



Université Sidi Mohammed Ben Abdellah Fès
Faculté de Sciences et Techniques de Fès-Saïss
Département de génie mécanique



Mémoire de projet de fin d'étude pour l'obtention de la

Licence Sciences et Techniques

Spécialité : Conception et Analyse Mécanique

Thème :

**Etude et conception d'une machine de lavage des
pistons**

Lieu :

Floquet Monopole

Fès

Présenté par :

- Mohammed Maakoul
- Omar Ouzzine

Encadré par :

- Mr. H. Rached (Floquet Monopole)
- Mr. A. El Barkany (FSTF)

Soutenu le 10/06/2017 devant le jury :

- Pr. A El Barkany
- Pr. A El Khalfi

Dédicaces

On dédie ce modeste travail :

A nos parents qui nous leurs exprimons toutes nos gratitude, et à tous nos confrères

A tous nos professeurs qui nous transmettiez les informations à foison et sans parcimonie durant tout une année et surtout à monsieur El Barkany pour son dévouement.

Et finalement à ceux qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce projet.

Remerciements

A l'issue de ce projet de fin d'études, on tient à exprimer nos remerciements et reconnaissances à toute personne qui y a contribué de près ou de loin à son élaboration.

A notre encadrant de stage Mr le professeur **A. EL BARKANY** à qui nous sommes vraiment redevables et pour son assistance et sa contribution à l'avancement de ce travail. Nous le remercions aussi pour sa disponibilité et pour toutes les remarques et les précieux conseils prodigués.

À Monsieur Mohammed Iraqi, Directeur de la SMFN - Floquet monopole Fès pour nous avoir accordé l'opportunité d'approfondir nos connaissances professionnelles.

A Mr H. **RACHED** de la société SMFN, pour son aide précieuse, pour les informations et notices techniques qui nous ont fourni, ainsi que pour leur disposition et générosité.

A tous les enseignants de la FSTF qui ont contribué à notre formation pendant ces trois années d'études et particulièrement aux enseignants du département génie mécanique.

A tout le personnel de l'entreprise qui ont contribué de près ou de loin à l'élaboration de ce rapport pendant notre stage et qui nous ont donné toutes les facilités nécessaires pour conclure notre travail.

Notre profonde gratitude s'adresse également à Monsieur Jamal pour son accueil chaleureux et sa sympathie.

Merci notamment à tous ceux que nous avons omis de citer, pour leur gentillesse, leur bonne humeur et leur amitié.

Sommaire

INTRODUCTION GENERALE.....	5
CHAPITRE I : PRESENTATION DE LA SOCIETE FLOQUET MONOPOLE.....	6
I. PRESENTATION DE LA SOCIETE.....	7
1. HISTORIQUE	7
2. ORGANIGRAMME DE LA SOCIETE.....	7
3. ORGANISATION TECHNIQUE DE LA SMFN.....	8
4.1 PRODUITS FABRIQUES (PISTON).....	9
4.2 Définition.....	9
4.3 Les différentes phases de la production.....	11
CHAPITRE II : CONCEPTION DE LA PARTIE MECANIQUE DE LA MACHINE.....	13
I. INTRODUCTION	14
II. PROBLEMATIQUE.....	14
III. CAHIER DES CHARGES.....	14
IV. Analyse Fonctionnelle.....	15
1. Bête à cornes.....	15
2. Diagramme des interactions(pieuvre).....	16
3. Diagramme SADT.....	17
4. Diagramme FAST.....	19
V. PRESENTATION GENERALE DE LA MACHINE	21
1. Description du fonctionnement de la machine.....	21
2. Les différents composants de la machine.....	22
3. Dessin de définition.....	29
CHAPITRE III : ETUDE STATIQUE, CALCUL ET DIMENSIONNEMENT DU SYSTEME.....	30
I. Etude mécanique.....	31
1. Etude de la pompe.....	31
2. Etude du convoyeur.....	35
2.1 Calcul de la vitesse du convoyeur.....	35
2.2 Calcul de la longueur de la courroie du convoyeur.....	36
2.3 Dimensionnement du moteur d'entraînement du convoyeur.....	36
a Structure du moteur.....	36
b Calcul de la puissance du moteur.....	37
2.4 Choix du moteur.....	38
3. Calcul RDM.....	38
3.1 Profilé intermédiaire-jambe.....	38
3.2 Profilé intermédiaire-rouleaux-paniers.....	42
3.3 Cuve-récipient de récupération de l'eau.....	45
II. Justification du choix des matériaux.....	46
CHAPITRE IV : AUTOMATISATION DE LA MACHINE.....	48
I. Cahier des charges fonctionnel.....	49

II. Généralités sur l'automatisation.....	49
1. Introduction.....	49
2. Le but de l'automatisation.....	49
3. Structure d'un système	50
III. Choix de l'automate.....	50
IV. Présentation de l'automate LOGO.....	50
V. Choix du capteur de position.....	50
1. Critères du choix.....	50
2. Choix de famille du détecteur.....	50
3. Câblage des détecteurs.....	53
4. Conclusion.....	54
VI. Automatisation de la machine.....	54
CHAPITRE V : ETUDE FINANCIERE.....	55
I. Objectif.....	56
II. Estimation des coûts.....	56
Conclusion	57

INTRODUCTION GENERALE

L'industrie des composants moteurs automobile s'est engagée au cours de ces dernières années dans d'importants investissements de telle sorte à augmenter et diversifier la production afin de satisfaire le besoin croissant du marché et réduire l'impact de la forte concurrence.

Pour atteindre cet objectif le groupe SMFN a porté ses investissements sur tous les aspects de production " fonderie, CAO, unité de réalisation des moules, parc machines, laboratoire de contrôle etc.

C'est dans cette optique que s'inscrit notre projet effectué au sein de la société Floquet Monopole et dont le principal objectif est la conception d'une machine de lavage industriel.

Ce travail requiert un plan de travail, qui commence par une visite générale de l'usine afin de localiser dans quelle étape du procédé de fabrication s'inscrit notre projet, puis une étude bien détaillée de notre machine en précisant le choix de ses différents composants.

A la lumière des résultats obtenus, nous avons établi une étude de l'automatisation de notre système ; en justifiant le choix de notre automate programmable ainsi que le capteur.

Le plan de notre travail se présente comme suit :

Le premier chapitre sera réservé à la présentation de la société pour laquelle le projet a été conçu et sera mis en pratique.

Le deuxième chapitre sera sensé de traiter la problématique pour introduire à notre projet.

Le troisième chapitre sera consacré à la présentation du projet et les différentes étapes

De sa réalisation.

CHAPITRE I

PRESENTATION DE LA SOCIETE

FLOQUET MONOPOLE

1 Présentation de Floquet Monopole (SMFN)

1.1 Historique

Créée en 1981, dans le quartier industriel Sidi Brahim, lot 59, rue 813 Fès, la Société Marocaine des Fonderies du Nord (SMFN), Floquet Monopole (FM) est une société de fabrication par moulage des pistons en alliage d'aluminium. SMFN sous licence d'une société française qui fait partie du groupe Dana Américaine, a été évaluée, jugée conforme aux exigences de la norme ISO 9001 version 2000 et ISO TS 16949. La SMFN est une société anonyme dont le capital est : 21.800.000 DHS et qui réalise un chiffre d'affaire de plus de 80 millions DHS par an.

1.2 Organigramme de la société

Définition : L'organigramme est une représentation schématique des liens fonctionnels, organisationnels et hiérarchiques d'une entreprise. Il sert ainsi à donner une vue d'ensemble de la répartition des postes et fonctions au sein d'une structure. Cette cartographie simplifiée permet de visualiser les différentes relations de commandement ainsi que les rapports de subordination d'où une vision simple et claire des structures complexes.

L'organigramme peut être établi sous diverses formes (trèfle, château, pyramide) pour un résumé graphique d'une organisation. La Société Marocaine de Fonderie de Nord est divisée en plusieurs services dont chacun remplit des tâches bien précises et l'ensemble contribue à optimiser les conditions de production et la qualité du produit.

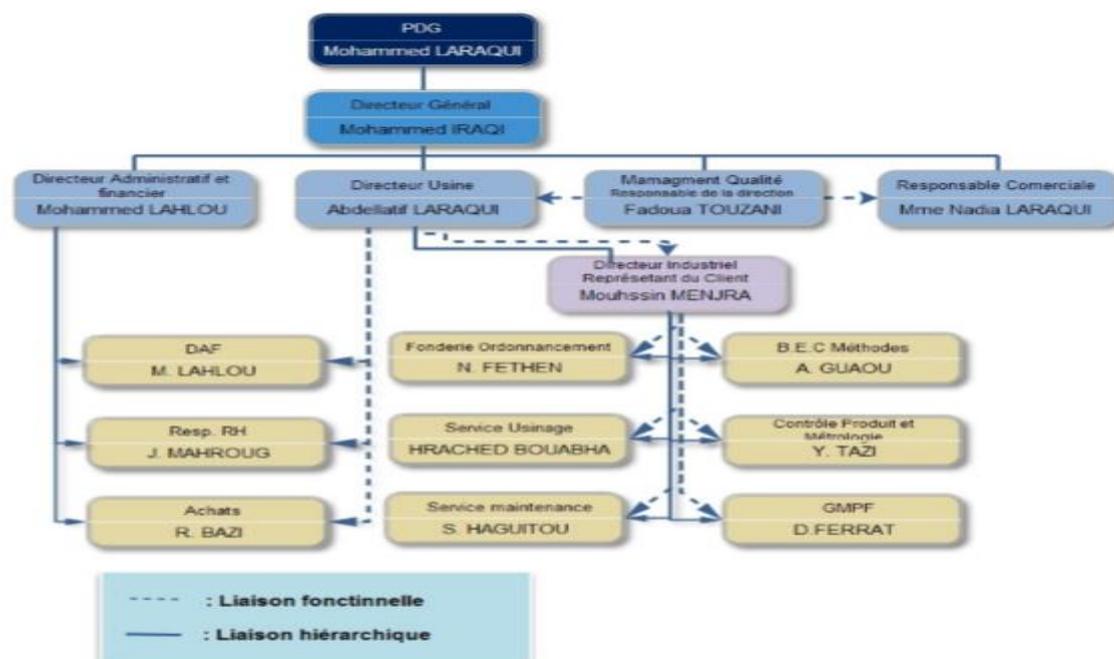


Figure1.1 : Organigramme de la société

1.3 Organisation technique de la SMFN

Elle est constituée de plusieurs services qui assurent le bon déroulement des procédés de fabrication et de contrôle. Parmi ces services on trouve :

- Le bureau de Méthodes : consiste à étudier et à préparer la fabrication, donc à prévoir, préparer, lancer puis superviser le processus d'usinage permettant de réaliser des pièces conformes au cahier des programmes de production donné, dans un contexte technique, humain et financier déterminé.
- Le bureau d'étude et de développements : sert à étudier un mécanisme, à concevoir le fonctionnement, choisir les matériaux constitutifs, préciser les formes, les dimensions et l'agencement en vue de la fabrication. Cette étude se concrétise par l'exécution de dessins accompagnés de spécifications précises ne laissant place à aucune ambiguïté.
- Le service fonderie : est responsable de la production fonderie tant au niveau de la qualité, que de la quantité, il est chargé de faire respecter les procédures et les règles de sécurité dans le travail.
- Service maintenance : comporte une maintenance préventive qui est effectuée selon des critères prédéterminés, dans l'intention de réduire les problèmes techniques éventuels, et une maintenance corrective qui est effectuée après défaillance, ainsi qu'une maintenance systématique qui a pour fonction de remédier sur-le-champ.
- Le service qualité : C'est un service qui assure le bon fonctionnement grâce à ses caractéristiques qui lui donnent l'aptitude à satisfaire des besoins exprimés et implicites. Ces besoins peuvent évoluer avec le temps, ceci implique la révision périodique des exigences pour la qualité. Les besoins peuvent inclure, par exemple, des aspects de performances, de facilité d'emploi, de sûreté de fonctionnement, de sécurité, des aspects économiques et esthétiques.
- Le service contrôle : Ce service a pour rôle de contrôler, l'action de mesurer, d'examiner, d'essayer, de passer au calibre une ou plusieurs caractéristiques d'un produit ou d'un service et de les comparer aux exigences spécifiées en vue d'établir leur conformité.
- Le service ordonnancement : C'est un service qui s'occupe du positionnement réel dans le temps, des dates de début et de la fin des opérations (ou groupes d'opérations) afin de tenir les détails de fabrication. Ces états sont utilisés lors du lancement.
- Le service ressources humaines : Il occupe une grande importance au sein de la société SMFN, il est chargé de toutes les fonctions administratives et professionnelles de l'ensemble du personnel de l'usine.
- L'atelier mécanique : Il est chargé de réaliser les pièces unitaires d'après les dessins de définition que le BED et le BM fournissent et aussi les pièces demandées par le service maintenance.

