boulonné**

• **Boulon**

Le boulon se compose d'une vis et d'un écrou vissé sur la partie filetée de la vis. L'appellation boulon, donnée souvent à une vis dépourvue d'écrou, est impropre. Les pièces à réunir sont simplement percées de trous lisses (appelés trous de passage). Le boulon traverse librement les pièces et les serre énergiquement entre sa tête et l'écrou. (Voir aussi les sections Boulons normalisés et Tracé des boulons standards).

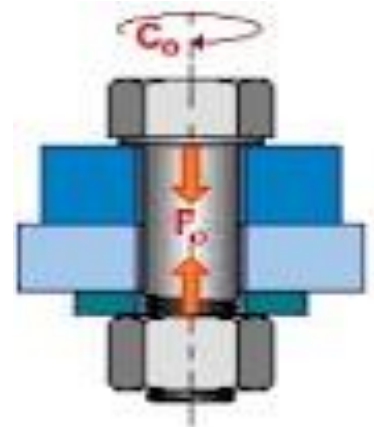


Figure I.12. Boulon

• **Goujon**

Le goujon est une tige dont les extrémités sont filetées dans le même sens, l'une se visse à demeure dans une pièce, l'autre reçoit un écrou qui serre les pièces à unir. Les deux parties filetées sont séparées par un tronçon lisse. Sans tronçon lisse, le goujon est appelé simplement tige filetée.

Le goujon remplace un boulon dont la tête gênerait dans le montage mécanique de pièces ou lorsque les pièces à unir sont très épaisses. Le goujon est aussi utilisé en remplacement de la vis lorsque le matériau de la pièce est peu résistant ou lorsqu'il est nécessaire de faire des démontages fréquents.

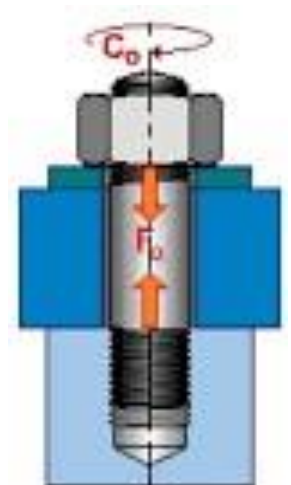


Figure I.13. Goujon

• **Vis**

Est une tige filetée terminée, le plus souvent, par une tête. Elle sert à réunir plusieurs pièces par pression des unes sur les autres [10].

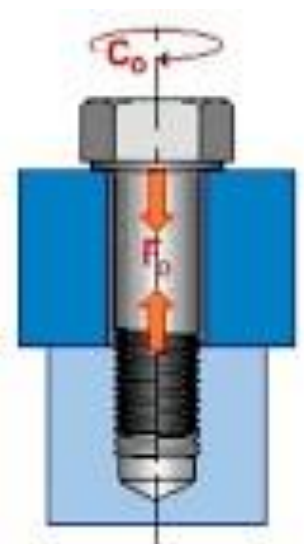


Figure I.14 Vis

I.6. Conclusion

L'ingénieur doit avoir des connaissances techniques avant de procéder à faire n'importe quelle conception mécanique, ainsi que savoir le type d'organisme (entreprise) que cette conception s'effectue et le cycle de fabrication propre à cet organisme. Les connaissances techniques d'un concepteur ne se limitent pas à l'analyse et raisonnement des problèmes techniques mais aussi à avoir une culture générale sur le domaine de construction mécanique, que ce soit sur les caractéristiques des matériaux les plus fréquents (acier, aluminium...) ou bien sur les éléments de machines les plus utilisés (boulons, roulement, roue dentés...) qui sont par la suite considérés comme des solutions techniques dans la conception et précisément dans la partie de choix de solution. C'est pour cela il est primordial de savoir sur les avantages et inconvénients de chaque type d'éléments de machines. Les méthodes de fabrications sont aussi une autre partie que l'ingénieur de conception doit connaître notamment les méthodes d'assemblages, comme l'assemblage par soudage ou bien assemblage par boulons, malgré que la conception de produit se fait au niveau de bureau d'étude et les méthodes de fabrication des pièces sont élaborées dans le bureau de méthode, mais la connaissance de ces dernières par le concepteur va lui permettre d'avoir une prévision sur la fabrication de la machine industrielle conçue.

Chapitre II

Méthodologie et démarche de la conception mécanique

Méthodologie et démarche de la conception mécanique

II.1. Introduction

La méthode de conception dans l'industrie moderne est normalisée, est cela pour avoir un guide optimisé à travers des années d'expérience afin d'obtenir un meilleur résultat au terme de temps, cout, fiabilité et surtout de rendre le produit conçu plus fidèle aux besoins du client. Dans ce chapitre on va focaliser sur cette méthode et ces étapes, et les dossiers ainsi que les outils qui aident les concepteurs dans le processus de prise de décisions. De la demande initiale du client qui est rédigé comme un cahier des charges fonctionnel, le concepteur ou bien l'équipe de conception commence à analyser ces informations et à prendre des décisions, qu'elles soient basées sur leur expérience ou sur d'autres sources d'informations (telles que l'analyse comparative). Finalement, le concepteur définit les spécifications qui répondent aux exigences de client, c'est-à-dire rédige des spécifications en termes de fonction et caractéristiques de la machine, et cela est concrétisé par des dessins de définitions (mise en plan) de la machine conçue et chaque une de ces pièces.

II.2. C'est quoi la conception mécanique ?

La conception est la phase créative d'un projet d'ingénierie, activité se déroule au sein d'un bureau d'étude. La conception d'un produit a pour but de réaliser un dossier de définition qui définit complètement et sans ambiguïté le produit à partir de l'expression d'un besoin exprimé par un client (demande client). Le système doit être complètement et suffisamment défini pour pouvoir être installé, fabriqué, construit et être fonctionnel afin de répondre aux besoins exigences du client. On se rend compte immédiatement que le domaine de conception mécanique est vaste puisqu'il dépend du domaine d'application (agro-alimentaire, automobile, aéronautique, navale...). Cependant de nombreux principes de la méthodologie de conception sont applicables à plus part des domaines avec des différences mineures. Une telle activité nécessite à la fois des connaissances techniques et des qualités personnelles inséparables à tout travail de création, donc cette activité est à deux dimensions (connaissance techniques – créativité personnel) qu'il faut être capable de maîtriser et gérer afin de concevoir le produit optimum dans le délai imparti de l'étude.

Finalement concevoir un produit, c'est faire évoluer une demande client plus ou moins bien formulée vers un dossier de définition en suivant une structure bien définie.

II.3. Triangle de la conception mécanique

Pour mener à bien la conception d'un produit, il faut s'appuyer sur trois points qui vont stimuler la créativité du concepteur. Ces trois points qui ont entre eux une interaction forte et qui forment le triangle de la conception.

II.3.1. Les outils d'assurance de qualité

Les outils d'assurance de qualité en conception est le premier sommet du triangle de conception. Ces outils existe pour objectif d'optimiser des méthodes de travail et de réflexion dans le but de concevoir au mieux et le plus rapidement possible. Dans ce mémoire on a utilisé quatre outils d'assurance de qualité dans toutes les phases de conception.

II.3.2. Le calcul graphique

Second sommet du triangle de la conception. Il consiste à réaliser des calculs sur les différents éléments composant le mécanisme (produit) pour savoir leur résistance aux sollicitations statiques, cinématiques ou dynamiques appliqués. Le calcul graphique est plus précis et plus rapide par rapport au calcul analytique, et cela va aider le concepteur à gérer les solutions envisagé sur un plan qualitatif.

Cependant l'approche analytique n'est pas la meilleure pour la plupart des calculs de conception. C'est une méthode qui demande beaucoup de rigueur, de soin et d'attention. C'est pour cela de préférence d'appliquer une méthode graphique.

Aujourd'hui les logiciels de CAO permettent au concepteur de prés-dimensionner sa conception avec un niveau de précision suffisant, ou juger si la complexité de la solution envisagée nécessite un calcul plus approfondie à réaliser par spécialiste dans un domaine non maîtrisé par le concepteur. La résistance de matériaux et la dynamique se font également à partir de la CAO.

II.3.3. La conception assistée par ordinateur

Troisième sommet du triangle de conception. Ce qui est clair est que la CAO n'est pas la même chose que les logiciels de représentation 3D. La CAO est un outil qui a fait évoluer

le métier de concepteur. En simplifiant les tâches de représentation graphique et plus généralement tout ce qui n'est pas de forte valeur ajoutée, mais il reste un outil qui ne se substituera jamais la capacité créative de concepteur.

La CAO intervient dans l'étape (Etude faisabilité) pour les calculs et la recherche de solution sous forme de schémas cinématiques évolutifs et dans l'étape (avant-projet) pour la partie concrétisation de la conception. Bien qu'il y ait lien entre ces deux étapes, l'utilisation de la CAO en est complètement différente puisqu'elle s'inscrit comme outil de calcul et de recherche d'une part et comme outil de concrétisation sous forme de dessin d'autre part.

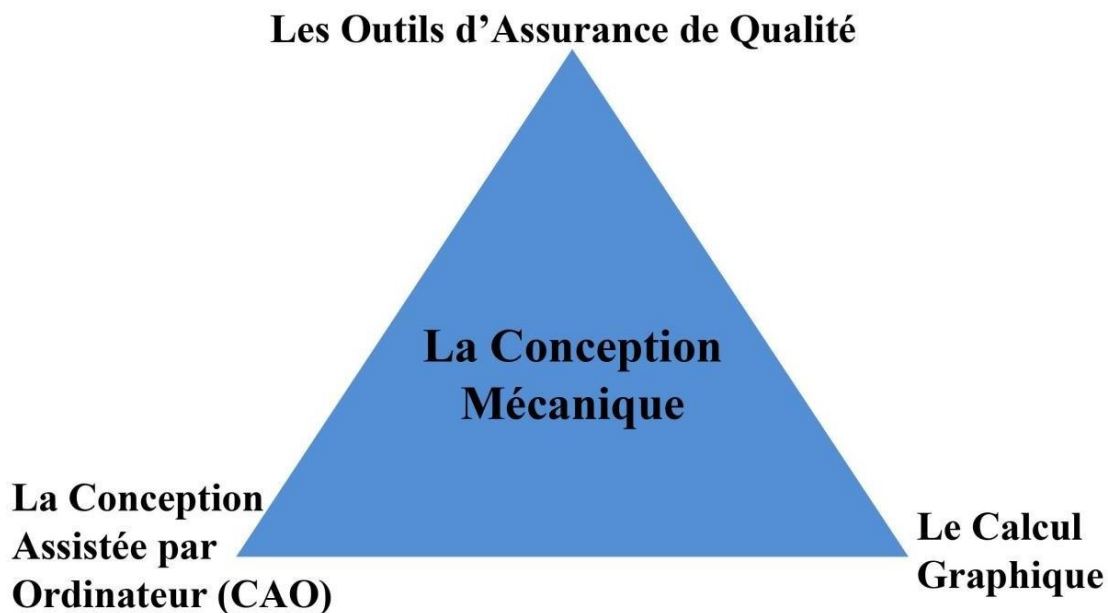


Figure II.1. Triangle de la conception mécanique

II.4. Les trois étapes de la conception mécanique

II.4.1. Analyse besoin client

Dans cette phase le concepteur comprend puis définit complètement le besoin du client à partir d'une demande initiale du client incomplète. Cette définition sera concrétisée de la part du concepteur à l'aide du client par le Cahier des Charges Fonctionnel (CdCF), validé et pour être contractuel signé par le client. Ce document définit le produit en termes de besoin (c'est fait pour) et en aucun cas en terme de moyen (c'est fait de). Cette phase est répartie sur

deux parties, elle commence par l'analyse de la demande client initiale du client et finisse par le concrétisation de cahier des charges fonctionnel.

II.4.1.1. Analyse de la demande initiale du client

C'est la demande client qui initialise toute étude. Cette demande peut prendre toutes les formes possibles en fonction du client et du besoin. Il est impératif de bien comprendre le besoin du client pour avoir toutes les chances de réussir sa conception. Un outil d'assurance de qualité est utilisable pour faire cette analyse est la bête à cornes et se décline selon le schéma suivant :

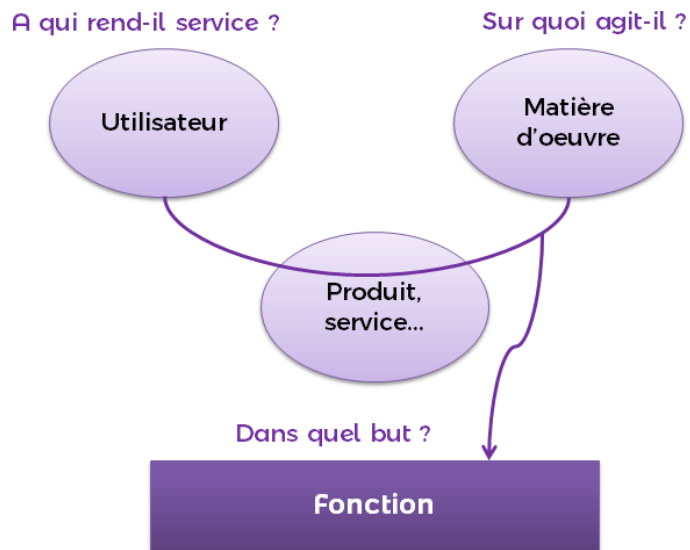


Figure II.2. Bête à corne

A partir de ce schéma, il faut être capable d'écrire une phrase structurée de la façon suivante :

- Sujet : le produit à concevoir
- Un verbe d'action au présent de l'indicatif à la voix actif
- Un complément d'objet direct qui est ce sur quoi agit le produit
- Un complément d'objet indirect qui est celui à qui le produit rend service

Evidemment, ce travail de réflexion ne peut se faire qu'avec le client. En fonction de celui-ci, du contexte de l'étude, il se révèle plus ou moins simple à réaliser.