1.4 Produit Fabriqué

1.4.1 Définition

Un piston est une pièce rigide de section généralement circulaire couissant dans un cylindre de forme complémentaire. Le déplacement du piston entraîne une variation de volume de la chambre, partie située au-dessus du piston, entre celui-ci et le cylindre. Un piston permet la conversion d'une pression en un travail, ou réciproquement. Outre ces deux rôles primordiaux, le piston a d'autres rôles tout aussi importants pour le bon fonctionnement du moteur :

- Aspirer le mélange de gaz dans la chambre de combustion lors de sa descente.
- Expulser les gaz brûlés lors de sa remontée.
- Evacuer la chaleur créée par les explosions répétées.
- Assurer l'étanchéité entre la chambre de combustion et le carter du vilebrequin rempli d'huile.
- Résister à la très forte chaleur et aux contraintes mécaniques.

Et enfin, il doit être le plus léger possible pour diminuer les masses en mouvement. (Plus le piston est léger, plus l'explosion servira à faire avancer la moto plutôt qu'à déplacer le piston. Il est évidemment de même pour toutes les pièces mobiles du moteur).

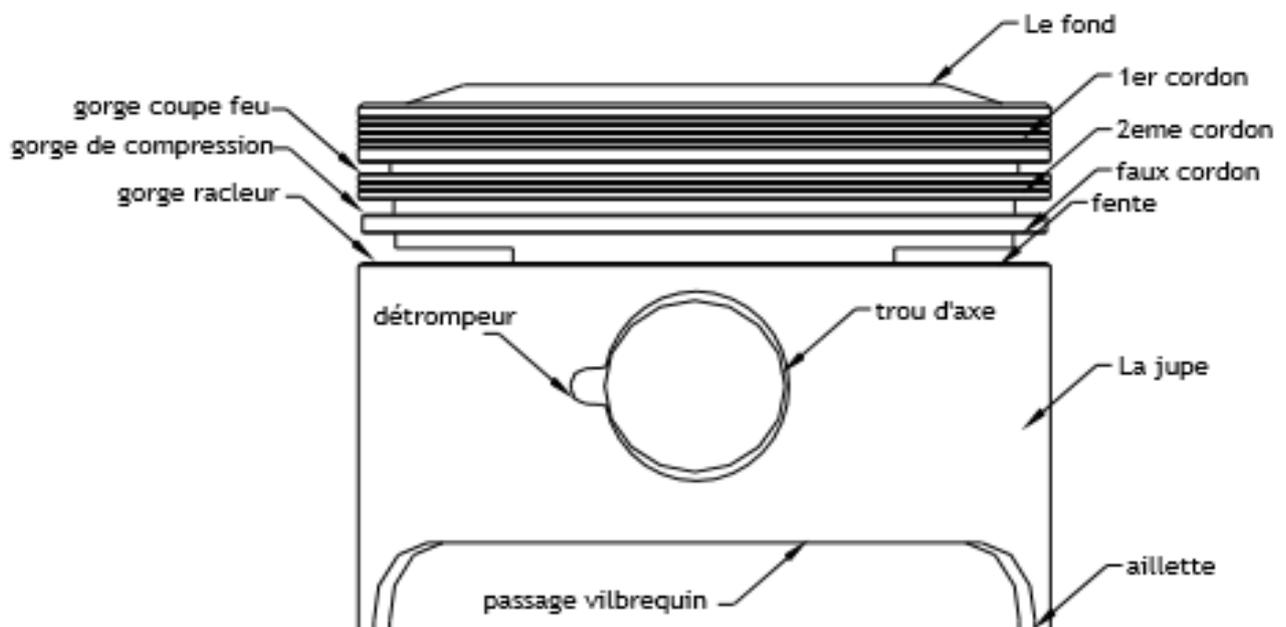


Figure 1.2 : Différentes parties du piston

1.4.2 Les principaux éléments du piston

➤ La tête du piston

Pour une analyse plus détaillée, commençons du côté de tête de piston. Celle-ci assure la partie compression/évacuation des gaz. Sa forme est liée à celle du cylindre. Il existe plusieurs formes de tête de piston :

- Les têtes plates, surtout présentes sur les moteurs 2 temps et moins sur les moteurs quatre temps, dans notre cas nous avons choisi un piston à tête plate.
- Les têtes convexes, avec des empreintes en regard avec les soupapes. La partie convexe permet d'avoir des chambres de combustion plus performantes (meilleure inflammation des gaz, évacuation plus facile et rapide, meilleur refroidissement de la bougie) et des compressions plus élevées. Les empreintes sont légèrement plus grandes que le diamètre des têtes de soupapes, ce qui évite au piston et aux soupapes de se toucher (ce qui pourrait être le cas lors d'un affolement de soupape ou d'un léger dérèglement de la distribution).

Pour supporter les explosions, les têtes de piston subissent de plus en plus de traitement de surface afin de les renforcer (ex : traitement avec nickel, graphite ...), de plus pour obtenir une meilleure évacuation de la chaleur, les têtes sont améliorées par des nervures sur leurs verso et ainsi la surface d'échange thermique augmente et permet de mieux dissiper rapidement un surplus de chaleur.

➤ Les segments piston

Les segments sont des anneaux "élastiques" ouverts qui se logent dans des gorges usinées dans la tête du piston. Ils assurent l'étanchéité entre la chambre de combustion (les gaz chauds) et l'huile dans le carter du vilebrequin. Ils assurent aussi l'évacuation de la chaleur de combustion vers le cylindre. Les 3 types de segments sont :

- **Le segment de feu** est le segment en contact avec les gaz. Lors de l'explosion, il est plaqué contre le piston (dans sa gorge) et contre le cylindre, ce qui assure quasiment toute l'étanchéité.
- **Le segment d'étanchéité ou de compression** assure l'étanchéité totale des gaz en arrêtant ceux qui seraient passés par la coupe du segment de feu. Sa coupe est décalée ou tiercée par rapport à celle du segment de feu.
- **Le segment racleur** assure l'étanchéité au niveau de l'huile, il doit "racler" l'huile des parois du cylindre pour éviter qu'elle soit brûlée au cycle suivant.

➤ La jupe du piston

La jupe du piston est la partie qui se situe en dessous du dernier segment et sert au guidage du piston dans le cylindre. Elle peut être complète ou réduite.

Le but de cette réduction est de réduire le poids du piston et les frottements de la jupe sur le cylindre afin d'améliorer les performances du moteur à haut régime. L'état de surface de la jupe est donc primordial pour assurer une bonne lubrification, parfois un traitement de surface peut être appliqué sur le piston ou uniquement sur la jupe, celle prendra alors une coloration grise foncée voire noire.

➤ L'axe du piston

L'axe du piston permet de relier le piston à la bielle. L'axe doit être extrêmement résistant de par ses dimensions et les matériaux utilisés, car il subit et transmet les efforts mécaniques dus aux explosions. Il est aussi parfaitement poli pour tourner dans la bille ou dans le piston (parfois les deux). La plupart du temps l'axe du piston est creux pour diminuer le poids de l'équipage mobile sans diminuer sa résistance. Il est généralement maintenu latéralement par ces circlips ou joncs d'arrêt dans le piston, et peut être monté libre ou serré dans la bielle.

1.4.1 Différentes phases de réalisation du produit

1. Conception : Le bureau d'étude et de développement conçoit le moule pour la coulée. Les calculs sont effectués avec minutie sinon la moindre erreur pourrait avoir des conséquences graves au niveau de la production.

2. Le bureau de méthode : il a pour rôle lorsqu'un piston est demandé d'établir :

- Les gammes d'usinage.
- Les dessins des montages d'usinage et de contrôle.
- Les dessins des outillages de production et de contrôle.

3. L'atelier mécanique : Après les calculs et les dessins réalisés par le BED et le BM cet atelier se charge de réaliser le moule et les montages d'usinage et de contrôle.

4. Coulage de présérie : Le moule réalisé doit être testé pour savoir s'il va obtenir des bonnes pièces ou non.

5. Démasselottage : Après l'obtention du brut il faut enlever le système de coulé et la masselotte suivant les dimensions du piston.

6. Contrôle destructif par tournage : Pour s'assurer de la qualité de la coulée, il est indispensable voir nécessaire de faire un contrôle destructif dans ce cas par tournage. Cette opération consiste à prélever des pistons pour chaque creuset et pour chaque moule à la fréquence d'une pièce par jour et par référence.

7. Stabilisation : La fonderie est dotée de deux fours de stabilisation pour le traitement thermique des pistons. Les pièces sont passées dans le four de stabilisation (220°C pendant 10 heures) pour réguler la dureté.

8. Zone d'attente : Après la stabilisation on la zone d'attente avant l'usinage. Les pistons sont mis dans des bacs avec des fiches d'identification indiquant sa référence.

9. Usinage : L'usinage se fait à l'aide des contrats de phase élaborer par le BM.

10. Marquage : Se fait avant le contrôle et suivant la demande du client. Elle se fait soit manuellement soit automatiquement.

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

- Contrôle visuel vérifiant :
 - Des défauts d'usinage.
 - Des défauts accidentels.
 - Des défauts de marquage.

12. Etamage-Graphitage :

- Etamage : opération qui consiste à déposer une couche de carbonate de soude sur la jupe du piston.
- Graphitage : opération qui consiste à déposer une couche de graphite sur la jupe du piston.

13. Super Contrôle : Après l'étamage ou le graphitage les pistons expédiés au magasin pour y subir un super contrôle. Dans cette section on fait le contrôle :

- Du trou d'axe.
- Des gorges avec des cales étalons d'une grande précision.

14. Emballage : Si les pièces ont passé l'étape du super contrôle il vient alors le rôle de l'emballage. La SMFM a de nombreux clients à travers le monde notamment : France, Libye, Tunisie, Iran, Nigéria ...

CHAPITRE II

CONCEPTION DE LA PARTIE MECANIQUE DE LA MACHINE

I. Introduction

Dans le contexte économique actuel, le secteur industriel est soumis à une pression concurrentielle très forte. Floquet Monopole, dans le cadre d'une politique générale, a visé l'ancrage des méthodes d'amélioration continue et de fiabilisation dans les différentes lignes de production afin de garder sa place dans le marché pour obtenir les résultats attendus et répondre aux exigences, alors ceux-ci sont les atouts principaux de toute démarche efficace permettant d'obtenir des résultats tangibles.

Les objectifs de notre PFE ont été fixés en adéquation avec les données disponibles et les différentes contraintes existantes : Moyens alloués (matériels et humains), délais etc. ainsi qu'une planification bien étudiée et respectée pour arriver à la concrétisation des différentes tâches programmées.

Le but de ce chapitre est de présenter la problématique du projet, le cahier des charges, la démarche suivie pour répondre au besoin de l'ensemble des parties prenantes du projet et le plan d'action.

II. Problématique

L'entreprise suit un mode de lavage qui se base sur l'émersion des pistons dans un bac d'une façon manuelle ce qui prend un peu de temps durant le processus et par conséquent une production assez basse ainsi qu'une rentabilité est fiabilité insatisfaisante.

Dans ce cadre, on nous a demandé de concevoir une machine de lavage qui peut répondre et s'acquitter aux maints besoins que ce mode actuel ne peut guère y répondre.

III. Cahier des charges

A la recherche de l'ultras propreté, on a taché de bien optimiser le temps et d'avoir plus de production, ainsi que d'augmenter la fiabilité et la rentabilité pour faire face au gaspillage de l'eau, on ne peut pas oublier l'attente de la sécurité qui présente un fardeau ultime au sein de chaque entreprise et qu'elle doit être tant bien que mal accomplie.

Cette innovation et ce fait d'introduire cette nouveauté à la société peut s'acquitter aux différentes exigences technologiques actuelles qui peuvent assujettir un rendement assez élevé et garantir une longue durée de vie même dans les conditions de travail les plus dur es.

On a eu quelques exigences à respecter de la part des responsables de l'usine telles que :

- ❖ Avoir un cout optimum.
- ❖ Minimiser le temps de lavage des pistons.
- ❖ Avoir plus de production.
- ❖ Eviter le gaspillage de l'eau.
- ❖ Réaliser plus de rentabilité, fiabilité et de longévité.
- ❖ Assurer une bonne accessibilité.
- ❖ Concevoir un système de circulation du liquide sous pression.

On conclut que l'objectif à atteindre est de transférer 25% à 35% des activités de correction en prévention, alors c'est l'objectif réaliste que l'on peut espérer atteindre après quelques mois d'implantation. Voici donc l'économie ou les gains directs que l'on peut obtenir :

- ❖ Augmentation de 15% à 20% de la productivité du personnel d'entretien.
- ❖ Une réduction de 25% à 50% en termes de temps d'arrêt imprévus.
- ❖ Une réduction de 2.5% à 5% sur les couts d'énergie pour les équipements.
- ❖ Une diminution de 20% à 40% du temps supplémentaire (10% même le premier mois).
- ❖ Une réduction de 10% à 25% sur les couts de pièces de rechange.

IV. Analyse fonctionnelle

1. Bête à cornes

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

A quoi sert la bête à cornes ?

Dès le lancement d'un projet d'innovation, il est nécessaire d'explicitier simplement le besoin primaire, c'est-à-dire l'exigence principale. Son but doit être de satisfaire un besoin exprimé ou non par l'utilisateur.

L'usage d'un nouveau produit ou service doit générer des fonctions de services que la bête à cornes permet d'identifier et de caractériser. Les fonctions sont exprimées sous formes de verbes à l'infinitif.

Comment utiliser la bête à cornes ?

Pour établir la bête à cornes d'un produit, il est nécessaire de se poser les questions suivantes :

- ❖ « **A qui mon produit rend-il service ?** » : C'est la cible-utilisateur du futur produit.
- ❖ « **Sur quoi agit mon produit ?** » : C'est la matière d'œuvre que va transformer mon produit ou sur laquelle mon produit va agir.
- ❖ « **Quel est le but de mon produit ?** » : C'est la fonction principale de mon produit, son intérêt. A quoi sert l'innovation ?



Figure 2.1 : Diagramme bête à cornes

On peut établir le diagramme bête à cornes de notre projet comme suit :

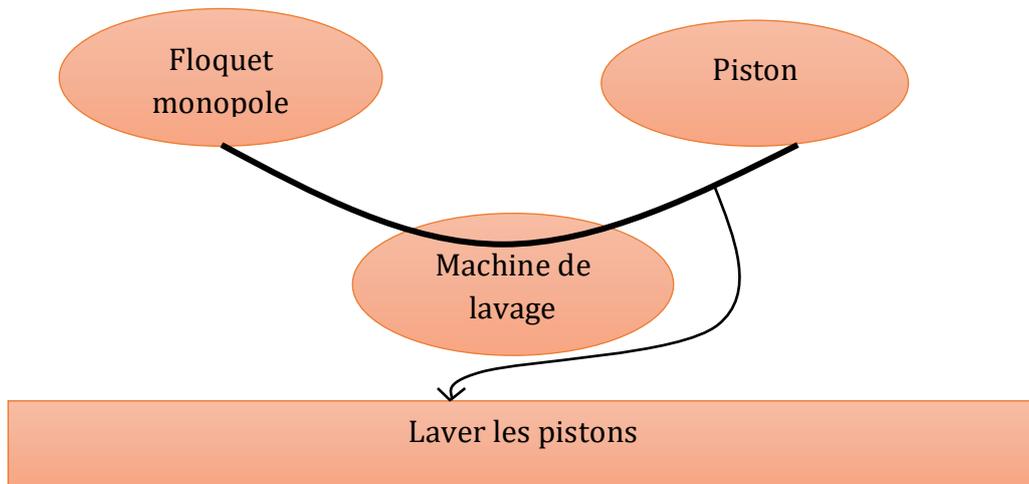


Figure 2.2 : Diagramme bête à cornes de la machine de lavage

2. Diagramme des interactions (Pieuvre)

L'outil "diagramme pieuvre" est utilisé pour analyser les besoins et identifier les fonctions de service d'un produit. Le diagramme "pieuvre" met en évidence les relations entre les différents éléments du milieu environnant et le produit. Ces différentes relations sont appelées les fonctions de service qui conduisent à la satisfaction du besoin : Changer la position de la toile en fonction des conditions météorologiques.

Principe : Le produit est en relation avec certains composants du milieu extérieur repérés 1, 2, 3 ou 4. Il crée une ou des relations entre 1 et 2. Il doit s'adapter à 3 et il agit sur 4. Il remplit des fonctions.

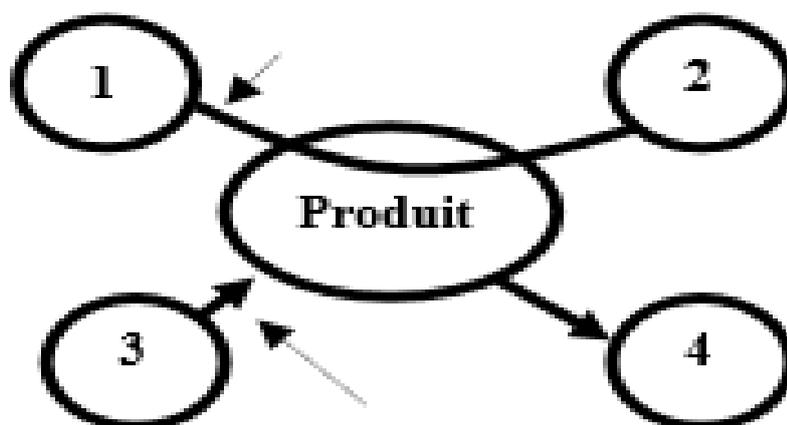


Figure 2.3 : Diagramme pieuvre

Le diagramme pieuvre de notre travail peut s'effectuer sous la forme suivante :

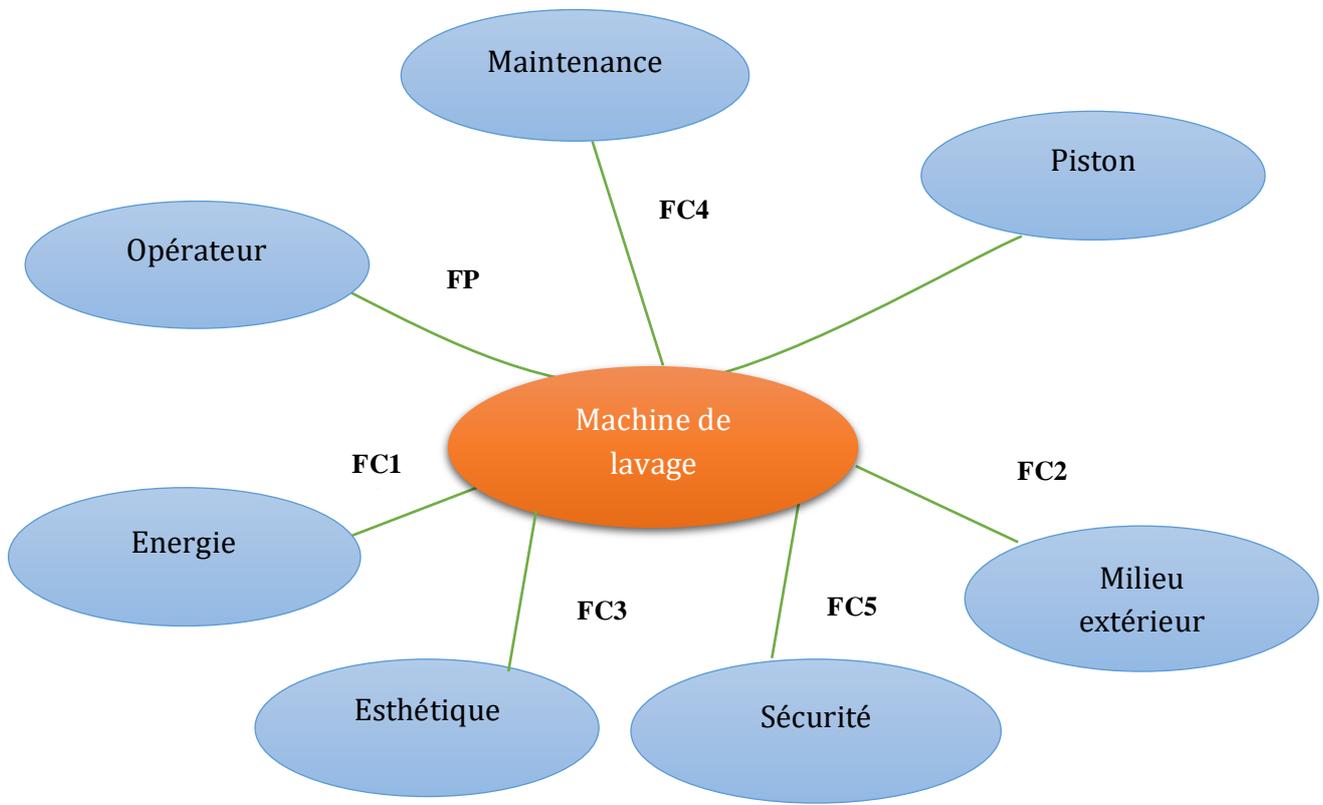


Figure 2.4 : Diagramme Pieuvre de la machine de lavage

FP	Poser manuellement le panier des pistons
FC1	Alimenter la machine par une énergie électrique.
FC2	Etre adaptable au milieu extérieur.
FC3	Plaire l'utilisateur.
FC4	Etre maintenable.
FC5	Etre sécurisée pour l'opérateur.

Figure 2.5 : Tableau des fonctions

3. Diagramme SADT :

Définition : L'acronyme S.A.D.T signifie : Structured Analysis and Design Technic. Cette méthode a été mise au point par la société Softech aux Etats Unis. La méthode SADT est une méthode d'analyse par niveaux successifs d'approche descriptive d'un ensemble quel qu'il soit. On peut appliquer le SADT à la gestion d'une entreprise tout comme à un système automatisé.

Objectifs d'une analyse S.A.D.T

L'objectif de cette étude doit mener les intervenants (ingénieurs, techniciens, opérateurs) à un tout qui soit cohérent et homogène avec le système à étudier.

Dans n'importe quel système automatisé, circulent un certain nombre de flux de données. Les flux les plus caractéristiques sont :

- Les flux de pièces : flux qui caractérisent la valeur ajoutée à un produit.
- Les flux d'informations : ces flux vont permettre à l'outil de production de pouvoir évoluer.
- Les flux énergétiques.
- les flux divers (copeaux, fluides de coupe, rejets divers, etc....).

L'analyse SADT va permettre d'organiser ces flux de données pour donner une vision globale du système puis par une analyse des niveaux successifs, permettre de préciser de plus en plus finement le rôle de chacun des éléments du système. La finesse de cette description dépendra directement des besoins des utilisateurs.

Avantages

- ❖ Structure hiérarchisée par niveau permettant une clarification et une décomposition analytique de la complexité d'un système.
- ❖ Diagramme intemporel.
- ❖ Économie de temps.

Inconvénients

- ❖ Pas de représentation séquentielle ;
- ❖ Absence d'opération en logique booléenne (ET, OU, etc.) ;
- ❖ Impossibilité d'une vue globale, sauf au « niveau le plus haut ».

Représentation des fonctions

Chaque fonction est représentée par une boîte (ou un bloc). Une boîte SADT est située dans son contexte avec les autres boîtes ou modules, par l'intermédiaire de flèches de relation. Ces flèches symbolisent les contraintes de liaisons entre boîtes.

Voici le diagramme SADT de notre projet :

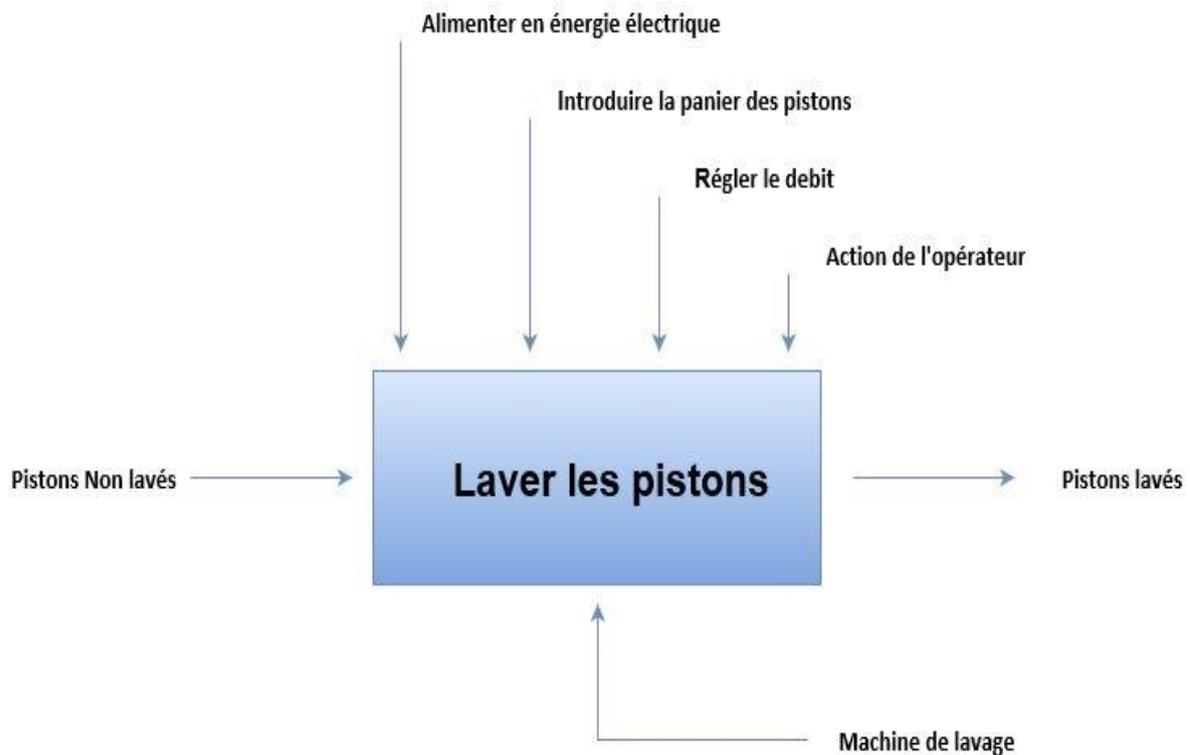


Figure 2.6 : Diagramme SADT de la machine de lavage

4. Diagramme FAST :

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

Objectif :

A partir d'une fonction identifiée, la décomposer logiquement pour aboutir aux solutions technologiques.

Principe de présentation :

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

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

Ce diagramme se construit de la gauche vers la droite à partir de l'énoncé d'une fonction.



Figure 2.7 : Diagramme FAST

Tout déplacement vers la droite répond à la question : Comment réaliser cette fonction ? (Comment est réalisée la fonction i ? Par la fonction k.)