II.4.1.2. Les fonctions de services

➤ Etape 1 : Etablir les états

Normalement, le concepteur doit être réalisé une pieuvre pour chaque état du produit dans ce cycle de vie (exemple : stockage, emballage, fonctionnement, maintenance, nettoyage...) mais dans la plus part des cas une seule pieuvre est suffisante et peut correspondre à plusieurs états. Cette état correspond généralement à la fois au fonctionnement, montage et maintenance.

➤ Etape 2 : Recherche de l'environnement

Comme il s'agit d'un objet physique, il faut savoir ce qui gravite autour du produit à concevoir. De personnes et plus généralement de toute entité palpable.

Dans le cas des systèmes mécaniques et machines industrielles, les éléments intervenant la plupart du temps sont :

- L'utilisateur ;
- La première entité sur laquelle agit le produit à concevoir ;
- La deuxième entité sur laquelle agit le produit à concevoir ;
- L'environnement
- Le support de mécanisme ou bien la machine
- La sécurité
- Le monteur
- Le technicien de maintenance
- L'énergie

D'autres entités spécifiques peuvent être ajoutée, cela dépend du produit à concevoir. Le diagramme se présente alors sous la forme suivante :

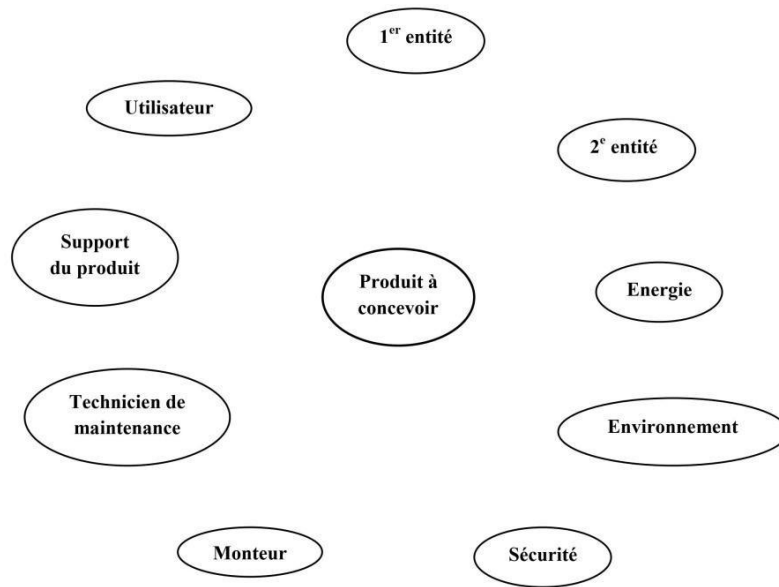


Figure II.3. Environnement de la machine

➤ Etape 3 : Recherche des fonctions principales

Les fonctions principales sont les fonctions pour les quel notre produit est conçu. Pour définir une fonction principale, il faut établir un lien entre deux éléments extérieurs et le produit à concevoir, cela pour écrire une phrase structuré ainsi :

(Le produit à concevoir) (Un verbe d'action) (Utilisateur) (1ere entité)

Sujet **Verbe** **C.O.D** **C.O.I**

Si on établit une deuxième fonction principale, l'**utilisateur** va être changé par la **1ere entité** et le **1ere entité** va être changé par la **2eme entité** et ainsi de suite

Note : le verbe „permettre“ est interdit car il rend l'énoncé de la fonction imprécise.

Généralement, les conceptions de produits et systèmes mécaniques possèdent peu de fonctions principales (1 à 3). Ces fonctions traduisent la raison d'être du système mécanique. Ainsi, il y a forcément ou moins une fonction principale, sinon notre produit ou bien système ne sert à rien.

L'utilisateur intervient dans la fonction principale si sa présence est nécessaire durant l'état de fonctionnement. Si le produit à concevoir est automatique, l'utilisateur met la machine en route puis n'a qu'un rôle de surveillance. Il n'intervient donc pas dans la fonction principale.

➤ Etape 4 : Recherche des fonctions contraintes

Les fonctions contraintes sont les exigences du produit envers une entité extérieure. Pour définir les fonctions contraintes, il faut établir une relation entre le produit à concevoir et un seul élément extérieur, La syntaxe de la phase est la suivante :

(Produit à concevoir) (Verbe d'exigence) (Entité en relation avec le produit)

Sujet **Verbe** **C.O.D**

Donc, les fonctions contraintes définissent les conditions à respecter pour que le produit fonctionne correctement. Par exemple si la machine fonctionne en 380 V triphasé et que le client ne dispose pas que du 220 V, la conception ne répond pas au besoin du client.

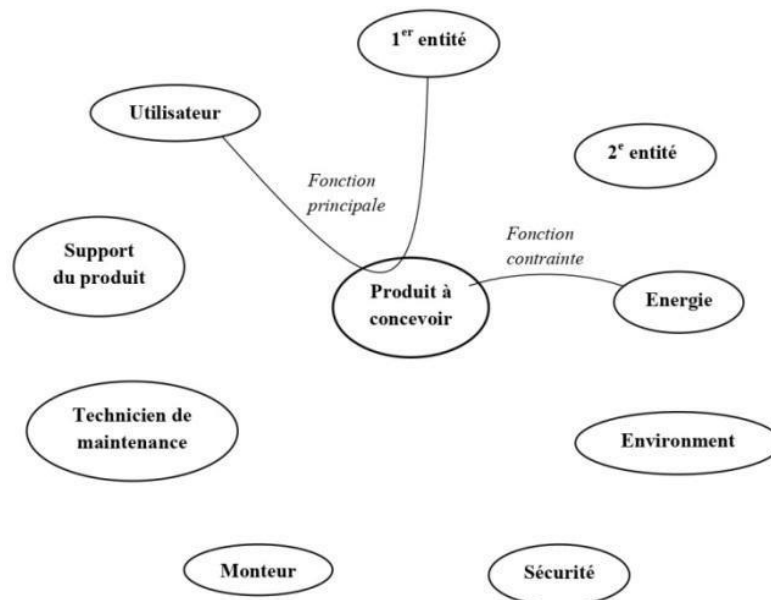


Figure II.4. Fonction principale et fonction contrainte

Une fois toutes les fonctions et services identifiées et validées, la rédaction du cahier des charges fonctionnel peut débuter.

II.4.1.3. Le cahier des charges fonctionnel

Définition

C'est un document rédigé par le concepteur à l'aide du client à partir de la demande initiale du client. Il est fondamentale avant tout démarrage d'étude, de connaître avec précision ce que veut le client. La demande initiale de client est très souvent floue, incomplète et surtout déclinée en termes de solutions technologiques souhaitées.

Le CdCF répond à cet objectif en traduisant le besoin en fonctions principales et contraintes à partir d'un outil méthodologique d'assurance de qualité de conception nommé : la pieuvre.

II.4.1.4. Rédaction de cahier des charges fonctionnel

La rédaction du cahier des charges fonctionnel se fait à partir de l'outil de pieuvre. Pour ce faire, on reprend chaque fonction décrite l'outil de pieuvre et on fait un tableau à 3 colonnes (Caractéristique, niveau, flexibilité) sous chaque fonction, comme le suivant :

- **Caractéristique**

Le concepteur remplit en totalité les caractéristiques des fonctions...

- **Niveau**

Le niveau est indiqué par le concepteur s'il en a connaissance à partir de la demande client initiale ; sinon c'est le client qui doit donner ces informations

- **Flexibilité**

Les flexibilités sont du ressort du client. Elles vont de F0 (non négociable) à F3 (très négociable) et permettent au concepteur, en cours d'études, de savoir s'il est possible de négocier avec le client le niveau d'une caractéristique d'une fonction qui pose un problème de conception. Il apparaît ensuite les solutions techniques ou technologiques interdites par le client, par exemple (interdit de fabriquer les pièces en matériaux non alimentaire si elles sont en contact direct avec un produit alimentaire, cela est un bon exemple si la machine à concevoir est destinée pour le secteur agroalimentaire).

Une fois que le CdCF est complètement rédigé, il doit ensuite être signé par le client pour être contractuel, en cas de modification, le CdCF doit passer un indice supérieur. Ce document ne doit pas dépasser 4 heures de travail pour l'élaborer et de préférence de l'avoir une copie du CdCF sur un support informatique pour faciliter sa modification en cas de nécessité.

II.4.2. Etude de faisabilité

C'est le cœur de la conception, cette phase répond à la question « Comment cela peut-il être fait ? » donc la recherche de solution pour satisfaire le besoin client peut commencer en prenant soin de ne pas aller trop vite pour éviter de passer à côté de solutions intéressantes, ni de se précipiter vers des conceptions déjà réalisées qui pourraient s'adapter au besoin. Le concepteur commence par faire une recherche de solutions théoriques en s'affranchissant consciemment de toutes solutions évidentes ou existantes. C'est seulement après cette phase

de réflexion qu'on doit avoir une approche plus classique basée sur l'analyse de l'existant. Le tout, évidemment, en conformité avec le planning.

L'étude de faisabilité est la phase la plus délicate de la conception. On entre dans le vif du sujet de la créativité. C'est aussi la plus délicate qui impacte directement le bon déroulement du projet. En termes de coût, de délai de réalisation et de performance du produit conçu.

Il n'est pas possible (ni souhaitable) de proposer « une recette » pour mener à bien une étude de faisabilité ; mais il est possible de proposer une méthodologie s'appuyant toujours sur les concepts de l'assurance qualité et de préciser les travers vers lesquels il faut absolument éviter de s'aventurer.

L'objectif de cette étape est de proposer un maximum de solutions exploitables comme avant-projet en un temps compatible avec délai de l'étude.

II.4.2.1. Création d'un planning provisionnel

Comme cité précédemment une méthodologie doit être mise en place, et établir un planning prévisionnel d'étude dont le but est de :

- Définir les tâches à réaliser ;
- Qualifier la durée de réalisation de ces tâches ;
- Hiérarchiser les tâches afin de définir l'ordre chronologique de leur réalisation ;
- Définir une marge de sécurité ;
- Vérifier que le délai imparti est compatible avec l'étude demandée ;
- Créer un véritable « tableau de bord » qui permet au concepteur de connaître quotidiennement de l'état d'avance de son étude.

II.4.2.2. Recherche de solution

Avant toute recherche de solutions, il faut définir, en lien avec le CdCF, les critères d'appréciation qui permettront une évaluation judicieuse. Ces critères peuvent éventuellement être pondérés en fonction de leur importance relative. On trouvera systématiquement A partir du moment où le besoin client est bien compris, le concepteur doit mettre en place une méthodologie lui permettant de développer, en temps compatible avec le délai du projet, un ensemble de solutions. Autrement dit, le concepteur est à peu près sûr d'avoir envisagé tous les cas possibles et donc proposer une solution optimale.

II.4.2.3. Evaluation vers les solutions technologiques

Cette démarche consiste à évaluer les solutions théoriques en solution technique, par exemple la solution théorique envisagée est de transformer un mouvement de rotation en mouvement de translation par une liaison hélicoïdale à pas fixe. Les solutions technologiques envisageables sont à base de roulement ou du glissement et de débouchement sur des systèmes vis écrou ou des systèmes vis à billes ou encore deux galets guidés par une rampe hélicoïdale. Afin de concevoir un dossier homogène, la recherche technologique est menée à un niveau de détail compatible avec l'avant-projet. Il est important de préciser que ce travail peut se faire durant la recherche des solutions théorique.

II.4.2.4. Le FAST de créativité

C'est un outil d'assurance de qualité, il peut être utilisé aussi bien dans la phase de recherche de solution théorique que technologique. Le FAST s'applique pour des fonctions principales, contraintes ou de conception qui sont très délicate à traiter qui nécessitent de trouver un maximum de solutions pour optimiser le produit. L'idée est de partir du besoin (fonction) pour aller vers le moyen (comment réaliser technologiquement cette fonction). Cette évolution doit être lente pour être la plus exhaustive possible, d'où la recherche de solution théorique puis technologique.

Note : la gestion du FAST se fait par un diagramme de toutes les solutions théoriques et technologiques possible puis des schémas cinématiques pour les solutions choisies. Plus de détails sur l'outil de FAST de créativité dans chapitre 3, où on a appliqué cet outil d'assurance de qualité sur notre machine qu'on vise à concevoir.

II.4.2.5. La différence entre la solution théorique et technologique

La solution théorique est de dire qu'on va maitre dans une partie du système mécanique (produit) une liaison pivot, et la solution technologique est de préciser que dans cette partie on va maitre un roulement pour permettre à une pièce de pivoter.

II.4.2.6. Fin d'étude de faisabilité

L'étude de faisabilité a abouti quand il est possible de dégager ; à partir de la combinaison des solutions retenues pour chaque fonction définie dans le CdCF un ou

plusieurs avant-projets possibles. Et il est nécessaire à préciser que les solutions non retenues sont pas supprimées mais mises dans un dossier spécial.