Tout déplacement vers la gauche répond à la question : Pourquoi réaliser cette fonction ? (Pourquoi est réalisée la fonction k ? Parce ce qu'il faut réaliser la fonction i.)

Il est complété vers le haut ou vers le bas pour définir les fonctions devant être assurées simultanément ou en alternative.

La représentation du diagramme de notre travail est donc la suivante :

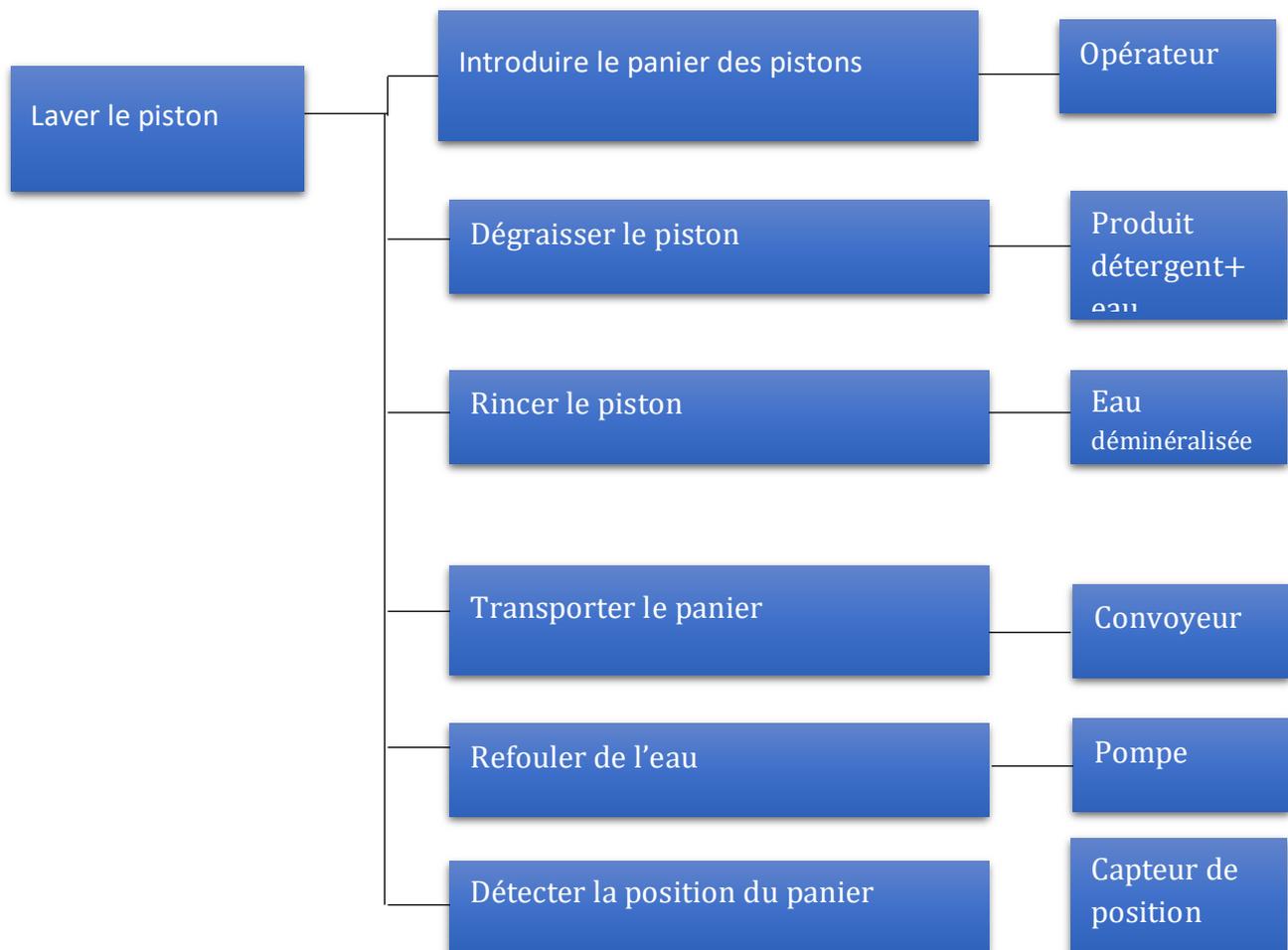


Figure 2.8 : Diagramme FAST de la machine de lavage

V. PRESENTATION GENERALE DE LA MACHINE

1. Description du fonctionnement de la machine

C'est une machine de lavage industriel qui effectue trois processus fondamentaux pour le lavage des pistons, alors ces opérations se font dans trois différents compartiments alignés tout au long d'un convoyeur assurant la translation d'un panier contenant dix pistons. Les différentes zones de lavage sont équipées de réservoirs indépendants avec leurs propres pompes, tuyauteries et systèmes de filtration, et la conception intérieure évite au maximum le passage des solutions d'une zone à l'autre, ce qui permet l'emploi de différents produits avec la même machine de lavage. À savoir :

- Compartiment de lavage : avec de l'eau chaude à 40 °C qui sort de quatre canalisations pour garantir un lavage efficace en se servant des produits détergents destinés à décoller efficacement les restes accrochés plus ou moins fortement aux pistons. À l'élévation de la température et à l'action mécanique des jets liés à la puissance de la pompe s'ajoute la durée du contact solution du produit.
- Compartiment de rinçage : ce poste a pour but d'évacuer les produits nettoyants du piston avec de l'eau déminéralisée à 40 °C qui ne contient aucun ion sans quasiment aucune impureté afin d'éviter la précipitation des éléments minéraux lors du séchage et pour que le piston devienne net et brillant.
- Compartiment de séchage : l'étape du séchage tient dans le soufflage sur les pistons par la circulation forcée d'air chaud dont la température est de 80 °C dans l'enceinte pour qu'ils soient livrés par la suite à la place du contrôle. L'air est chauffé par une résistance ou un échangeur alimenté en vapeur.

Positionnement des pièces sur le convoyeur à rouleaux

Le transport du panier est assuré par un convoyeur à rouleau à vitesse constante. Il s'agit généralement de rouleaux espacés les uns des autres et liés par une courroie pour permettre le passage de l'eau projetée.

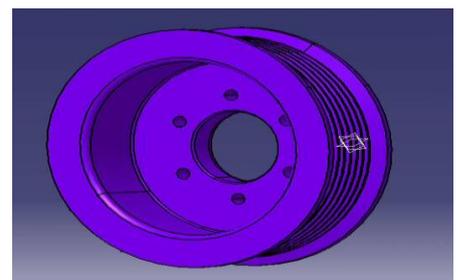
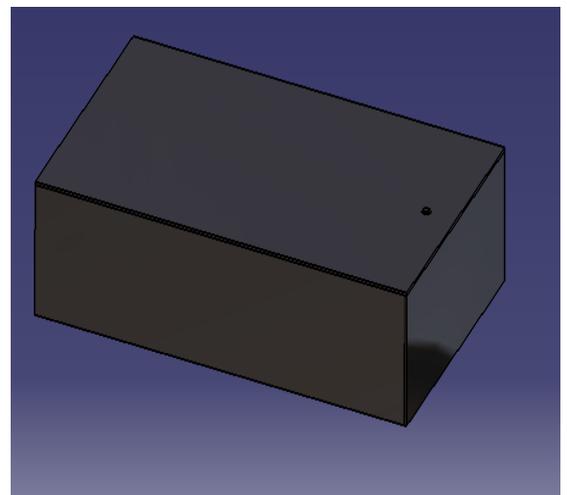
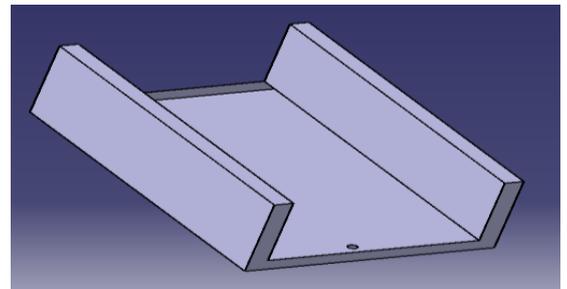
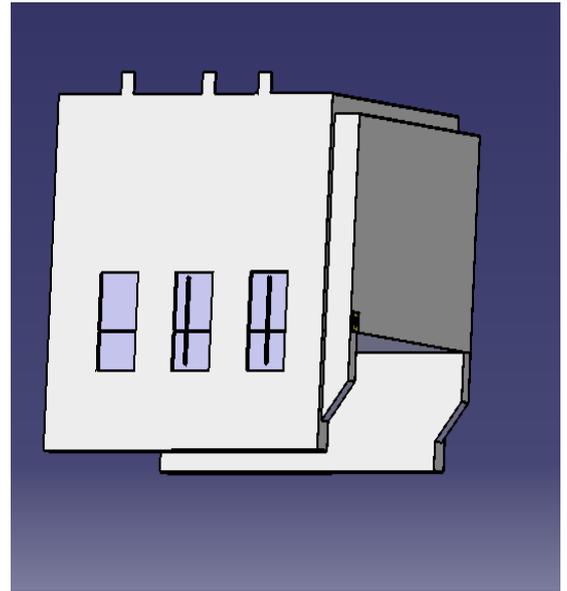
Les paniers être placés directement sur le convoyeur, par l'opérateur en respectant des guides pour affirmer un lavage efficient ...

Accessibilité

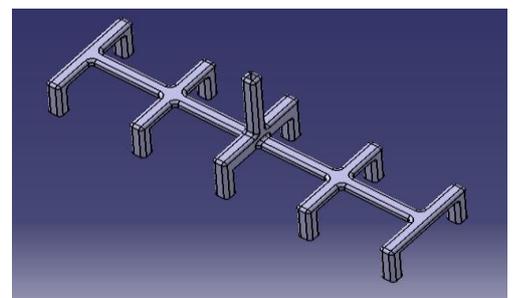
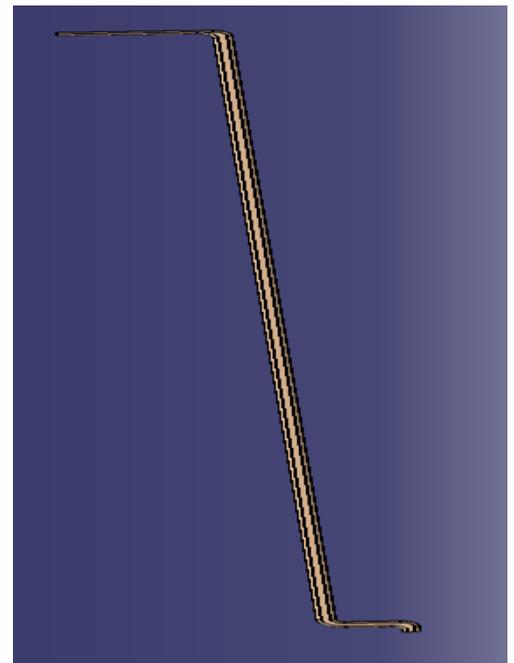
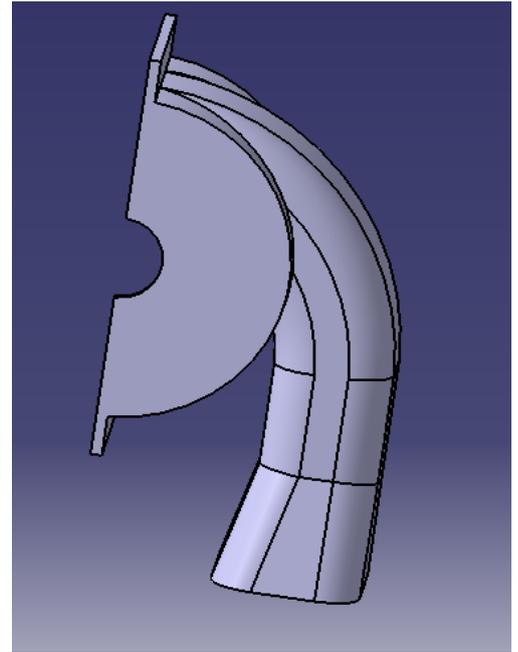
L'accessibilité à l'intérieur de la machine de lavage pour réaliser des tâches de nettoyage et de maintenance est un critère d'une grande importance dans la conception d'une installation. Pour cette raison, notre laveuse est équipée de portes latérales de visite dans les chambres qui simplifient l'accès à l'intérieur des chambres ainsi que la réalisation de tâches telles que le remplacement ou le nettoyage des buses d'aspersion.

2. Les différents composants de la machine

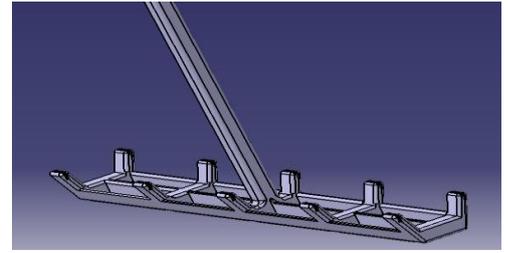
- ❖ **Cuve** : c'est un élément principal qui sert à couvrir la machine afin d'empêcher la propagation de l'eau à l'extérieur et éviter donc les fuites de chaleur et contribuer aux économies d'énergies. En revanche, cette sorte d'isolation permet également de réduire le bruit émis par la machine et de l'ajuster au niveau acoustique légal en vigueur. Comme il est mentionné ci-contre, la cuve est équipée de trois fenêtres, une pour le compartiment de lavage, la deuxième réservée pour le compartiment du rinçage et la troisième pour la chambre de séchage, alors le but est pour faciliter l'accès à ces compartiments en cas d'une panne ou d'un problème.
- ❖ **Plaque métallique** : ce composant est en contact avec la cuve, il est fait pour bien garantir la circulation de l'eau projetée durant les processus susmentionnés afin d'éviter toute sorte de glissement de l'opérateur.
- ❖ **Récipient pour la récupération de l'eau** : ce récipient consiste en un système de collecte et de récupération de l'eau projetée des différentes étapes du lavage dont la perspective est de l'utilisation ultérieure c'est-à-dire son recyclage pour qu'elle soit réutilisée par la suite car la réutilisation de l'eau est devenue une condition impérative. Conséquemment, le gaspillage de l'eau va diminuer d'une façon remarquable ce qui va permettre de répondre notamment aux besoins industriels, et en même temps c'est une technique lucide et respectueuse de l'environnement.
- ❖ **Poulie** : Une poulie est une machine simple, c'est-à-dire un dispositif de mécanique élémentaire. Elle est constituée d'une pièce en forme de roue servant à la transmission du mouvement. La poulie est utilisée avec une courroie, une corde, une chaîne ou un câble et la forme de la jante étant adaptée aux cas d'utilisation.



- ❖ **Ventilateur** : cet élément est un appareil destiné, comme son nom l'indique, à créer un vent artificiel, un courant d'air. Il est de type axial centrifuge avec aube curve vers l'avant adaptés à tous les domaines d'application dans une pression basse, moyenne ou élevée. Ce genre de ventilateur est spécialement conçu pour répondre à la majorité des problèmes de ventilation de fosses, cuves, citernes, caves, puits, foudres, locaux. La grande maniabilité de ce ventilateur centrifuge lui permet de s'adapter aux opérations les plus diverses de lavage. Il maintient l'air de la chambre de séchage en recirculation permanente. Il aspire l'air à travers les résistances et le refoule vers les tuyères distribuées dans toute la zone qui projettent à leur tour l'air chaud sur les pièces.
- ❖ **Tuyau en cuivre écroui** : c'est un tube rigide qui relie entre la pompe et la canalisation, il est fait spécialement en cuivre pour avoir des caractéristiques élevées de conductibilité thermique. Le fait d'avoir choisi le cuivre c'est qu'un matériau par excellence du plombier pour ce qui est de la distribution de l'eau, qu'elle soit froide ou chaude. Le cuivre est un matériau noble et résistant qui peut servir pour bien accomplir nos tâches, ainsi, il est recyclable, de faible coefficient de dilatation, d'excellente conductivité thermique, il a de faibles pertes de charge, une résistance mécanique élevée, une bonne Imperméabilité à l'oxygène, solide et a une bonne longévité ; cependant, il a un seul défaut, c'est qu'il requiert Mise en œuvre demandant du matériel et des compétences.
- ❖ **Jet d'eau supérieur** : cette canalisation est fixée à l'extrémité du tuyau, elle percée de petits trous, qui distribue l'eau en pluie avec un grand débit pour avoir un lavage efficient au-dessus des pistons.

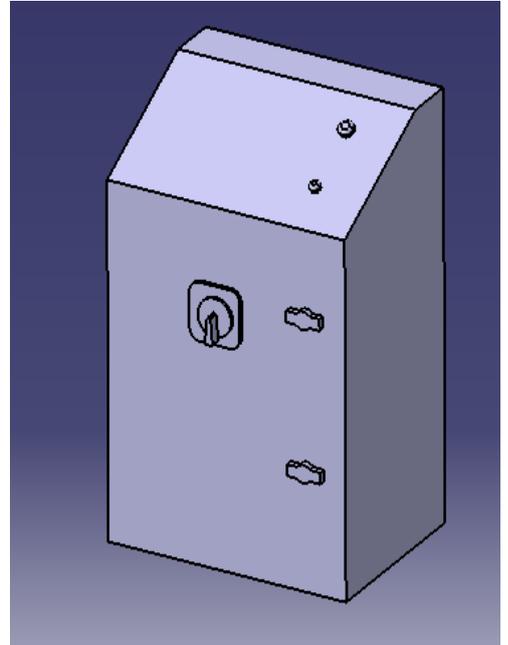


- ❖ **Jet d'eau inférieur** : idem pour le jet d'eau supérieur, sauf que le processus de lavage se fait par au-dessous des pistons.

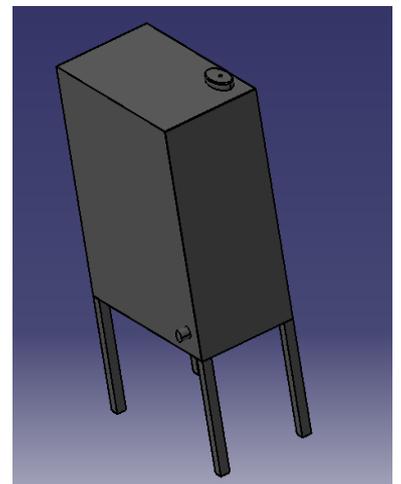


- ❖ **Armoire de commande électrique** : le système de commande électrique de l'équipement d'accès suspendu est contrôlé attentivement par la boîte électrique, en vedette dans le fonctionnement, sécurité et fiabilité. Ce coffret est le lieu où sont regroupés et dimensionnés les différents systèmes participants à la distribution de l'installation électriques de la machine.

L'utilité de l'armoire électrique réside dans la protection concernent les lignes, pour éviter les courts-circuits et les surtensions qui pourraient endommager l'installation, voire provoquer un incendie. Elles servent également à protéger les utilisateurs ou les opérateurs contre d'éventuelles électrocutions ou électrisations qui peut nuire de leur vie ou causer des dégâts dévastateurs.



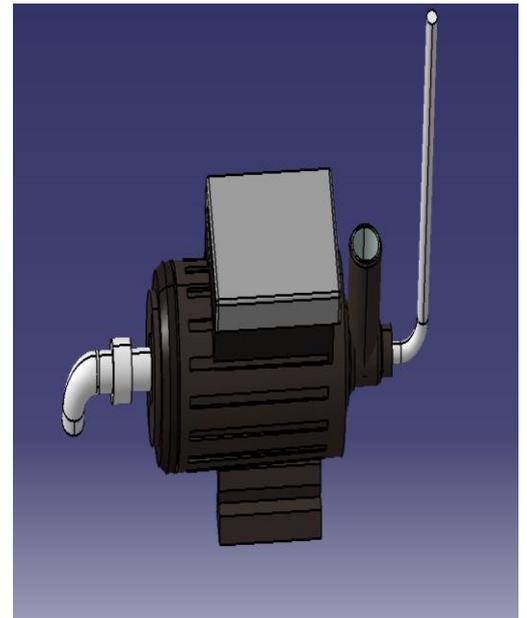
- ❖ **Réservoir d'eau** : c'est un récipient destiné à contenir est stocker l'eau, fabriqué en acier inoxydable de sorte qu'il puisse endurer à la haute température de l'eau. Il est équipé d'une sortie et doté d'une cloison pour éviter le problème du ballant. Il permet essentiellement de réguler la pression et le débit entre la phase de production (du forage vers le stockage) et la phase de consommation (du stockage à la consommation). Son rôle est d'emmagasiner l'eau lorsque la consommation est inférieure à la production et de la restituer lorsqu'elle en devient supérieure.



- ❖ **Convoyeur** : ce mécanisme nous permet de transporter le panier des pistons durant toutes les étapes du lavage. Il est utilisé pour le transport ou l'accumulation du panier qui est suffisamment long pour ne pas tomber entre deux rouleaux et est également à fond plat et rigides. L'accumulation sera avec contact car c'est la solution de stockage la plus économique, elle s'effectue en se servant des rouleaux commandés par une courroie qui les relie.

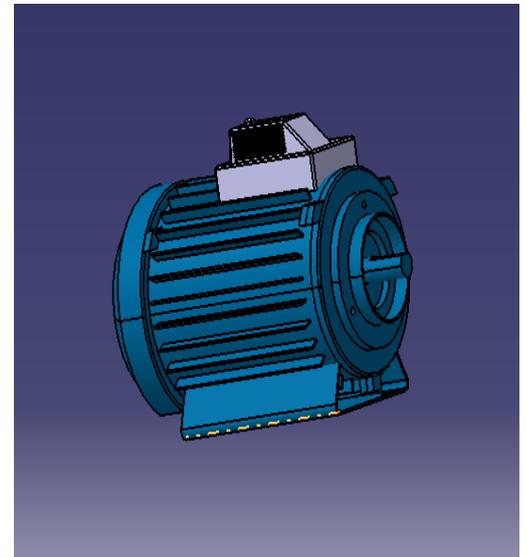


- ❖ **Pompe à eau multicellulaire** : Une pompe centrifuge est une machine rotative qui pompe un liquide en le forçant au travers d'une roue à aube ou d'une hélice appelée impulseur (souvent nommée improprement turbine), donc le but est de refouler de l'eau du réservoir vers les tuyauteries. C'est le type de pompe industrielle le plus commun. Par l'effet de la rotation de l'impulseur, le fluide pompé est aspiré axialement dans la pompe, puis accéléré radialement, et enfin refoulé tangentiellement. Alors ce type de pompe peut fonctionner en monophasé et en triphasé, il a maints avantages à savoir : excellent rendement, ensemble compact, hydraulique entièrement en acier inoxydable, fonctionnement très silencieux, installation aisée, consommation réduite.

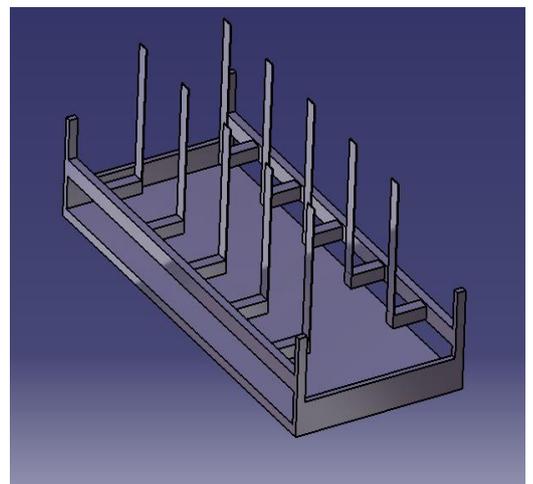


- ❖ **Motoreducteur** : Les motoreducteurs sont des machines électromécaniques formées par la combinaison d'un moteur électrique et d'un réducteur mécanique. D'une part, le moteur transforme l'énergie électrique en une énergie mécanique, plus précisément en un mouvement de rotation. D'autre part, le réducteur modifie le rapport de vitesse ou/et le couple entre l'axe d'entrée et l'axe de sortie d'un mécanisme, Ainsi qu'il diminue la vitesse de sortie du moteur.

Parmi les caractéristiques de ce moteur on peut citer : Il n'est pas nécessaire de prévoir un espace pour une armoire, Installation simplifiée, Pas de limitation de longueur de câble de puissance, montage flexible à l'aide d'un support.

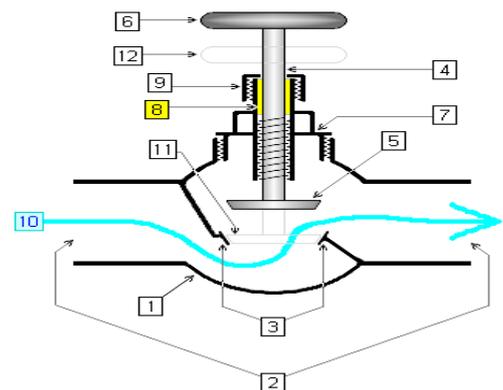
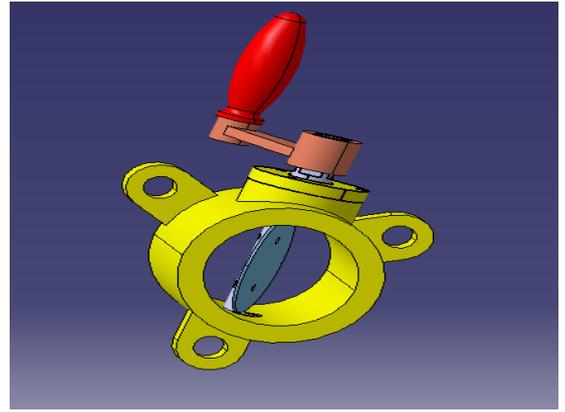


- ❖ **Panier** : fabriqué en acier inoxydable, le système de paniers assure une efficacité et un confort d'utilisation à chaque étape du processus : résultat de nettoyage optimal, protection élevée pour les surfaces fragiles, transport sans incident, parfait entreposage. En plus qu'il est modulable c'est-à-dire il est adaptable à d'autres dimensions et hauteurs de compartiment, il est aussi d'une manipulation sécurisée qui respectent les principes ergonomiques conviviaux étant mis en forme.