II.4.3. Avant-Projet (dossier préliminaire)

C'est l'étape de concrétisation de l'étude. A partir de la synthèse des solutions trouvées pour répondre à la demande du client, une analyse plus fine et plus complète est nécessaire pour valider la solution qui sera mise en œuvre.

Pour mener à bien cette troisième et dernière étape, il est nécessaire de passer par deux phases bien distinctes, la première finalise l'étude, la seconde la concrétise sous forme de dessins.

II.4.3.1. Définition de l'avant-projet définitive

La définition de l'avant-projet comporte quatre parties détaillées ci-après

II.4.3.1.1. Choix de solution définitive

Si l'étude de faisabilité a conclu à plusieurs avant-projets possibles, dont aucun ne se démarque particulièrement des autres, une revue de conception avec hiérarchie (réunion entre les ingénieurs et l'équipe d'étude) permet de choisir la solution (l'avant-projet) qui sera développée. Une telle réunion doit être initiée et menée par le concepteur qui présente de façon synthétique la situation et qui propose la solution qui lui semble la plus adaptée. Pour ce faire, et pour départager les différents avant-projets possibles, d'autres critères sont à prendre en compte comme :

- Le coût ;
- Les habitudes du client (si elles sont connues) ;
- La confiance en les sous-traitants impliqués dans le projet ;
- L'influence sur le plan de charge ;
- L'aspect humain, notamment la perception globale que possède le concepteur sur l'avant-projet. A ce stade l'instinct du concepteur sur la réussite dans une solution par rapport à une autre doit être partagé.

Le concepteur doit faire un compte rendu de la réunion, et l'idéal qu'il se fasse durant la réunion et la fin il doit être validé par les présents pour avoir un bon déroulement pour la reste de la démarche de conception.

II.4.3.1.2. Croquis d'intention de conception

L'avant-projet définitif choisi, le concepteur ne doit pas précipité a son ordinateur pour faire un modèle 3D. Il doit concrétiser l'avant-projet sous forme de croquis définissant toutes les intentions de conception. C'est la phase d'établissement de la spécification technique du produit définit précisément de quelle façon on répond au cahier des charges (c'est fait de..). Ce croquis est réalisé tout d'abord a main levée en perspective ou en vues géométrales afin de concrétiser rapidement la solution retenue et identifier les premiers problèmes ou incompatibilités éventuels qui n'auraient pas été décelés auparavant. Le croquis définitif peut se faire ensuite en CAO.

II.4.3.1.3. Notice de pré-montage

Le croquis permet d'écrire une notice de pré-montage visant de vérifier que le système (produit) se montre. Il ne s'agit pas d'écrire une notice complète et détaillée mais de faire ressortir les point délicats du montage du système, notamment quand le cahier des charges exige un temps de montage du produit sur un matériel existant.

II.4.3.1.4. AMDEC de conception

Le croquis permet enfin de construire une AMDEC de conception visant à vérifier que le produit conçu a toutes les chances de bien fonctionner. Cette AMDEC peut entrainer des modifications du croquis et amener à spécifier des calculs complémentaires, tests ou essais qui sont tous inclus dans le dossier de l'avant-projet. Ainsi, au moment de passer à la mise en forme en 3D, le concepteur a tous les éléments pour construire rapidement un modèle conforme à la méthodologie CAO mécanique avec un risque très faible d'avoir à réaliser, en cours d'étude, des modifications importantes.

➤ Analyse quantitative par l'AMDEC

On calcule un critère de **criticité (C)** qui est le produit de trois valeurs :

1. Gravite (G) :

Si l'effet se produit, quelle est la gravité des conséquences entrainées sur la machine et sur les personnes. Noter entre 1 jusqu'à 10, ou 1 implique pas de changement perçu par le client et 10 implique une perte total de la machine et/ou mise en danger de la vie des opérateurs ou des clients.

2. Occurrence (O)

Probabilité pour que l'effet indésirable intervienne. Cette valeur est très délicate à déterminer et est basée essentiellement sur l'expérience. Noter entre 1 jusqu'à 10, ou 1 implique une occurrence très faible et 10 une occurrence très élevée.

3. Détection (D)

Probabilité pour détecter le défaut avant qu'il ne se manifeste. Noter de 1 jusqu'à 10, ou 1 implique une très faible probabilité de ne pas détecter le défaut avant qu'il se manifeste, et 10 implique que c'est le client qu'il constatera le défaut si celui-ci apparaît.

Formule de Criticité : $C = G \times O \times D$

D'où $1 < C < 1000$

On peut se fixer comme valeur objective moyenne $C = 31$. Au-dessus de cette valeur des actions correctives sont à entreprendre par le concepteur. **Fonction 1 : Intitulé de la fonction**

Mode de défaillance 1 : non réalisation de la fonction 1

Effet : conséquences sur la conception si le mode de défaillance se réalise et son impact (performance, sécurité, environnement, utilisateur).

Causes : Rechercher toutes les causes susceptible de produire cette effet indésirable et on précise son origine (conception, fabrication, assemblage, utilisation)

Etc.

Note : il peut avoir trois autres **modes défaillance** dans une seule fonction, avec d'autres effets et d'autres causes.

Exemple de mode défaillance :

- perte de la fonction 1 ;
- dégradation de la fonction 1 ;
- réalisation intempestive de la fonction 1 ;

L'analyse des causes de défaillances met en évidence les éléments sensibles de la conception. Selon le niveau de criticité et le nombre de fois que cet élément comme source de cause a un ou plusieurs effets indésirables, il y a lieu d'analyse plus en moins en détail la fiabilité de cette élément et proposer les actions corrective adapté. En ce qui concerne les conceptions de système mécanique, une AMDEC type peut être proposé sous forme de tableau composé de 6 colonnes :

Elément de la conception	Causes de défaillance	de Origine de la défaillance	Action de entreprises	Référence de dossier	Action à entreprendre
Elément 1		Conception		50DT01	Spécification de montage
		Fabrication		60 DT02	Spécification d'utilisation
		Assemblage			Spécification Montage
		Utilisation			Spécification de fabrication
Elément 2					Spécification de maintenance

Tableau II.1. AMDEC de conception

II.4.3.2. Dossier de justification de la conception préliminaire (de l'avant-projet)

Dans ce dossier se trouve systématiquement le planning élaboré après définition des tâches à réaliser. Ce planning peut avoir évolué pour des différentes raisons (augmentation du délai, interruption momentanée de l'étude, négociation avec le client...etc.) C'est le dernier planning qui est présent dans le dossier de définition et il est précisé la nature et l'origine des modifications. Il peut se trouver également un justificatif au niveau calcul réalisé à partir du croquis. Ces calculs permettent de définir certaines cotes fonctionnelles du mécanisme.

II.4.3.3. Dossier de tests et d'essais

Selon la complexité du mécanisme et quand les calculs ont atteint leurs limites, il peut être intéressant de réaliser un démonstrateur pour valider une solution. Ce démonstrateur doit à la fois être simple, rapide à réaliser, très peu coûteux et représentatif de la réalité. Dans ce dossier les éléments définissant le démonstrateur sont fournis ainsi qu'un programme d'essais avec critères de validation et solution de secours en cas de résultat négatifs.

II.4.3.4. Concrétisation de l'avant-projet par le dossier de définition

La CAO a profondément modifié la façon de concrétiser une étude, mais sa finalité n'a pas changé. La concrétisation de l'avant-projet est le dessin 2D coté fonctionnellement qui définit avec un niveau de précision suffisant le système (produit) conçu. Afin de réussir cette

partie très délicate, il est nécessaire d'être bien formé à l'utilisation des logiciels CAO et surtout la mise en plan.

II.5 Synthèse chronologique de conception mécanique

La spécification technique du produit englobe toutes les tâches relatives au choix de la solution définitive avec les divers justificatifs associés et toute la partie concrétisation sous forme de dessin d'avant-projet, chronologiquement les tâches à réaliser peuvent se synthétiser sous la forme présentée dans le tableau suivant [11]:

CdCF	Etude de fusibilité	Spécification technique du produit					
		C'est fait pour...	Comment cela peut-il être fait ?	Choix et description technique de la solution choisie	Croquis de la solution choisie	Rédaction de la pré-notice de montage	Rédaction des justificatifs spécifiques

Tableau II.2. Synthèse chronologique de conception mécanique

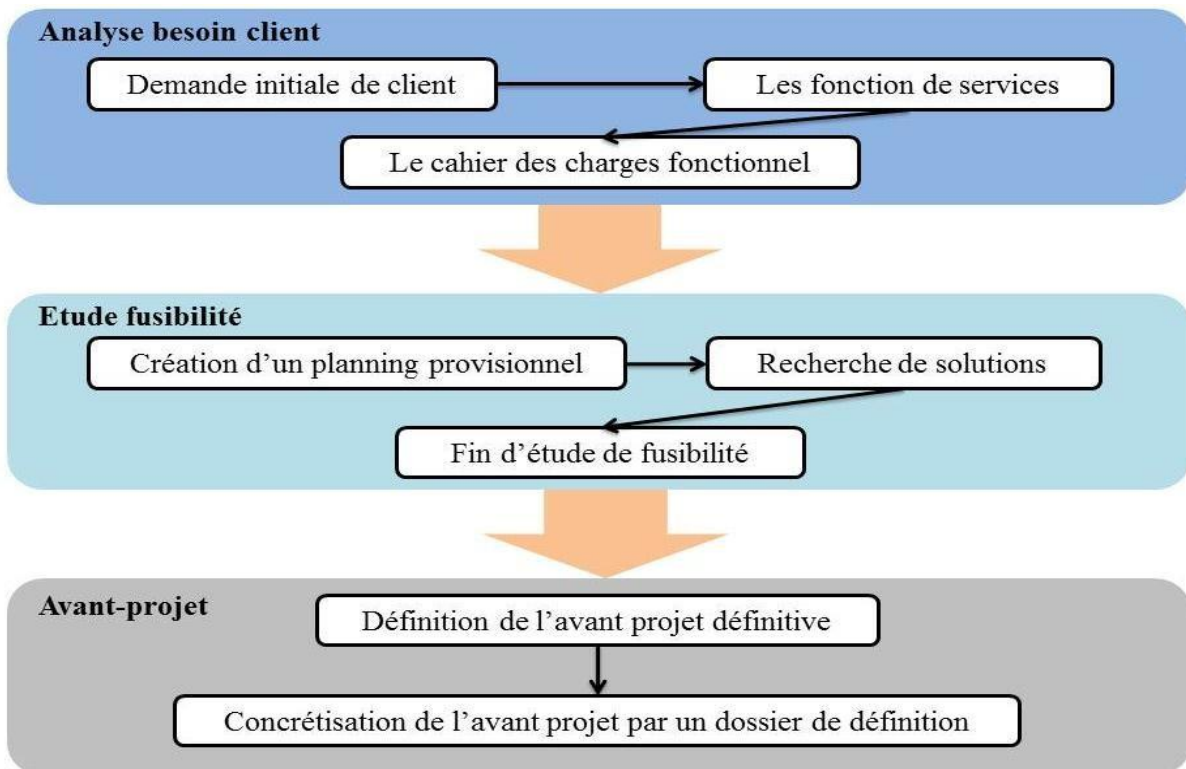


Figure II.5. Schéma des étapes de conception

II.4. Conclusion

Dans ce chapitre, les principes de conception mécanique ont été définis, décrits et illustrés.

Les trois étapes de la méthodologie de conception ont été détaillées avec leur propre sous-étapes et outils de conception. Ce qu'on a remarqué durant la rédaction de ce chapitre c'est que les trois sont complémentaires, c'est-à-dire la fin de chaque étape et le début de l'étape qui suit. L'analyse de besoin client finisse par un cahier des charges fonctionnel qui définit quel que choix technique et les critères et exigences à respecter pendant la prise de décision dans le choix de solution à la deuxième partie. Et l'étape d'étude de faisabilité se concrétise avec un ou plusieurs avant-projet, et cela dernière partie de la conception se commence par le choix de l'un de ces avant-projet puis détailler les croquis et les dimensionner analytiquement et avec un calcul graphique pour finalement avoir une conception finale avec des dessins de définition finaux.

Chapitre III

Conception d'un disperseur de la peinture

Conception d'un disperser de la peinture

III.1. Introduction

Ce chapitre est complètement dédié à la conception d'un disperser de la peinture. Suite à la demande d'un client de fabriquer cette machine industrielle de l'entreprise d'accueil. On a sevré comme un bureau d'étude dans l'entreprise de fabrication et on entamer le processus de conception après la rédaction de cahier des charges fonctionnel avec le client. Pendant toute le processus de conception on a était guider par la méthodologie décrite dans le chapitre II. Et ont remarqué et apprécié l'importance de cette méthodologie en tous les côtés, que ce soit dans la prise de décision de solutions théorique et technologique, ainsi que la façon d'affronter les problèmes de conception rencontré.

III.2 Analyse besoin client

III.2.1. Analyse de la demande initiale du client

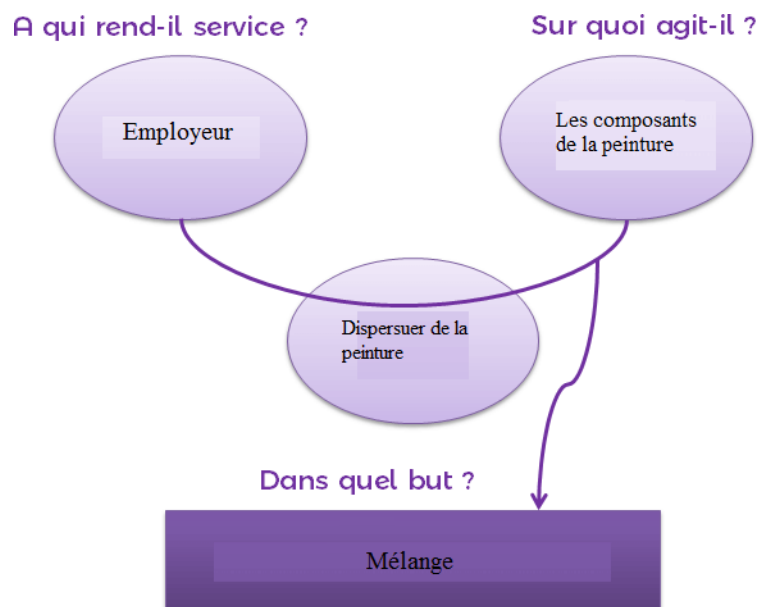


Figure III.1 Bête à corne

Demande initiale de client : Le disperser de la peinture mélange les produits composants de la peinture à la commande de l'employeur.

III.2.2. Les fonctions de services

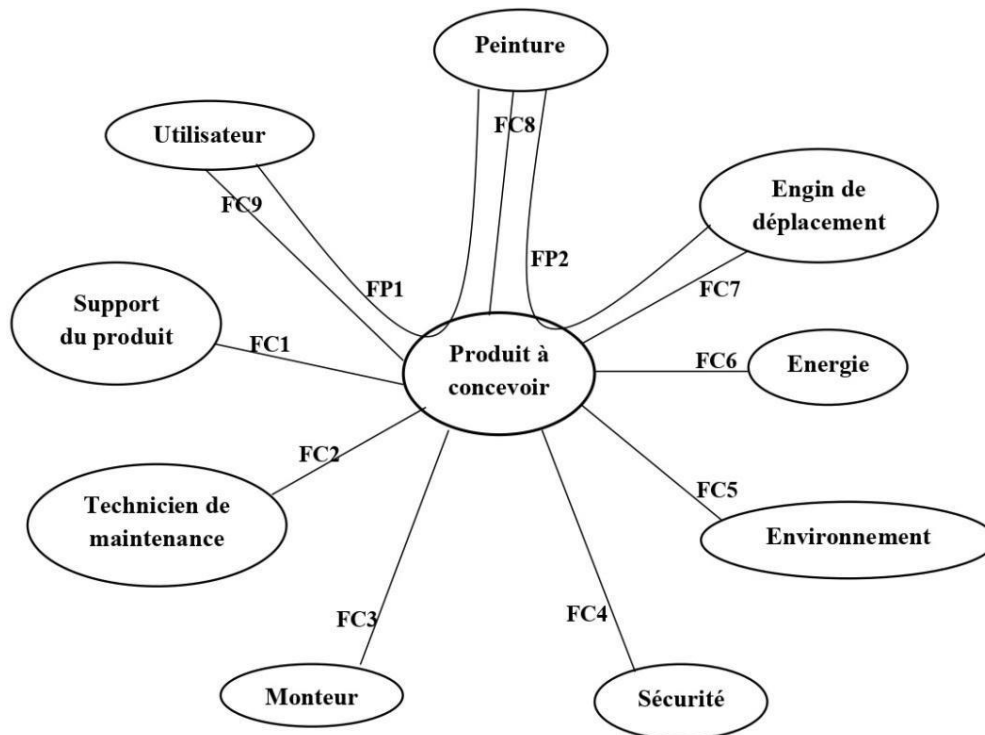


Figure III.2 Pierre de la machine conçue

Les fonctions principales

FP1 : La machine mélange la peinture à la commande de l'employeur

FP2 : La machine libère la peinture pour un engin de déplacement

Les fonctions contraintes

FC1 : La machine s'adapte sur sol de l'entreprise

FC2 : La machine est entretenue par le technicien de maintenance

FC3 : La machine est mise en place par le monteur

FC4 : La machine doit s'adapter à l'exigence de sécurité

FC5 : La machine se trouve dans une entreprise de production de la peinture

FC6 : La machine utilise une énergie électrique

FC7 : La machine s'adapte avec un engin de déplacement

FC8 : La machine s'adapte avec la peinture

FC9 : La machine s'adapte avec l'employeur

III.2.3. Le cahier des charges fonctionnel

Fonction	Caractéristiques	Niveaux (critères)	flexibilité
FP1	<ul style="list-style-type: none"> • La machine est équipée d'une hélice pour mélanger les produits de la peinture • L'hélice doit se faire tourner de la part d'un moteur assez puissant afin de mélanger des grandes quantités de la peinture • La transmission de rotation de moteur vers l'hélice doit se faire par un mécanisme simple et non couteux • La mise en marche du moteur doit être simple et sans grand effort 	<ul style="list-style-type: none"> • L'hélice et la partie de la machine en contact direct avec la peinture doit être fabriqué par un matériau non oxydable (inoxydable). • .Quantités de peinture à produire : + 1200 litre. Moteur : HP Et 1800 Tr/min • Transmission de l'énergie cinétique (Rotation) par des plateaux et une chaine. • Tableau électrique avec un Botton Off/On 	<p>F0</p> <p>F2</p> <p>F1</p> <p>F1</p>
FP2	<ul style="list-style-type: none"> • La machine est équipée d'une partie mobile pour la pièce (le bassin) contenant la peinture • La pièce contenant la peinture (le bassin) doit être facile à déplacer 	<ul style="list-style-type: none"> • La partie mobile se fait déplacer horizontalement par un vérin hydraulique dans un temps d'une minute. • Le bassin doit avoir des roues pour faciliter son déplacement 	<p>F1</p> <p>F2</p>

FC1	Définition de l'interface	Posé sur le sol de l'entreprise	F0
FC2	Mécanisme de la machine	Mécanisme simple et accessible	F2
FC3	Durée de montage	2 personnes / 2 heures	
FC4	Norme de sécurité	Assurée par le client	F0
	Coefficient de sécurité calculs	$s \geq 2$	F1
FC5	Encombres	2000 * 3000 * 4000	F3
	Lieu de fonctionnement	Salle de production la peinture	F0
	Température, humidité, propreté	Ordinaire	F0
	Masse de la machine	400 kg – 800 kg	F2
FC6	Electrique	380V triphasée pour le moteur	F0
FC7	Structure générale de la machine	Adapter avec l'engin de déplacement	F0
FC8	Partie de la machine en contact avec la peinture	Matériau : inoxydable	F0
FC9	Durée de mise en marche	5 seconds	F0
	Durée de libération du bassin	2 minutes	F2
	Qualification de l'employeur	Aucune qualification nécessaire	F0

Tableau III.1. Cahier des charges fonctionnel

III.3. Etude de fusibilité

III.3.1 Définition des points critiques

D'après l'analyse de CdCF met en évidence que les points critiques du projet sont :

1. La mise en marche facile du moteur qui va faire tourner l'hélice par la transmission du mouvement de rotation par des plateaux et chaîne
2. La partie en contact direct avec la peinture nécessite à être inoxydable
3. La libération du bassin contenant la peinture

III.3.1.1 Définition des critères de choix de solution

En se limite à cinq critères, il a été retenu :

1. Le coût
2. La facilité d'opérer le machine (Mise en marche – libération de bassin de la peinture)
3. Le temps de montage
4. Facilité de maintenir la machine

5. La sécurité de la machine.

III.3.1.2 Taches d'étude de conception

Note : il est nécessaire de préciser que les tâches suivantes sont réparties sur les deux étapes d'étude de conception (Etude de faisabilité - Avant-projet). Et ils sont définis dans le but d'organiser le reste de la démarche de conception, par la suite classé dans un planning provisionnel.

1. Solution pour : Mise en marche du moteur et transmission de rotation vers l'hélice
2. Solution pour : Déplacement horizontale de l'hélice pour libérer le bassin
3. Dossier de proposition d'avant-projet
4. Dossier de définition préliminaire (avant-projet : dessin 3D - croquis)
5. Dossier de justification d'avant-projet
6. Dossier de teste et d'essai
7. CAO (simulation des contraintes et dimensionnement finale)
8. Dossier de définition (Dessin d'ensemble)

III.3.2. Création d'un planning provisionnel**III.3.2.1 Détermination des durées des tâches**

Nombre de tâches : 8 heures

Durée effective après la signature de CdCF : 80

Marge : 9 'racine carré de la durée de projet, ajouté à la durée total de chaque colonne'

T_m : 8

Taches	T mini	T maxi	Temps proposé	Temps retenu
Tache 1	4	7	5	5
Tache 2	3	5	4	3
Tache 3	3	6	4	4
Tache 4	20	25	22	23
Tache 5	3	6	4	6
Tache 6	4	6	5	5
Tache 7	12	16	13	11
Tache 8	12	18	14	14
Total	70	98	80	80

Tableau III.2. Détermination des durées des tâches

III.3.2.2 Création et gestion du planning

Projet : Conception d'un disperseur de la peinture										
Concepteurs : Amazigh BAHLOUL ; Meziane BENBAHA ; Djaafar RAMDANI										
Durée totale : 80 heures						Marge : 9 heures				
Jour	Dim	Lun	Mar	Mer	Jeu	Dim	Lun	Mar	Mer	Jeu
Tache 1	■									
Tache 2		■								
Tache 3		■	■	■	■	■				
Tache 4			■	■	■	■	■			
Tache 5						■				
Tache 6						■				
Tache 7							■	■		
Tache 8								■	■	
Marge									■	■

Tableau III.3. Planning provisionnel

III.3.3. Recherche de solution

III.3.3.1 Définition des critères de choix de solution

- ❖ Chaque critère de choix est noté sur 5

Transmission de mouvement (rotation) du moteur vers l'hélice :

1. Résistance à la puissance du moteur 100 HP, 1800 tr/min
2. Fiabilisée et stabilisée de la machine
3. Nombre de pièces composants le système et facilité de montage
4. Simplicité de la transmission
5. Le cout de système

Déplacement horizontale de l'hélice pour libérer le bassin

1. Stabilité de la machine, notamment la partie mobile
2. Simplicité et rapidité de système
3. Le cout de système
4. Résistance de système ou poids de la partie mobile de la machine

III.3.3.2 Le FAST de créativité

Solution pour la mise en marche du moteur et transmission de rotation vers l'hélice :

Mise en marche du moteur : un tableau électrique avec un bouton **ON-OFF** (définie dans le cahier des charges fonctionnel)

FAST : Transmission de mouvement (rotation) du moteur vers l'hélice

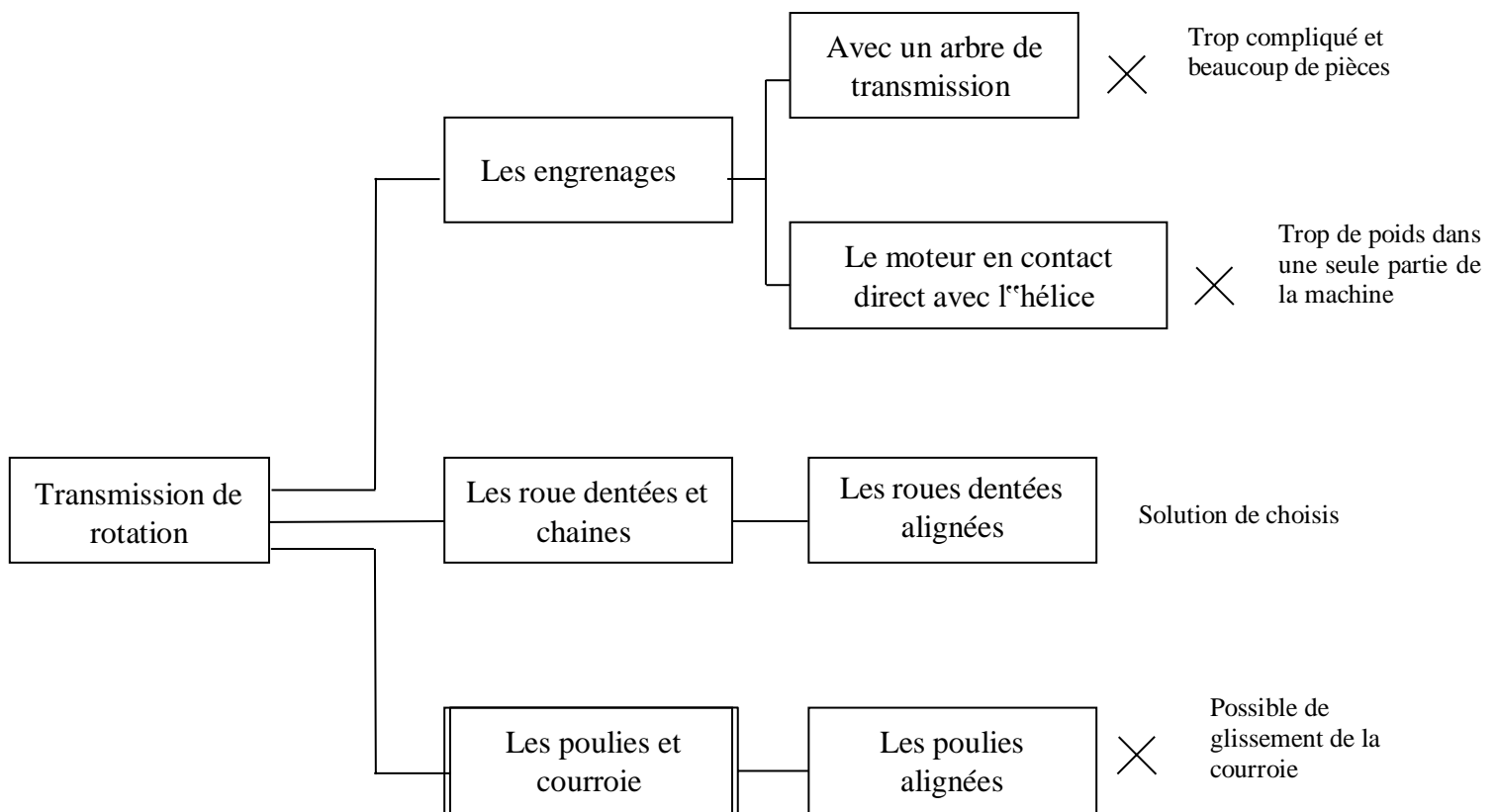


Figure III.3. FAST de Transmission de mouvement

❖ Dossier de solutions non retenus :