❖ Vanne : Une vanne est un dispositif destiné à contrôler (stopper ou modifier) le débit d'un fluide liquide, gazeux, pulvérulent ou multiphasique, en milieu libre (canal) ou en milieu fermé (canalisation) .Toutes les vannes sont constituées des parties fonctionnelles suivantes (voir aussi la figure ci-contre) :

1. Corps (body en anglais).
2. Voie ou passage (port en anglais).
3. Portée ou siège (seat en anglais).
4. Axe ou tige (stem en anglais).
5. Opercule, obturateur ou rotor, tels que : boisseau, papillon, guillotine, sphère ou boule... (disc, rotor ou valve member en anglais), appelé tablier lorsque la vanne est plate.
6. Volant ou actionneur (actuator en anglais) : élément extérieur à la vanne stricto sensu, qui permet de manœuvrer celle-ci.
7. Chapeau ou bonnet (bonnet en anglais).
8. Garniture de presse-étoupe (packing en anglais) : qui permet de maintenir l'étanchéité.
9. Écrou de presse étoupe (gland nut en anglais).



VI. Conception de la machine sous CATIA V5

1. Définition du logiciel CATIA

CATIA (« Conception Assistée Tridimensionnelle Interactive Appliquée ») est un logiciel de conception assistée par ordinateur (CAO) créé au départ par la société Dassault Aviation pour ses propres besoins sous le nom de CATI (acronyme de conception assistée tridimensionnelle interactive). La compagnie Dassault Systèmes fut créée en 1981 pour en assurer le développement et la maintenance sous le nom de CATIA, IBM en assurant la commercialisation. Pour le public anglophone, le sigle a reçu dans les manuels l'interprétation Computer-Aided Threedimensional Interactive Application. CATIA est composé de plusieurs ateliers pour la conception mécanique, électrique, etc.... en fonction des licences achetées.

2. Dessin d'ensemble

Définition : En dessin technique, un dessin d'ensemble est la représentation d'un mécanisme complet (ou partiel) permettant de situer chacune des pièces qui le composent. Les pièces sont dessinées, à une échelle dépendant des dimensions réelles du mécanisme et de la feuille accueillant le dessin, à leur position exacte (assemblées), ce qui permet de se faire une idée concrète du fonctionnement du mécanisme.

Un dessin d'ensemble est le plus souvent accompagné d'une nomenclature proposant une désignation de chaque pièce, sa matière, son nombre d'occurrences, son procédé d'élaboration et éventuellement des informations internes à l'entreprise.

Les logiciels de conception (CAO) permettent aujourd'hui l'édition automatique de ce document à partir de la définition volumique des assemblages. Les logiciels de dessin (dessin assisté par ordinateur) offrent des possibilités de reprises plus aisées et des archivages nettement simplifiés.

Plus que la représentation des systèmes techniques, le dessin d'ensemble est un outil permettant sur le papier la validation de solutions technologiques (problèmes de montage, encombrement, interférences...).

Les dessins de définition des pièces sont alors extraits à partir de ce document. Ce qui explique l'usage des calques (ce terme étant lui-même repris en DAO).

Le dessin d'assemblage est un dessin d'ensemble montrant toutes les parties et groupes d'un produit complètement assemblé, et qui permettra la réalisation correcte de l'assemblage (Vue en éclaté). Il est aussi utilisé pour la maintenance des mécanismes.

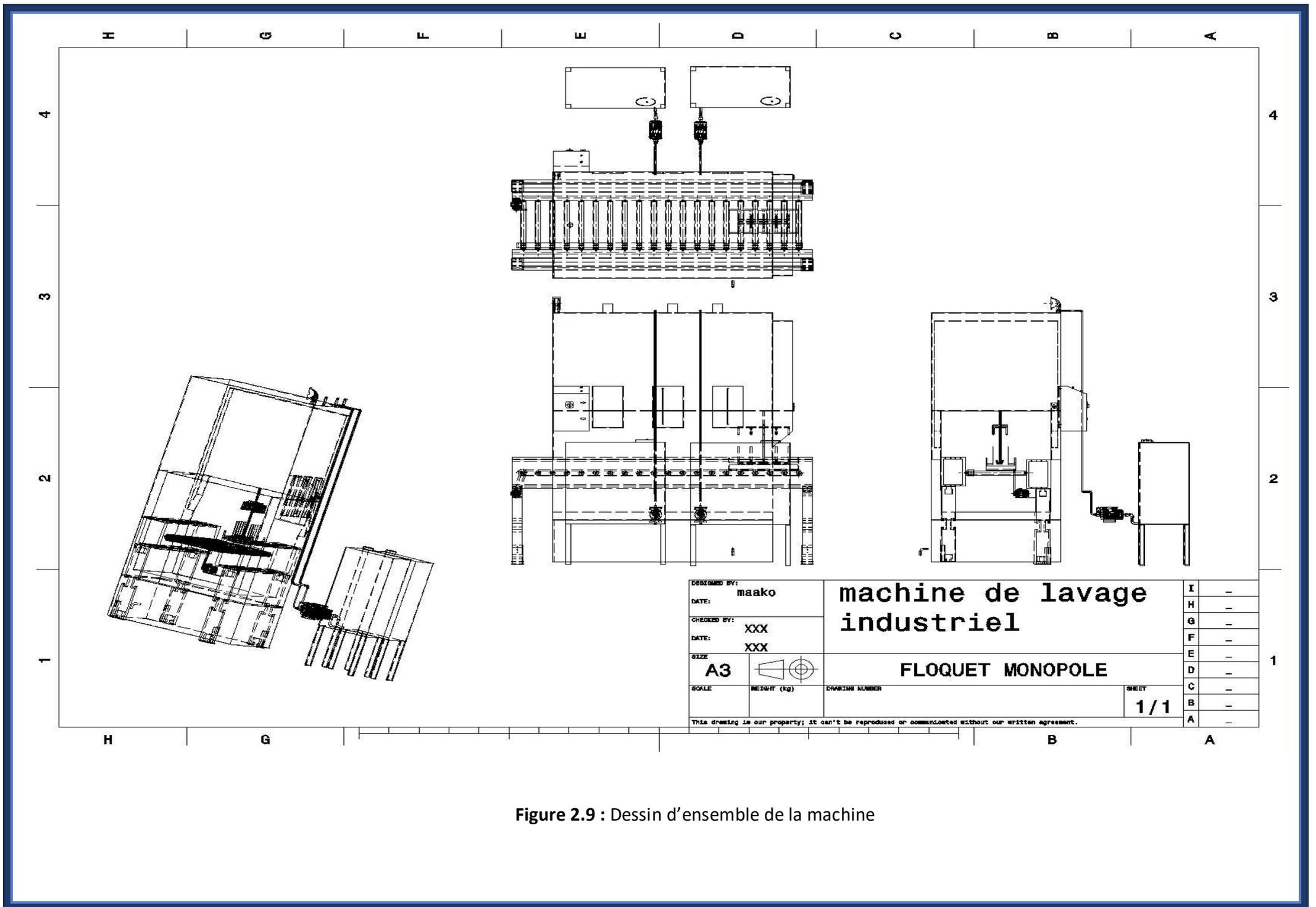


Figure 2.9 : Dessin d'ensemble de la machine

3. Dessin de définition

Définition : En dessin industriel, le dessin de définition représente une pièce ou une partie d'objet projeté sur un plan avec tous ses détails comme les dimensions en cotations normalisées et les usinages. On l'appelle également plan de détails par opposition au plan d'ensemble ou dessin d'ensemble.

Les vues :

- ❖ Le nombre de vues varie en fonction de la complexité de la pièce représentée. Une vue (voire deux) pour une pièce cylindrique, en général trois vues pour une pièce prismatique.
- ❖ La vue de face est choisie en fonction de sa représentativité.
- ❖ L'ensemble des vues doit permettre une compréhension totale de la pièce, ainsi il est parfois nécessaire d'ajouter des détails, des perspectives et des coupes partielles.

La cotation : Elle est indispensable et indissociable du dessin. Elle définit les dimensions, les formes, les surfaces et indique le niveau de qualité de celles-ci.

On ne peut pas oublier de tenir compte la tolérance qui est liée au fait qu'il est inévitable d'avoir des imprécisions de fabrication, des imperfections, des pannes de fonctionnement, etc. La tolérance permet au système (mécanique, informatique, etc.) de pouvoir continuer à assurer sa fonction, soit en fixant l'écart acceptable (quand il s'agit par ex. de fabrication), soit en concevant un système en tenant compte des futurs écarts (pannes).

Pour bien éclaircir la vision des différentes pièces de la machine, on a amplement taché de faire un dessin de définition de chacun de ces éléments, vous le trouverez dans l'annexe.

Chapitre III

ETUDE STATIQUE, CALCUL ET DIMENSIONNEMENT DU SYSTEME

Introduction

Dans ce chapitre, on va faire l'étude mécanique de notre machine laveuse. Cette étude entamera la pompe, le convoyeur de toutes les forces appliquées, celle appliquée par le profilé intermédiaire sur la jambe, l'autre exercée sur les rouleaux par les paniers des pistons, et finalement la force appliquée sur le profilé entre les jambes par la cuve. De plus on va éclaircir le choix du motoréducteur et des différents matériaux choisis.

I. Étude mécanique

1. Étude de la pompe

Dans cette partie, on va prendre en considération dans le choix des de la pompe les deux critères suivants :

- ❖ **Le débit volumique** : Le débit q_v fourni par une pompe centrifuge est le volume refoulé pendant l'unité de temps. Il s'exprime en mètres cubes par seconde (m^3 /s) ou plus pratiquement en mètres cubes par heure (m^3/h).
- ❖ **La hauteur manométrique** : On appelle hauteur manométrique H d'une pompe, l'énergie fournie par la pompe par unité de poids du liquide qui la traverse. Elle s'exprime en mètre (m). La Hauteur manométrique varie avec le débit et est représentée par la courbe caractéristique $H=f(q_v)$ de la pompe considérée (donnée constructeur).

La hauteur manométrique totale est calculée suivant l'équation suivante :

$$H.M.T = (H_a + H_r + P_c) + P_u$$

Avec

- H_a pour hauteur d'aspiration : correspond à la hauteur entre la surface de l'eau et l'axe de la pompe. Dans le cas d'une pompe immergée de puits ou de forage, $H_a = 0$
 - H_r pour hauteur de refoulement : correspond à la hauteur entre l'axe de la pompe et le point le plus haut de refoulement (par exemple le robinet le plus haut).
 - P_c : il s'agit des pertes de charges moyennes dans les canalisations qui sont fonction de la section et de la nature de la canalisation (pertes de charges linéaires) mais également fonction du nombre et du type de raccords (coudes, tés, jonctions) présents le long de la canalisation ; on les appelle communément les " pertes de charge singulières.
 - P_u : c'est la pression utile souhaitée à l'ouverture du robinet. On la choisit en moyenne aux alentours de 2,5 bars, soit 25m de pression.
-
- ❖ **La puissance hydraulique** : La puissance hydraulique communiquée au liquide pompé est liée au 2 grandeurs précédentes. Si q_v est le débit volume du fluide, ρ sa masse volumique et H la hauteur manométrique de la pompe.

La puissance hydraulique P est donnée par :

$$P = q_V \rho g H$$

[W] [m³/s] [m]



Le débit d'une pompe est souvent donné en en m³/h.

Il faut donc le convertir en m³/s avant de l'utiliser dans le calcul de puissance :

$$q_V \text{ en m}^3/\text{s} = \frac{q_V \text{ en m}^3/\text{h}}{3600}$$

Remarque : le rendement de la pompe varie avec le débit et passe par un maximum pour le débit nominal autour duquel la pompe doit être utilisée.

On doit toujours se poser la question suivante :

Quels sont les différents types de pompage ?

Il existe deux types de pompage : en aspiration ou en charge.

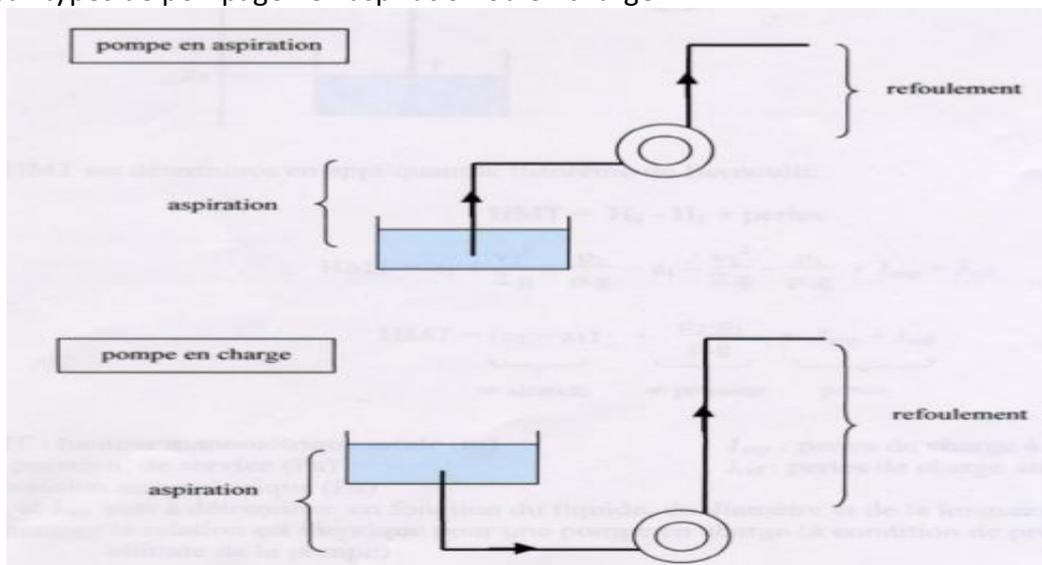


Figure 3.1 : Types de pompage

Compte tenu la nature du circuit de circulation de notre système, on va choisir le pompage en aspiration.

Le schéma de l'installation hydraulique de notre système est donné ci-dessous :

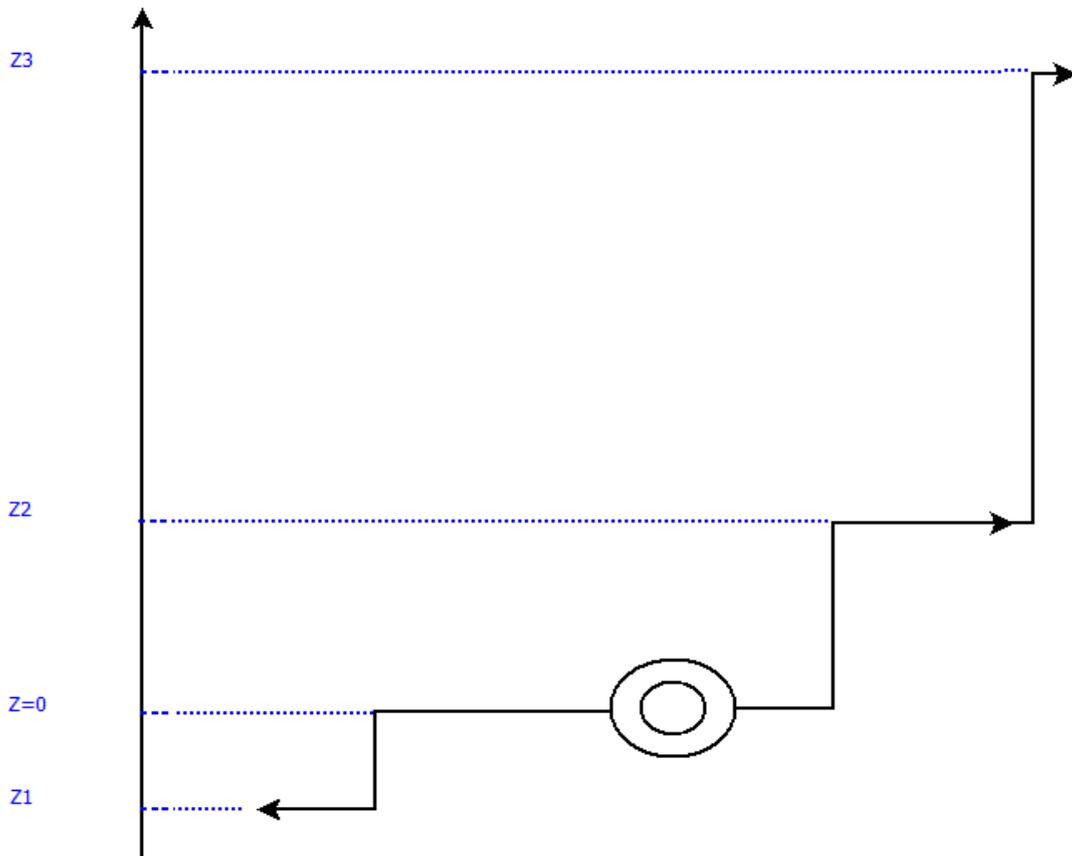


Figure 3.2 : Schéma de l'installation hydraulique du système

La pression de service doit être de 8 bars avec un débit de 3 m³/h soit 50 l/min.

La hauteur entre l'aspiration et le refoulement est de 2384,73mm.

La pression en début du circuit est égale à $P = P_{atm} = 1 \text{ bar}$.

On prendra $g = 9,81 \text{ m/s}^2$.

Déterminons la hauteur manométrique du circuit :

La HMT est liée à la puissance hydraulique que la pompe doit fournir : $P = qV\rho g HMT$ Ce qui donne :
 $HMT = P / qv\rho g$

La HMT est déterminée en appliquant le théorème de Bernoulli :

$$P / qv - \Delta p = (p_2 - p_1) + \rho g (z_2 - z_1) + 1/2 \rho (v_2^2 - v_1^2)$$

En divisant les deux membres de l'équation par ρg , on fait apparaître la HMT :

$$HMT - \Delta p / \rho g = (p_2 - p_1) / \rho g + (z_2 - z_1) + (v_2^2 - v_1^2) / 2g$$

$\Delta p / \rho g = \Delta h$ (pertes en charge exprimées en mètre) Si on considère le fluide parfait et incompressible et que la conduite est de section identique en amont et en aval de la pompe, alors $v_1 = v_2$. La relation devient alors :

Remarque : la relation est identique pour une pompe en charge à condition de toujours prendre $z=0$ pour l'altitude de la pompe.

$$HMT = (p_2 - p_1) / \rho g + (z_2 - z_1) + \Delta h$$

On doit calculer la hauteur manométrique pour bien choisir la pompe :

$$\text{On a} \quad HMT = (H_a + H_r + P_c) + P_u$$

$$H_a = 110,27 \text{ mm}$$

$$H_r = 2495 \text{ mm}$$

$$P_u = 25 \text{ m}$$

$$\text{Alors :} \quad HMT = 0.11027 + 2.495 + 25 = 27.6 \text{ m.}$$

On en déduit la puissance de la pompe : $P = q_v * \rho * g * HMT$

$$= (3/3600) * 1000 * 9,81 * 27,6$$

$$P = 812,27 \text{ w.}$$

Vu cette puissance, le choix est tombé sur la pompe multicellulaire horizontale LOWARA qui est une pompe centrifuges horizontale multicellulaires pour l'alimentation en eau sous haute pression à usage domestique ou industriel et dont les caractéristiques :



Version HM...S	Corps de pompe et roue en acier inox AISI 304 pour l'industrie.
Moteur qui peut fonctionner en monophasé et triphasé	Version monophasée : 220-240 V 50 Hz de 0,5 à 2,2KW. Version triphasée : 230-400 V 50 Hz de 0,3 à 3 KW.
Débit	Jusqu'à 29 m ³ /h.
HMT	Jusqu'à 160 m
Température du liquide pompé	-30 °C à +120 °C.
Pression maximale du service	16 bars

2. Etude du convoyeur

2.1 Calcul de la vitesse du convoyeur

On souhaite laver 30 pistons par minute contenus dans 3 paniers chacun peut en supporter 10 et dont la distance entre les paniers est de 33 mm comme le montre le schéma :

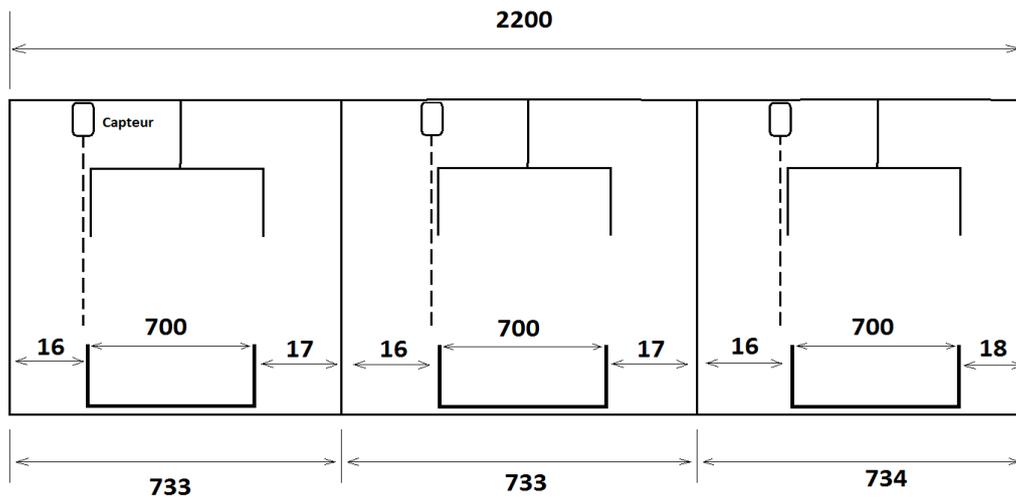


Figure 3.3 : Schéma du processus de lavage

Le déplacement des paniers se fait d'une vitesse constante.

Les dimensions du panier sont : 700 mm x 300 mm x 50 mm.

On sait que : $V = \frac{D}{T}$

Avec

$$D = (3 \times 700) + (33 \times 2) + 18 + 16$$

$$D = 2200 \text{ mm}$$

Alors la vitesse du convoyeur est : $V = \frac{2,2}{60} = 0,037 \text{ m/s.}$

Nombre de tour du convoyeur : $V = \omega \times R = \frac{\pi \times n}{30} \times \frac{d}{2}$

Avec

n : nombre de tour

d : diamètre de la poulie = 56 mm

ω : la vitesse angulaire

Alors

$$n = \frac{V \times 60}{\pi \times d}$$

$$n = \frac{0,037 \times 60}{\pi \times 0,056}$$

$$n = 12,62 \text{ Tr/min}$$

2.2 Calcul de la longueur de la courroie du convoyeur

Les paniers de piston sont disposés l'un à côté de l'autre avec un espace d constant d'où :

$$L_c = (n-1) A + 2xD$$

Avec

L_c : longueur de la courroie

A : l'entraxe

n : nombre des rouleaux du convoyeur

D : diamètre du rouleau

$$L_c = (20-1) \times 145 + (2 \times 56)$$

$$L_c = 2867 \text{ mm}$$

2.3 Dimensionnement du moteur d'entraînement du convoyeur

a . Structure du moteur

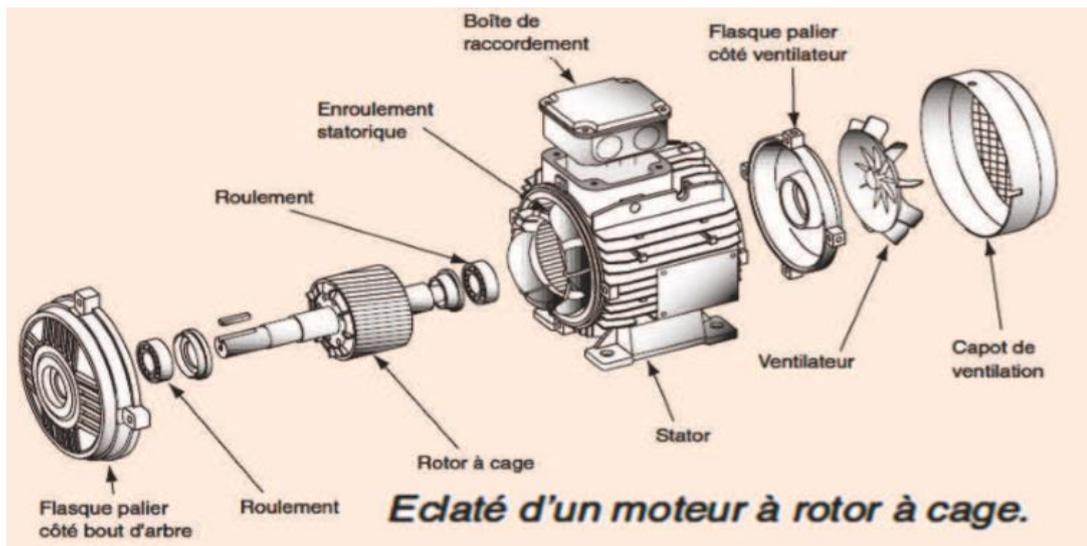


Figure 3.4 : Structure du moteur

b. Calcul de la puissance du moteur

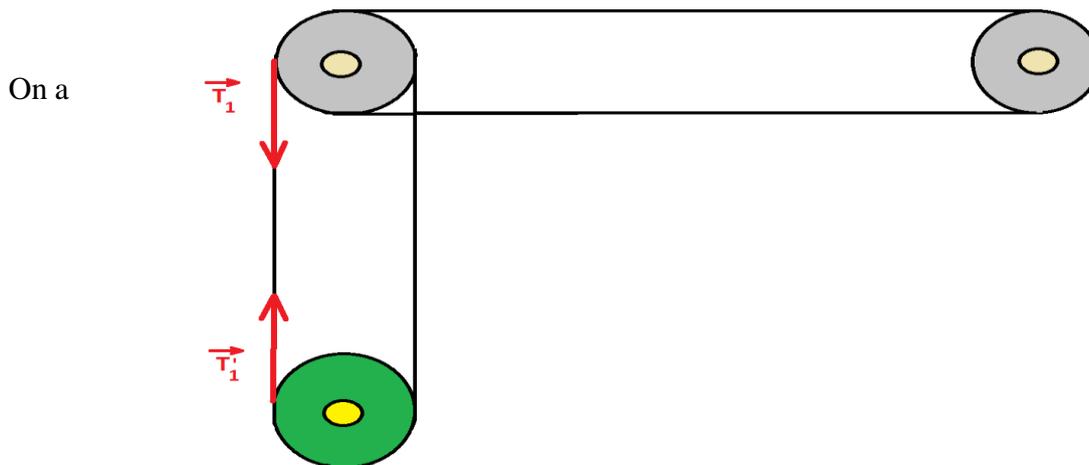


Figure 3.5 : Dessin explicatif des couples de torsion appliqués par le moteur sur la courroie

$$\sum \text{Couples} = 0$$

$$\Rightarrow \vec{T}'_1 = \vec{T}_1$$

T'_1 : Couple de Torsion en (Nm)

r : rayon de rouleau en (mm)

J : Second moment polaire de section

R_{pe} : Résistance pratique au glissement en Pa

R_e : Limite d'élasticité en Pa

S : Coefficient de sécurité

On a $\sigma \leq R_{pe}$

$$\Leftrightarrow \frac{T'_1 \times r}{J} \leq \frac{R_e}{S}$$

$$\Rightarrow T'_1 \leq \frac{R_e \times J}{S \times r}$$

Or $P = T'_1 \times \omega = T'_1 \times \frac{V}{r}$

$$\Rightarrow P \leq \frac{R_e}{S} \times \frac{J}{r^2} \times V$$

Avec $J = \frac{\pi}{2} r^4$; $r = 28 \text{ mm}$; $R_e = 50 \text{ Mpa}$; $S = 5$

$$\Rightarrow P \leq 273 \text{ Watt}$$

Donc la puissance de notre motoréducteur doit être inférieure à 273 Watt.