Les engrenages (roues dentées) :

Avantage :

- Transmission de mouvement constant, car pas de glissement
- Système compact permettant de transmettre des mouvements dans de petits espaces
- Système idéaux pour obtenir des vitesses de rotation très élevées

Inconvénients :

- Le système pouvant générer des vibrations
- La confection des engrenages demande un usinage de grande précision, ce qui rend ce système un peu couteux
- Nécessitent un ajustement précis

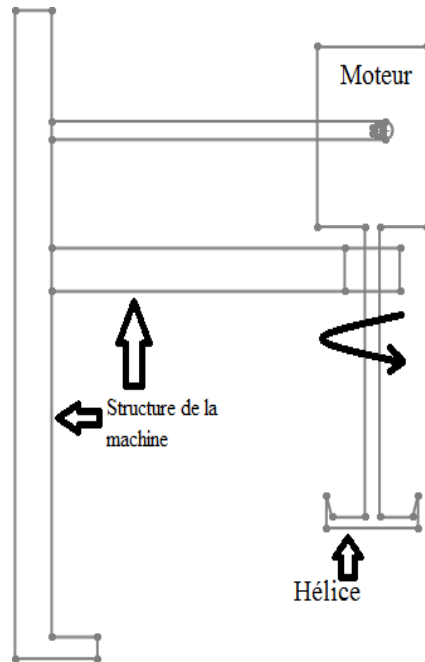


Figure III.4. Croquis de la solution de transmission de mouvement d'un moteur en contact direct avec l'hélice

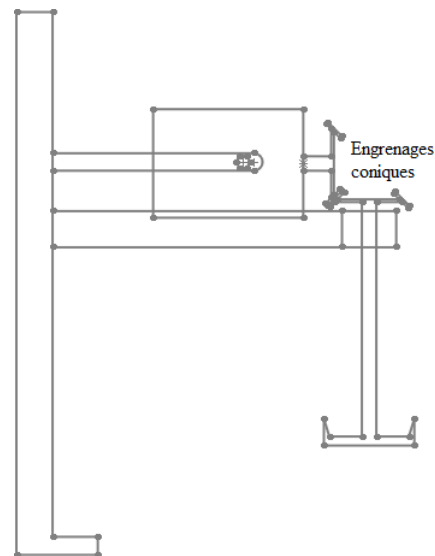


Figure III.5. Croquis de la solution de transmission de mouvement avec l'hélice par un engrenage conique

➤ **Solution non retenue**

L'emplacement des composants de la machine, notamment l'emplacement du moteur provoque une répartition non uniforme du poids de la machine est par conséquent une mauvaise stabilité de la machine

Les poulies et courroies :

Avantage :

- Système généralement silencieux
- Pas besoin de lubrification
- Système efficaces pour transmettre des mouvements rapides ;
- Avec une courroie peu rigide, ce système peut relier des poulies dont les axes ne sont pas parallèles.

Inconvénient

- La courroie peut avoir tendance à glisser des poulies ;
- Le contact entre les poulies et le carioie doit toujours être bien propre ;
- L'espérance de vie de certains types de courroies est limitée.

➤ **Solution non retenue**

La puissance élevée du moteur 100 HP et le grand volume de la peinture mélangé cause une occurrence élevée de glissement des courroies sur les poulies.

❖ **Dossier de solution retenu**

Les roue dentées et chaines**Avantage**

- Peu de risques de glissement ;
- Permettent d'appliquer de grandes forces sur les roues motrices.

Inconvénient

- Système pouvant être source de bruit et de vibration ;
- Il faut toujours garder la chaine bien lubrifiée ;
- Il faut souvent réajuster la tension de la chaine ;
- La vitesse de rotation des roues dentées doit être limitée pour éviter le déraillement de la chaine ;
- Les axes des roues doivent être parfaitement parallèles.

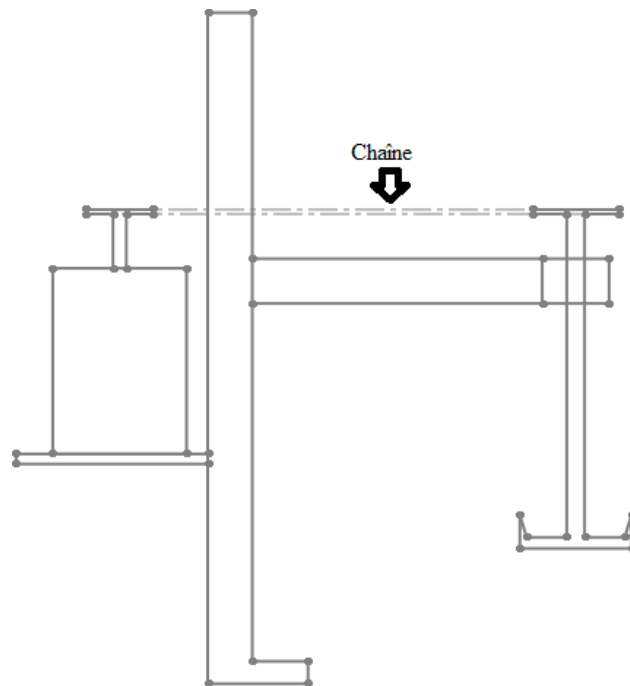


Figure III.6. Croquis de la solution transmission de mouvement avec chaîne et roue denté

➤ **Solution retenue**

Résistance à la puissance du moteur 100 HP, 1800 tr/min	: 5
Fiabilité et stabilisée de la machine	: 4
Nombre de pièces composants le système et facilité de montage	: 3
Simplicité de la transmission	: 4
Le cout de système	: 5
Total	21/25

Déplacement horizontale de l'hélice pour libérer le bassin

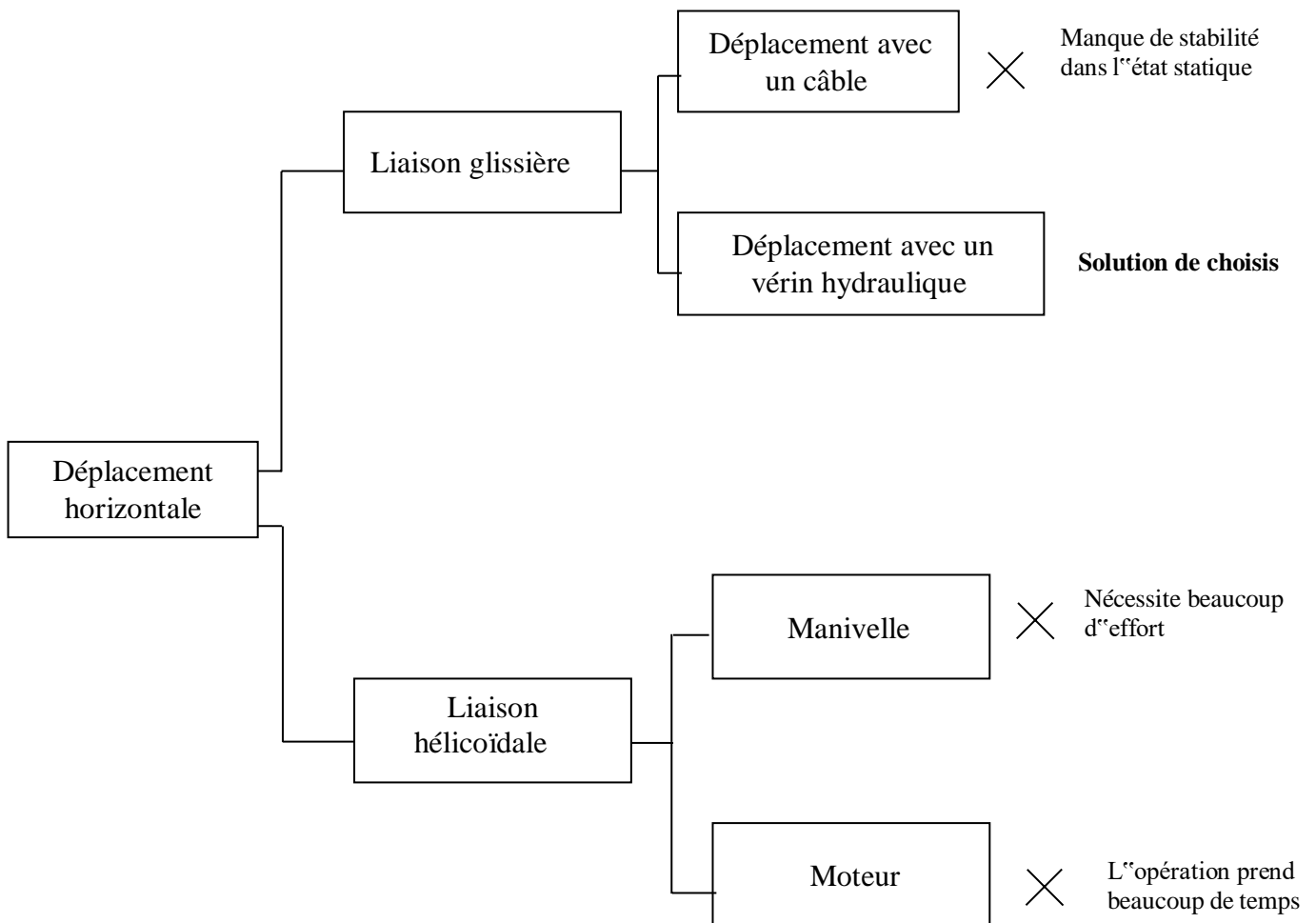


Figure III.7.FAST de déplacement horizontale de la partie mobile

Dossier de solutions non retenus

Liaison hélicoïdale

Avantage

Stabilité

Rigidité

Inconvénients

Difficulté de montage de la liaison

La longue durée pour effectuer un déplacement

Système complexe et couteux

Un grand nombre de pièces

➤ **Solution non retenue**

Avec une liaison hélicoïdale la partie mobile prend beaucoup de temps pour faire le déplacement voulu

• **Dossier de solution retenu**

Liaison hélicoïdale avec un moteur électrique

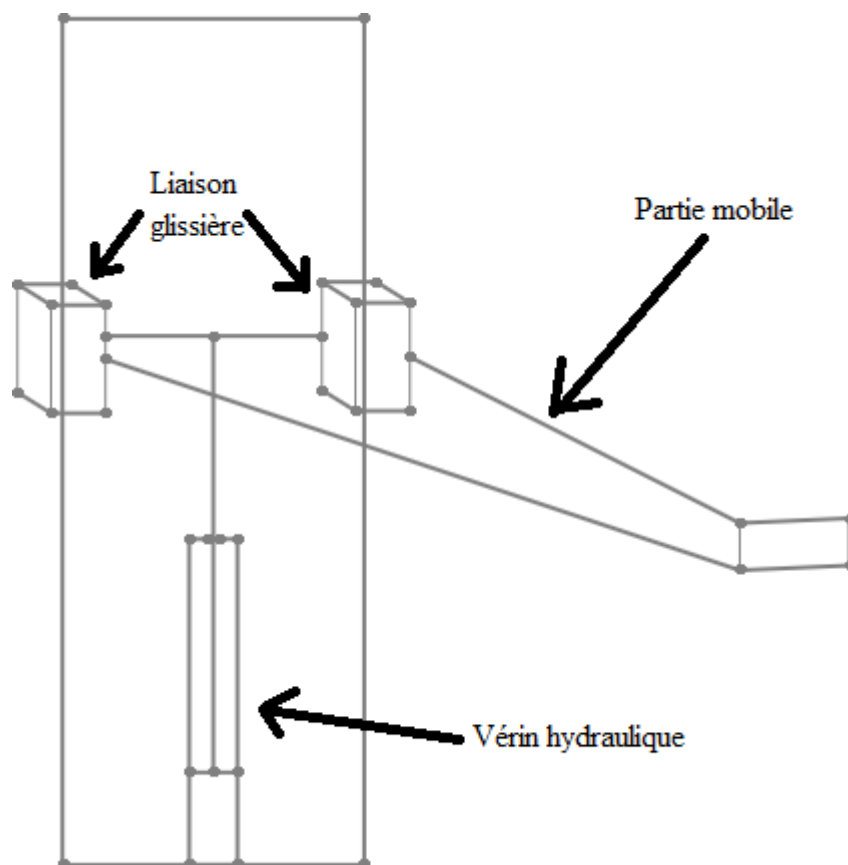


Figure III.8. Croquis de la solution d'une liaison hélicoïdale avec un moteur électrique

➤ **Solution retenue**

Stabilité de la machine, notamment la partie mobile

5

Simplicité et rapidité de système	4
Le cout de système	2
Résistance de système ou poids de la partie mobile de la machine	5

Total : 16/20

III.3.3.3 Evaluation vers les solutions technologiques

Liaison cylindrique => Une roulement

- **Chois de roulement :**

Température de fonctionnement maximale 60°

La vitesse de rotation 1800 tr/min

On a des charges axiales très élevé et des charges radiales importantes, donc on a des charges combinées très important.

A 100° les roulements normalisés peuvent être utilisé sans inconvénient Pour que notre roulement support tous les charges et une vitesse de rotation importante on va choisir un roulement a rouleau conique a une rangé (voir l'annexe).



Figure III.9. solution technologique d'une Liaison cylindrique avec un roulement

Liaison glissière

La liaison a été créée en contact de la partie interne de la poutre avec les quatre roues de la partie mobile.

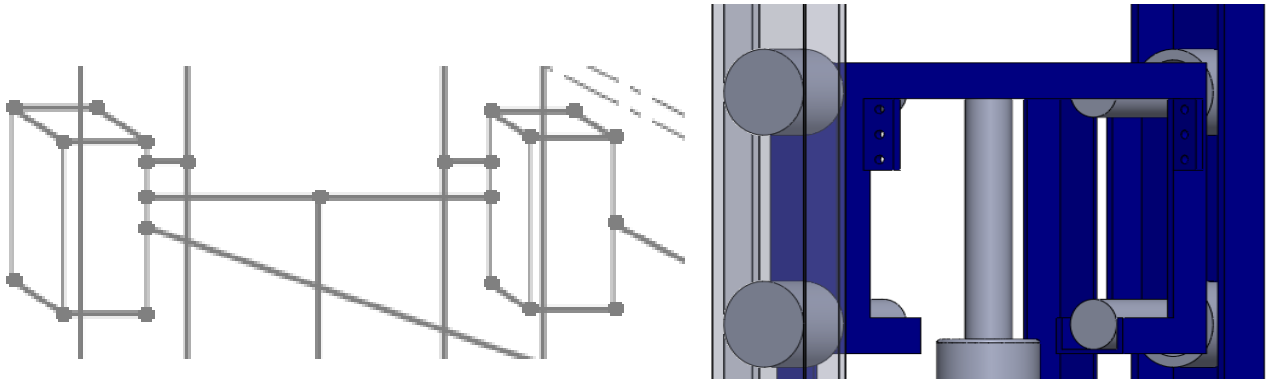


Figure III.10. Solution technologique d'une Liaison glissière

III.3.4. Fin d'étude de faisabilité

Toutes les solutions retenues on aboutit pour avoir l'avant-projet

Comme l'étude de faisabilité a abouti à un seul avant-projet donc cela est l'avant-projet définitif

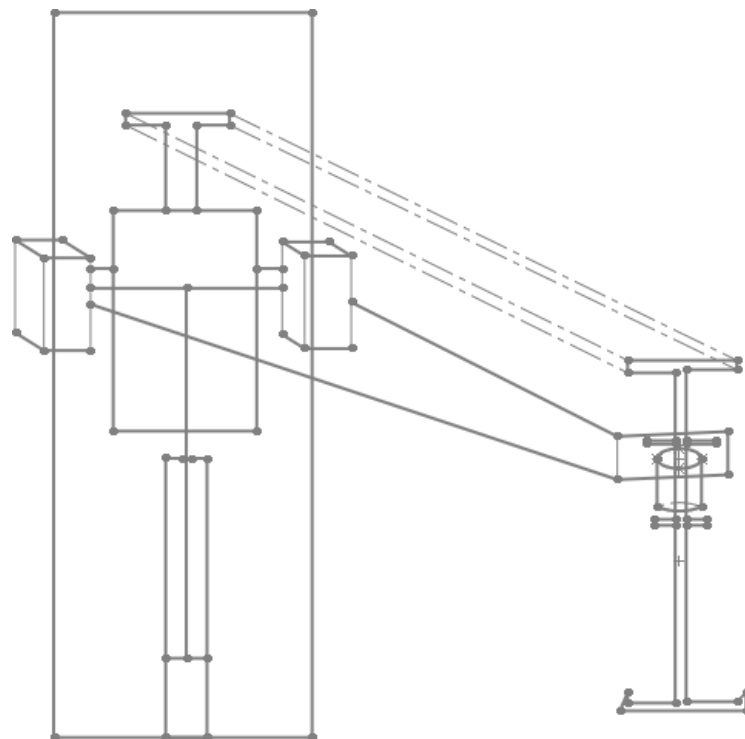


Figure III.11. Croquis général de la machine

III.4. Avant-Projet (Dossier préliminaire)

III.4.1. Définition de l'avant-projet définitive

Principe : Une structure métallique construit par des poutres „format Channel U“ assez rigide pour maintenir le système en stabilité dans son état de son fonctionnement. Ainsi que les deux grandes poutres verticales joue le rôle de la trajectoire pour la partie mobile de la machine, qui se translate horizontalement sur ces deux poutres, cette liaison est assurée par les deux poutres et quatre pièces cylindriques choisis pour minimiser le contact inutile dans cette liaison et avoir le minimum de frottement dans la liaison. La partie mobile se fait déplacer par un vérin hydraulique est constitué de l'hélice qui mélange la peinture et son support d'un côté, et d'un moteur de l'autre partie, est cela afin de répartir uniformément le poids et assurer la stabilité de la machine. Les deux parties sont liées par une chaîne de transmission de rotation. L'hélice est partie émerger dans la peinture est non oxydable.

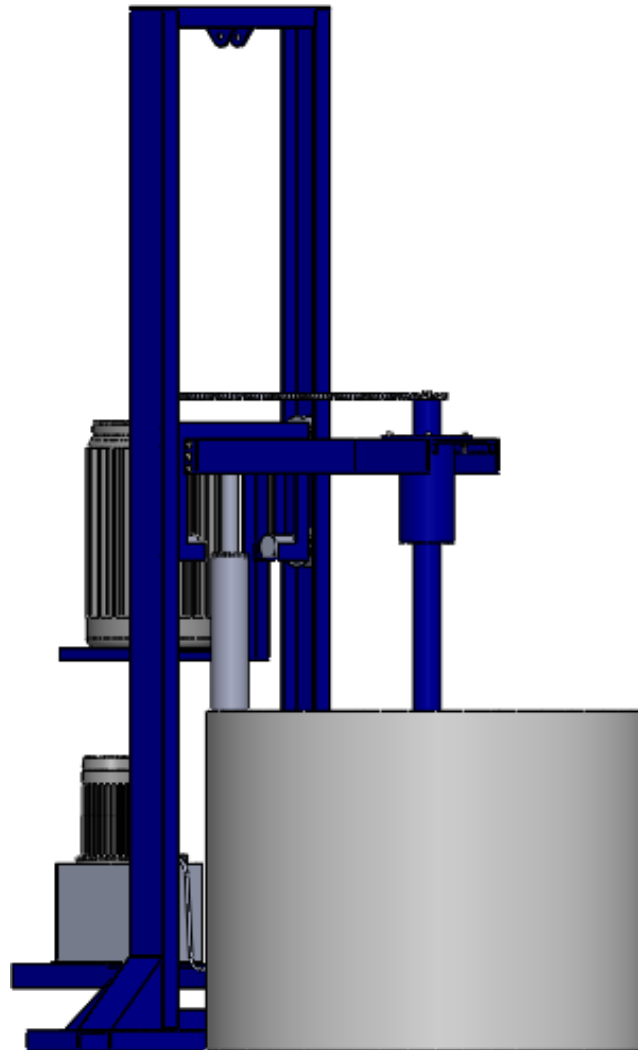


Figure III.12. Dessin 3D de la machine

Cet avant-projet est validé selon les critères suivant :

Cout :	3/5
Sécurité :	5/5
Facilité de montage :	4/5
Facilité d'utilisation :	5/5
Total :	17/20

III.4.1.1. Notice de pré-montage

- Boulonnez le bas du vérin hydraulique à la base de la machine et faite rentré l'extrémité de sa tige dans la bague au milieu de la partie mobile.
- Boulonnez La partie mobile de la machine avec le support du moteur.
- Montez par pression l'un des pignons dentés sur l'arbre du moteur. Et l'autre par boulonne a l'arbre de l'hélice.
- Boulonnez le moteur électrique sur le support moteur
- Boulonnez la pompe à huile sur son réservoir puis boulonnez cet assemblage sur son support (ce lui au bas de la machine)
- Boulonner l'hélice à l'arbre de rotation.

III.4.1.2. AMDEC de conception

L'AMDEC de conception

Fonction 1 : mise en marche du moteur et transmission de rotation vers l'hélice

Mode de défaillance 1 : Non réalisation de la fonction 1

Effet : Impossibilité de transmettre la rotation

Causes : Les axes des roues ne sont pas parallèles
Non alimentation du moteur par l'énergie électrique
 $C = 7 \times 2 \times 2 = 28$

Mode de défaillance 2 : Perte de la fonction 1

Effet : Impossibilité de transmettre la rotation sur toute la durée de la production

Causes : Rupture de la chaîne
Déraillement de la chaîne
Défaillance des roues dentée
 $C = 7 \times 2 \times 1 = 14$

Mode de défaillance 3 : Dégradation de la fonction 1

Effet : diminution de la puissance et vitesse de rotation transmise à l'hélice

Causes : Les axes des roues dentées ne sont pas rigoureusement parallèles
Dégradation de l'état de roues dentées
 $C = 4 \times 2 \times 3 = 24$

Eléments de la conception	Cause de défaillance	Origine de la défaillance	Action entreprises	Action à entreprendre
Moteur	Non fonctionnement	<ul style="list-style-type: none"> Utilisation 		Spécification de l'utilisation
La chaîne	<ul style="list-style-type: none"> Usure Rupture Dérèglement 	<ul style="list-style-type: none"> Montage 	Réalisation de mécanisme	Notice de montage
Les roues dentées	<ul style="list-style-type: none"> Rupture Dégradation 	<ul style="list-style-type: none"> Montage Utilisation 		Notice de montage Maintenance

Tableau III.4. AMDEC de mise en marche du moteur et transmission de rotation

Fonction 2 : Déplacement horizontale de l'hélice pour libérer le bassin

Mode de défaillance 1 : Non réalisation de fonction 2

Effet : Impossibilité de lever la partie mobile

Causes : Rupture du vérin

Puissance non suffisante du moteur de pompage d'huile

$$C = 6 \times 1 \times 1 = 6$$

Mode de défaillance 2 : Perte de la fonction 2

Effet : Impossibilité de lever totalement la partie mobile

Causes : Ecoulement ou perte d'huile

Perte de charge due à la circulation du fluide dans les tuyauteries

$$C = 8 \times 1 \times 1 = 8$$

Mode de défaillance 3 : Dégradation de la fonction 2

Effet : Temps de levage plus grand

Causes : Augmentation de frottement de la glissière

$$C = 5 \times 2 \times 2 = 20$$

Eléments de la conception	Cause de défaillance	Origine de la défaillance	Action entreprises	Action à entreprendre
Vérin	<ul style="list-style-type: none"> Rupture Blocage 	<ul style="list-style-type: none"> Assemblage Utilisation 		Notice d'utilisation et de montage
La pompe	<ul style="list-style-type: none"> Rupture Dégradation 	<ul style="list-style-type: none"> Utilisation 	<ul style="list-style-type: none"> Calcul 	Notice d'utilisation et de montage
La glissière	<ul style="list-style-type: none"> Dégradation 	<ul style="list-style-type: none"> Montage assemblage 		Notice maintenance

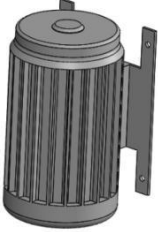

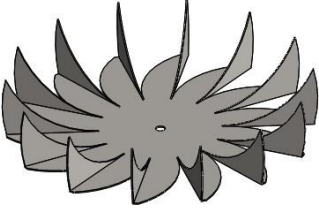
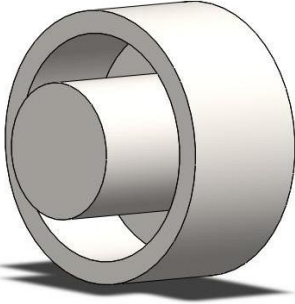
Tableau III.5. AMDEC de Déplacement horizontale de l'hélice pour libérer le bassin

III.4.1.3. Dossier de tests et essais

- Dimensionnement et choix d'élément

A. Vérin Hydraulique et moteur à huile

Le vérin doit être capable de déplacer le poids de la partie mobile, et on peut avoir le poids de cette partie directement à travers l'option propriété de la masse.

Pièce	Quantité	Poids (gramme)
	1	87000
	1	30162.11
	1	2830.18
	4	4079.99



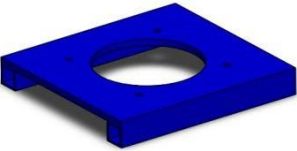

	1	13165.93
	1	15382.00
	1	6559.77
	1	7493.45
Total	11	187913.4

Tableau III.6. Poids des pièces de la partie mobile

- Le poids total de la partie mobile est de 187913.4 de Kg, avec le coefficient de sécurité qui est 2 donc le poids qui doit être supporté et déplacé par le vérin hydraulique est 375826.8kg. On note que les fortement sont réduit au minimum donc sont négliger ainsi que le poids des boulons dans le calcul de poids total.

➤ **Calcul de puissance moteur à huile :**

Calcul de la puissance de la pompe d'huile à moteur électrique

$$\text{On a } P_s > F_{\text{ext}} * V$$

- $P_s =$ La puissance en Watt

- $F_{ext} = \text{Les Force extérieures en [Newton]}$
- $V = \text{La vitesse en [m/s]}$

Pour que la pompe à huile soit capable d'effectuer sa fonction sa puissance doit être supérieure à forces extérieures

Application numérique :

$$F = \text{Poids} = m \times g = 187 \times 9.81 = 1834.47 \text{ N}$$

On a distance de de la trajectoire de la tige du vérin hydraulique est de 1.1 mètre

Cette distance doit être faite dans un temps de 60 second (d'après le CdCF)

$$\text{- Donc la Vitesse est de } V = \frac{\text{Course}}{t} = \frac{1.1}{60} = 0.018 \text{ m/s}$$

$$P_s > 1834.47 \times 0.018 \rightarrow P_s > 33.63$$

- **Tests et essais**

On utilise la méthode des éléments finis, le maillage se fait par rapport au détail des pièces, quand une pièce possède beaucoup de détails avec des parties a petite dimension (congé, chanfrein ...) on doit maitre les éléments très fins. Et si la pièce n'a pas beaucoup de détails avec des grandes dimensions on peut mailler avec des éléments grossis.

a) Flexion support moteur (contrainte et déplacement)

Pour garder le bon fonctionnement de mécanisme de transmission de la rotation, le support de moteur doit être capable de résister à la contrainte de poids du moteur (la contrainte ne doit pas dépasser la limite d'élasticité). Et garder le mécanisme aligné c'est-à-dire pas plus de 2 millimètre de déplacement pour que la chaine de transmission ne se tende pas à un degré qui va causer sa défaillance

Calcul : On a la masse de moteur est 110 kg

$$\text{Donc } P = 110 * 9.81$$

$$\mathbf{P = 1079.1 \text{ N}}$$

Calcul graphique (simulation par les éléments finis)

Paramètre : Matériaux : S235JR

$$\text{Force} = P = 1079.1$$

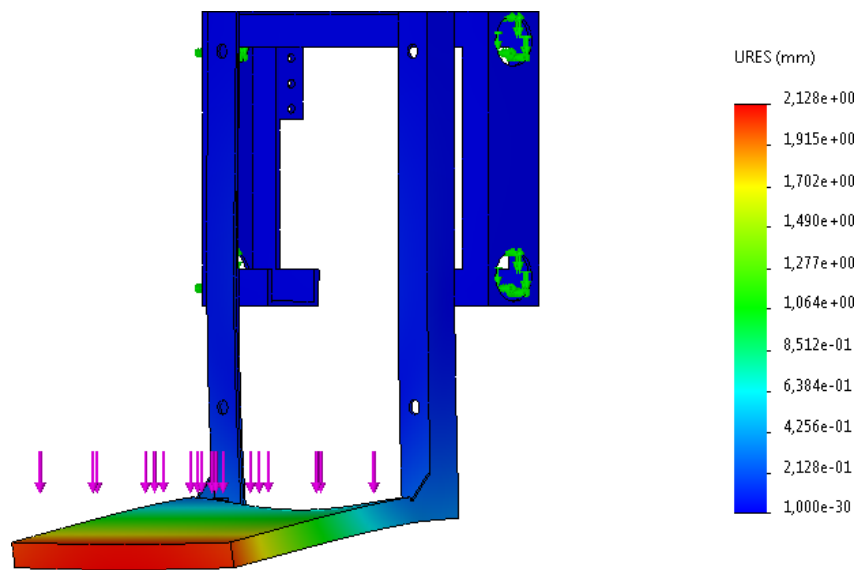


Figure III.13. Simulation de flexion support de moteur

D'après le résultat de la simulation on remarque que la partie qui se déplace le plus (partie rouge) est déplacée de 2.1 mm et ne dépasse pas 3 mm qui est le critère d'approbation de l'étude pour garder la chaîne de transmission en bonne conditions de fonctionnement.

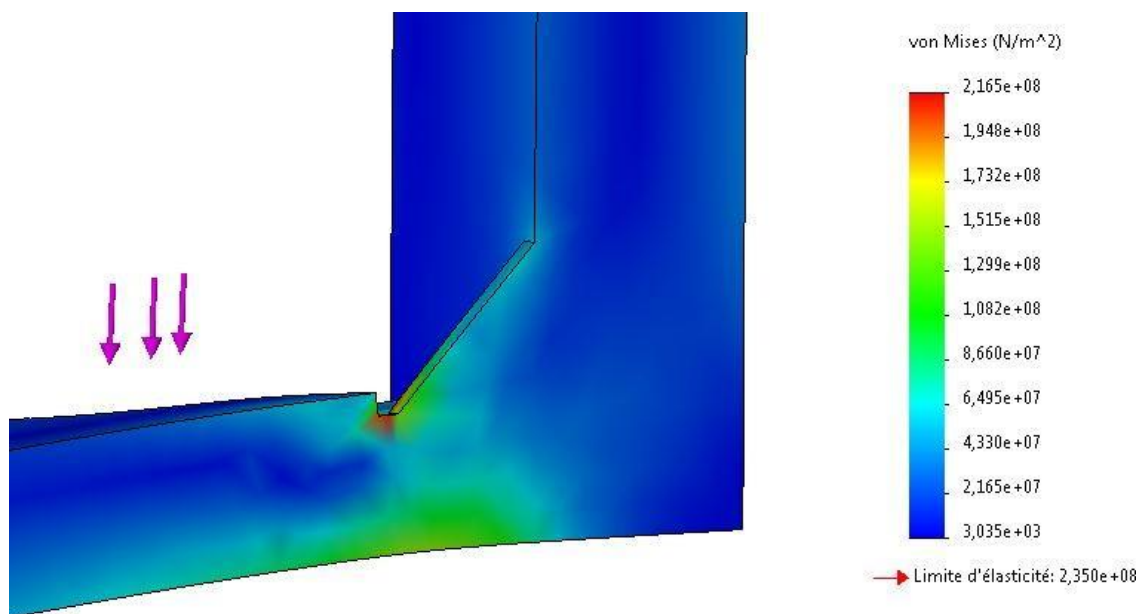


Figure III.14. La contrainte sur la nervure

Dans le résultat de contrainte on remarque que le coefficient de sécurité ne s'applique pas sur une partie de la pièce (zone rouge) $\frac{2.165}{2.350} = 0.9$ et d'après le CdCF le coefficient de sécurité doit être plus de 2.

D'après le résultat précédent, On a modifié l'épaisseur et la forme de nervure afin de renforcer. L'épaisseur de 4 mm à 8 mm et de la forme 1 a la forme 2

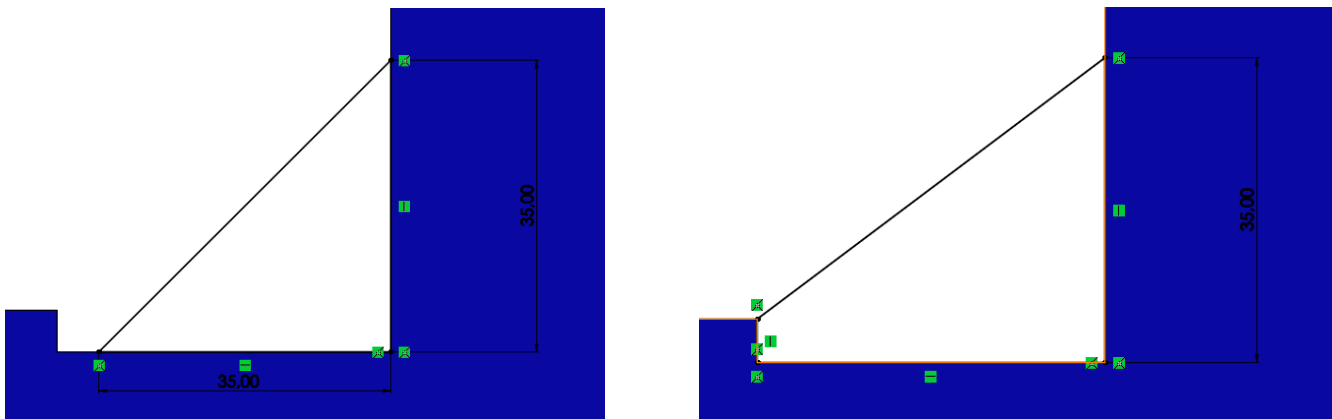


Figure III.15. le redémensionnement de la nervure

Puis on a relancé la simulation pour obtenir le résultat suivant

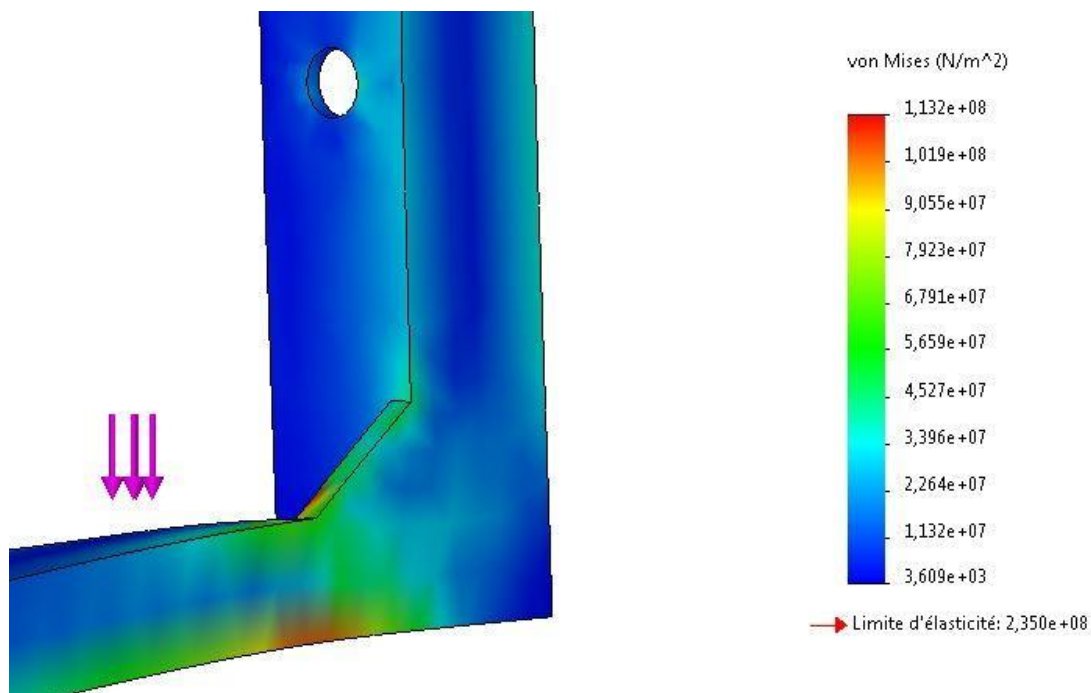


Figure III.16. Nouvelle simulation après de redémensionnement de la nervure

$\frac{1.132}{2.350} = 2.07$ donc le coefficient de sécurité qui est 2 est respecté qui veut dire que le test est approuvé.

b) Pression interne de bassin

La peinture se fait mélanger dans un bassin en inoxydable, Un test de simulation doit se faire pour assurer que le bassin résiste à la pression de la peinture

On a la masse volumique : $d = \frac{\rho}{\rho_{eau}} \rightarrow \rho = d * \rho_{eau}$

Et la densité de la peinture industrielle : 1.7

Et masse volumique de l'eau : 997 kg/m³

Donc $\rho = 1.7 * 997 = 1694.9 \text{ kg/m}^3$

$P = \rho * g * h$, la pression hydrostatique est indépendante de la surface !

- $p =$ la pression en N/m^2
- $\rho =$ la masse volumique du liquide en $[kg/m^3]$
- $h =$ la profondeur (ou la hauteur d'eau) en $[m]$
- Intensité de la pesanteur = $g = 9,81 \text{ (N/kg)}$

Application numérique :

$P = 1694.9 * 1.1 * 9.81 = 18289.6659 \text{ N/m}^2$

Calcul graphique (simulation par les éléments finis)

La pression dans un fluide se varie par rapport à la hauteur, on applique la pression la plus élevée qui est ou profond du bassin sur les parois du bassin pour assurer sa résistance.

Paramètre : Matériaux : Acier allié inoxydable

Pression : 18289.6659 N/m^2

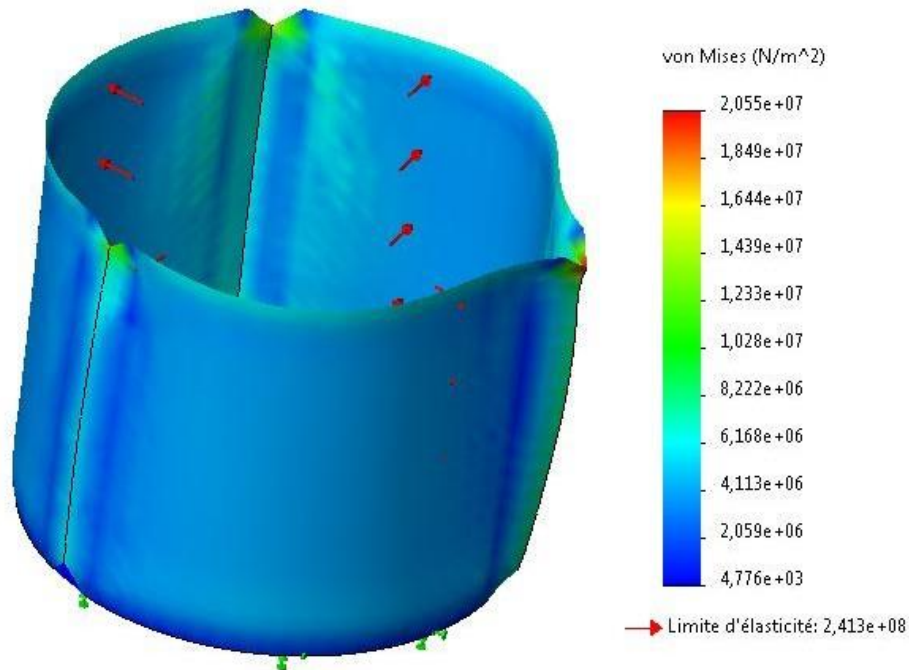


Figure III.17. Simulation sur la pression interne sur les parois de bassin

D'après le résultat de la simulation des contraintes (pression de la peinture). On remarque que le bassin résiste et avec un coefficient de sécurité élevée $\frac{2,413 \cdot 10^8}{2,055 \cdot 10^7} = 11$ est cela par ce que quand le fluide est en mouvement la pression sur les parois peu augmenté.

c) Les roues de bassin

Les roues doit résister ou poids du bassin rempli de la peinture, il est nécessaire de préciser que cette contraire (poids) est répartie uniformément sur les 4 roues

On le volume de la peinture : $\left(\frac{\text{diam}}{2}\right)^2 \cdot \eta \cdot \text{hauteur}$

Application numérique :

$$\text{Volume} = \left(\frac{1,294}{2}\right)^2 \cdot 3,14 \cdot 1,1 = 1,44 \text{ m}^3$$

Masse = densité * masse volumique

$$\text{AN : Masse} = 1,44 \cdot 1694,9 = 2440,656$$

d) Appui de vérin hydraulique

Le poids de la partie mobile ne doit pas être seulement supporté de la part du vérin mais aussi de la base ou le vérin est fixé

On a le la masse de la partie mobile : 187913,4 gramme

D'après nos recherches, on estime que la masse de vérin est de 60 kg

Donc le poids qui est sur l'appui de la partie :

$$P = (60 + 187.134) * 9.81 = 2424,38454 \text{ N}$$

Calcul graphique

Matériaux

$$\text{Force} = 2424,38454 \text{ N}$$

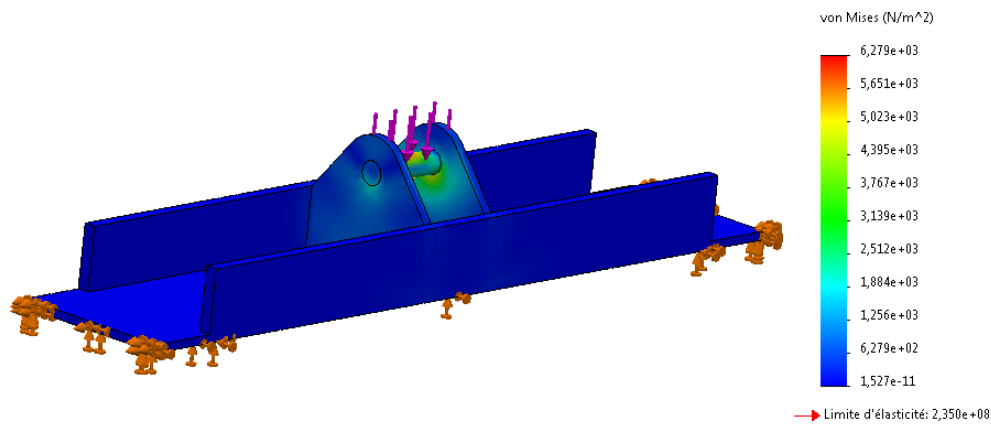


Figure III.18. Simulation statique sur l'appui de vérin hydraulique

D'après l'analyse de la simulation, on remarque que la pièce ou le vérin s'appuie résiste largement au charge de poids de la partie mobile et le poids de vérin.

e) Support de calanque

Le support Clark est fait pour déplacer la machine complètement, est pour cela doivent supporter le poids de la machine.

Poids de la machine sans bassin : Masse = 441477.84 grammes

Donc le poids = Masse * la gravité

Application numérique

$$P = 441477,84 * 9,81 = 4330,8973161 \text{ N}$$

Cette contrainte est répartie sur les supports du Clark donc : $\frac{4330897,3161}{2} = 2165,44865805$

Calcul graphique :

Paramètre de la simulation

Deux Force de vers le haut : 2165,44865805 N

Force de poids de la machine vers le bas : 4330,8973161 N

Matériaux : S235JR

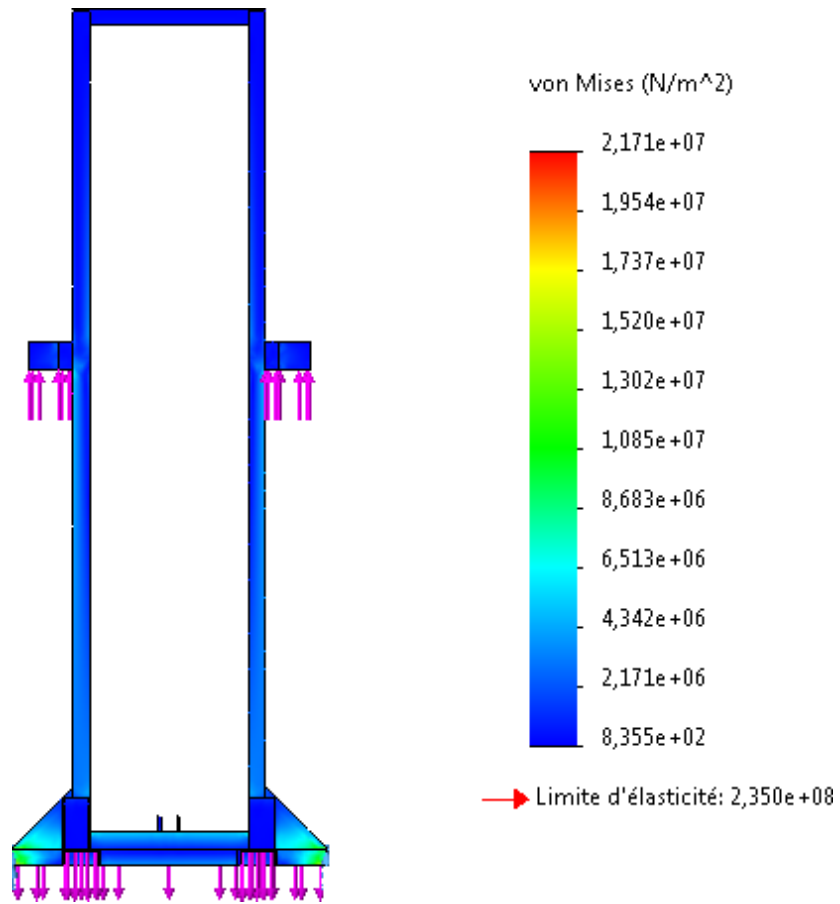


Figure III.19. Simulation statique sur le support de Clark

III.5. Concrétisation de l'avant-projet par le dossier de définition

Dans ce dossier toutes les pièces vont avoir une mise en plan finale (dessin de définition), dans ce mémoire et pour éviter d'avoir beaucoup de pages et respecter le nombre de pages limité. On rajoute seulement quelques dessins de définition (mise en plan) comme annexes, à savoir :

1. Annexe 1 dimension globale de la machine.
2. Annexe 2 éléments de machine.
3. Annexe 3 dimension de la structure de la machine.

Eléments de machine à acheter

4. Annexe 4 liste des éléments standards utilisé (boulons, roulement...).

Document technique support :

5. Annexe 5 document de choix de roulement.

III.6. Conclusion

D'après le livre *paint flow and pigments dispersion*, page 479, un disperseur est un mélangeur à grande vitesse muni d'un disque denté. Il sert en principe à effectuer des mélanges ou des dispersions. Nous avons pu concevoir cette machine industrielle grâce à la méthode de conception mécanique standardisée décrite au chapitre II, ainsi que les connaissances techniques et la maîtrise de la CAO acquises au cours du cursus universitaire. Toutes les pièces ont été dimensionnées et mise en plan pour être fabriquées. La structure de la machine est constituée des pièces découpées dans des poutres de type Channel euro standard UPN 140 sur mesure pour être assemblées par soudage à l'arc, et les plaques et nervures sont découpées dans des plaques métalliques de différentes épaisseurs. Ainsi que tous les éléments standard de la machine (boulons, roulements,...) ont été choisis analytiquement pour être achetés.

Conclusion Générale

Conclusion Générale

La conception mécanique est au cœur de la pratique professionnelle de l'ingénieur. A partir d'un cahier des charges, l'objectif du concepteur est de parvenir rapidement et efficacement à un avant-projet optimisé, qui est par la suite approuvé par in dossiers de définition (mises en plan). Dans ce mémoire qui consiste à un projet de conception d'un disperseur de la peinture, une méthodologie normalisée nous a guidés dans cette démarche, augmentant ainsi la compétitivité de l'entreprise manufacturière qui nous a accueillis. Cette méthodologie repose sur le « triangle de la conception » : calculs graphiques, CAO et assurance qualité. Appliqué au cours de projet, ces concepts permettent de guider un concepteur dans sa démarche dans presque n'importe quel projet de conception mécanique afin fournir un dossier complet et efficace de conception au client.

Enfin nous voulons soutenir et appui sur l'importance de la conception mécanique, dans la mesure où cette approche standardisée présente plusieurs points d'avantages vitaux et décisifs pour une entreprise de fabrication mécanique par rapport à la fabrication mécanique conventionnelle négligente (sans conception), qui malheureusement toujours encore présente dans l'industrie algérienne actuelle.

Références Bibliographiques

Références Bibliographiques

- [1] Sylvie ann Hart, Les industries de la fabrication métallique et électrique d'usage industriel, CSMOFMI, février 2000
- [2] Gilbert Riverin « Carte des emplois » PRODUCTION © Comité sectoriel de la main-d'œuvre dans la fabrication métallique industrielle Août 2006
- [3] Marc Landowski et Bertrand Lemoine « concevoir et construire en acier » Arcelor, Luxembourg, 2005
- [4] <https://www.hydrauliquesimple.com/verin-hydraulique/>
- [5] Pierre Mayé « Moteur électriques industrielles » 2005, 2011, 2021 11, rue Paul Bert ; 3e édition
- [6] (Article fait partie de l'offre Fonctions et composants mécaniques | Réf : BM5370 v1
Auteur(s) : Michel MORET, Pascal GUAY)
- [7] Gilbert Drouin « Elément de machines » éditions Presses inter Polytechnique, 1986
- [8] <https://www.alloprof.qc.ca/fr/eleves/bv/sciences/les-mecanismes-de-transmission-du-mouvement-s1436>
- [8] <https://braidwoodgear.com/systemes-transmission-mecanique/>
- [9] Klas Weman « procédé de soudage » Dunod, Paris, 2020
- [10] Agerskov, par Henning. "Assemblage par boulonnage de plaques d'extrémité pour les constructions en acier." (1979): 363-371.
- [11] Philippe Boisseau, Conception mécanique méthodologie et optimisation, 2016
- [12] patton (t.c.). – paint flow and pigments dispersion.479 p., interscience publishers a division of j. wiley and sons new-york, london,sydney (1979).

ANNEXES

Résumé

Conception d'un disperseur de la peinture

Le mémoire a été consacré à la conception d'un disperseur de peinture, une machine industrielle commandée par un client pour l'entreprise de fabrication mécanique hôte. Dans le premier chapitre, nous avons procédé à la définition des types d'entreprises qui travaillent dans ce domaine avec leur cycle de production ainsi que les éléments de la machine et les méthodes d'assemblage utilisées sur la machine conçue.

Le deuxième chapitre portait sur la conception mécanique, sa définition ainsi que la description détaillée de son approche et ses trois étapes. Le triangle de conception était l'un de nos points dans ce chapitre, qui se compose d'outils d'assurance qualité, de calcul graphique et de conception assistée par ordinateur (CAO).

Dans le troisième chapitre nous avons appliqué la méthode de conception à un projet réel proposé par l'entreprise d'accueil, qui consiste à concevoir un disperseur de peinture afin d'atteindre à un dossier de définition de la machine pour but de le réaliser (fabriquer) et livré au client.

Abstract

Design of a paint disperser

The thesis was devoted to the design of a paint disperser, an industrial machine ordered by a customer for the host mechanical manufacturing company. In the first chapter, we proceeded to the definition of the types of companies that work in this field of expertise with their production cycle, as well as the machine elements and the assembly methods used on the designed machine.

The second chapter dealt with mechanical design, its definition as well as the detailed description of its approach and its three phases. The design triangle was one of our points in this chapter, which consists of tools for quality assurance, graphic calculation, and computer aided design (CAD).

In the third chapter we applied the design method to a real project proposed by the host company, which consists of designing a paint disperser in order to reach at a definition file of the machine ready to be manufactured and delivered to the client.