2.4 Choix du moteur

Nous sommes parvenus grâce aux calculs de la puissance du moteur que nous avons fait, on a compté choisir le motoréducteur électrique monophasé / triphasé / à arbres parallèles / à engrenage hélicoïdal dont les caractéristiques sont extrêmement compatibles avec nos besoins, à savoir :

▪ Moteur: monophasé, triphasé	▪ Type d'arbre: à arbres parallèles	▪ Type: à engrenage hélicoïdal
▪ Autres caractéristiques: compact	▪ Couple: Min: 12 Nm (8.85 ft.lb) Max: 5300 Nm (3909.08 ft.lb)	▪ Puissance: Min: 0.1 kW (0.13 hp) Max: 5.5 kW (7.38 hp)

Figure 3.6 : Tableau des caractéristiques du motoreducteur

A noter qu'on n'a pas hésité de comparer entre chaque type de moteur et qu'il existe 3 catégories de motoréducteur procurables dont les vitesses se diffèrent :

Vitesse hélicoïdale (moteur de vitesse) : Moteur analogue de vitesse d'axe pour l'établissement sans effort avec à haute efficacité et le bas-bruit. Ce réducteur transporte la taille légère et pleine, et la fonctionnalité améliorée.

Vitesse hypoïde (moteur hypoïde) : Moteur perpendiculaire de pignon à queue avec une meilleure mise en train et des efficacités fonctionnantes suivant l'espace-économie certaine. Son corps plein avec la taille abrégée est souple à n'importe quels établissement et support.

Engrenage à vis sans fin (moteur de Croise) : Le moteur perpendiculaire de pignon à queue avec la mesure longitudinale abrégée offre le rapport élevé de diminution pendant le ralentissement à pas unique. Il vient équipé des caractéristiques exceptionnelles par exemple, de l'individu-attache, du processus silencieux, et d'une organisation saine de vitesse.

3. Calcul RDM

3.1 Profilé Intermédiaire-Jambe

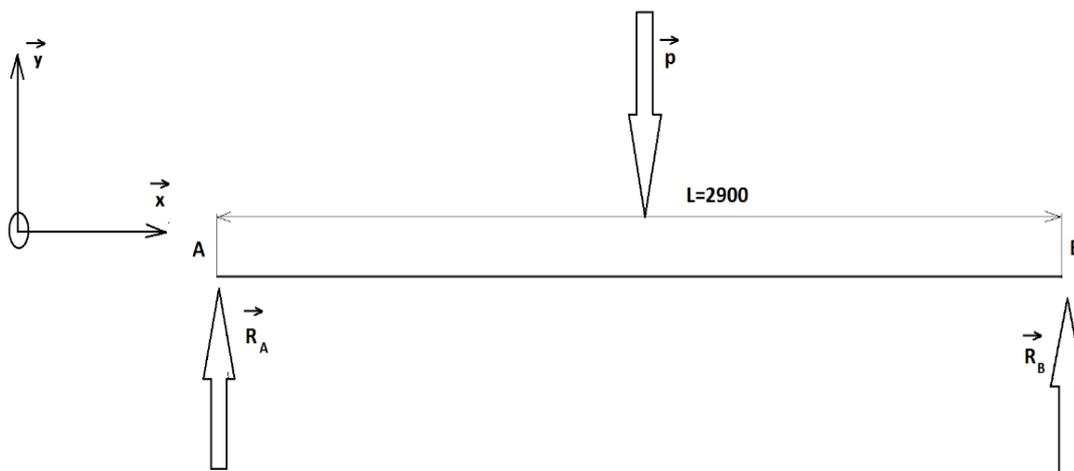


Figure 3.7 : Schéma des forces appliquées par le profilé intermédiaire sur les jambes

Chaque profilé intermédiaire applique une force sur deux jambes, ces forces sont concentrées au milieu.

En appliquant la première loi de Newton :

$$\sum \vec{F} = \vec{0}$$

Suivant Y :

$$-P + R_A + R_B = 0$$

$$\sum M = 0$$

Ça implique au point A :

$$-P \times \frac{L}{2} + R_B \times L = 0$$

$$\Rightarrow R_B \times L = P \times \frac{L}{2}$$

$$\Rightarrow R_B = \frac{P}{2}$$

On a

$$P = m_p \times g$$

Avec

m_p : La masse du profilé intermédiaire qui est égale à 225,922 kg.

g : La pesanteur à la surface de la terre, sa valeur est de $9,81 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$.

Alors

$$P = 225,922 \times 9,81$$

$$P = 2216,29 \text{ N.}$$

Alors

$$R_B = \frac{P}{2}$$

$$= \frac{2216,29}{2}$$

$$R_B = 1108,15 \text{ N}$$

$$R_A = R_B = 1108,15 \text{ N}$$

Donc une seule jambe doit supporter une force de 1108,15 N.

Calcul du contrainte :

$$\sigma = \frac{R_A}{S}$$

Avec

S : la section ou la surface qui subit la force exercée en m^2

La section sur laquelle est appliquée la force :



Figure 3.8 : Section supérieure de la jambe

Donc

$$\sigma = \frac{1108,15}{(122 \times 142) \times 10^{-6}}$$

$$\sigma = 63966,17 \text{ Pa}$$

Vérifions maintenant la condition de résistance :

La contrainte appliquée sur le matériau doit impérativement rester inférieure à la limite pratique à l'extension du matériau, R_{pe} . Cette limite pratique prend en compte, pour des raisons de sécurité bien compréhensibles, différents aléas inhérents aux matériaux et sollicitations appliquées, via un coefficient de sécurité s :

$$\sigma < R_{pe} \quad \text{Avec} \quad R_{pe} = \frac{R_e}{s}$$

Avec

R_{pe} : Résistance pratique au glissement en Pa.

R_e : Limite d'élasticité en Pa.

s : coefficient de sécurité.

Pour la jambe dont le matériau est l'acier on prend $R_e = 355 \cdot 10^6$ Pa et $s = 5$.

Donc

$$R_{pe} = \frac{355 \times 10^6}{5}$$

$$R_{pe} = 71 \times 10^6 \text{ Pa}$$

On a

$$\sigma < R_{pe}$$

Donc la condition de la résistance est vérifiée.

Tachons maintenant à calculer la masse théorique de la jambe à partir de la force appliquée sur elle et la comparer avec la masse réelle :

On a $R_A = P_J = m_J \times g$

Avec

P_J : le poids de la jambe en N

m_J : la masse théorique de la jambe en kg

Alors

$$m_J = \frac{R_A}{g}$$

$$= \frac{1108,15}{9,81}$$

$$m_J = 112,96 \text{ kg}$$

On a $m_J = 112,95 \text{ kg} < m_{\text{réelle}} = 127,04 \text{ kg}$.

On constate que la masse réelle de la jambe est plus grande que celle théorique. Alors la masse réelle est amplement admissible.

Étude de la flèche du profil intermédiaire :

$$y''(x) \times E \times I = m f_z$$

Avec

E : Module de Young ou module d'élasticité, pour l'acier : E = 205000 MPa.

I : Le moment quadratique ou le moment d'inertie en m⁴

Calculons d'abord le moment quadratique I du profil :

La section sur laquelle on va travailler est sous la forme suivante :

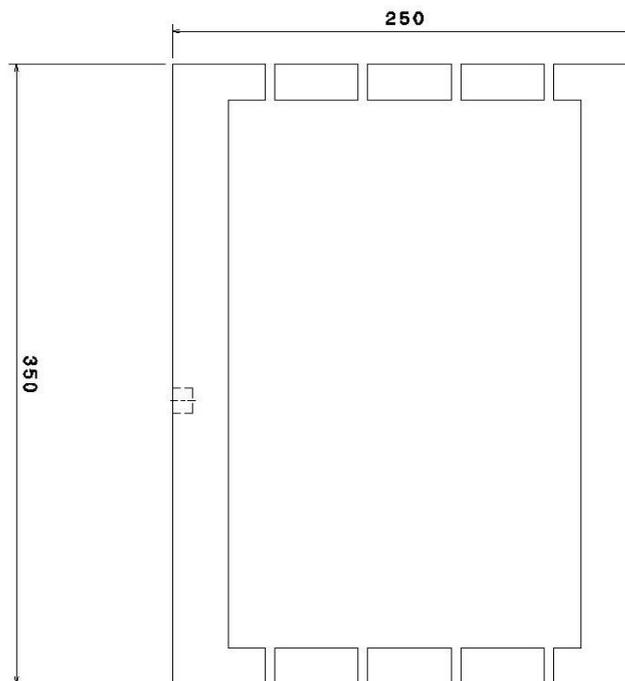


Figure 3.9 : Section latérale du profilé intermédiaire

Donc

$$I = \frac{0,35^3 \times 0,25}{12}$$

$$I = 8,93 \times 10^{-4} \text{ m}^4$$

Alors, on peut développer :

$$y''(x) \times E \times I = mf_z$$

$$y'(x) \times E \times I = mf_z \times x + C_1$$

$$y(x) \times E \times I = \frac{mf_z}{2} \times x^2 + C_1 + C_2$$

Condition aux limites :

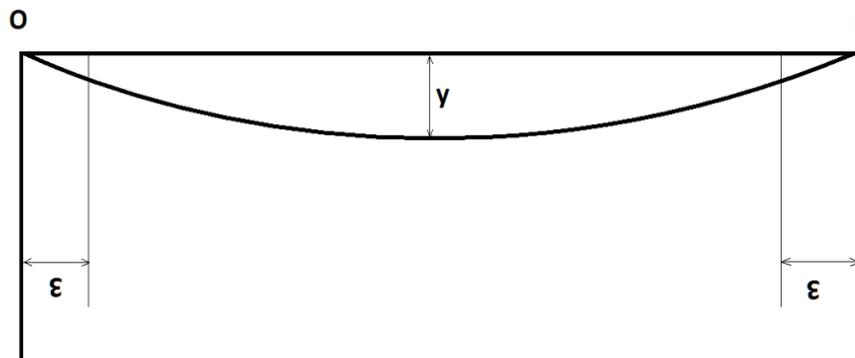


Figure 3.10 : Flexion du profilé intermédiaire

$$y'(0) \times EI = mf_z \times 0 + C_1 = 0$$

$$\Rightarrow C_1 = 0$$

$$y(0) \times EI = \frac{mf_z \times 0}{2} + C_1 \times 0 + C_2 = 0$$

$$\Rightarrow C_2 = 0$$

Alors

$$y(x) = \frac{mf_z \times x^2}{2 \times EI}$$

Les forces sont concentrées au milieu de la poutre alors :

$$y(x) = \frac{mf_z \times x^2}{2 \times EI} \quad y\left(\frac{L}{2}\right) = \frac{mf_z}{2EI} \times \frac{L^2}{4}$$

$$\Rightarrow y\left(\frac{L}{2}\right) = \frac{mf_z \times L^2}{8EI}$$

3.2 Profilé intermédiaire-rouleaux-paniers

Les paniers exercent une force sur les rouleaux dont l'axe est encastré plus ou moins aux deux extrémités au profilé intermédiaire :

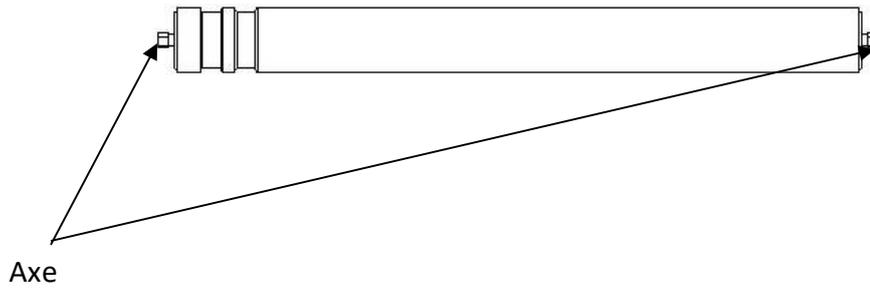


Figure 3.11 : Rouleau du convoyeur

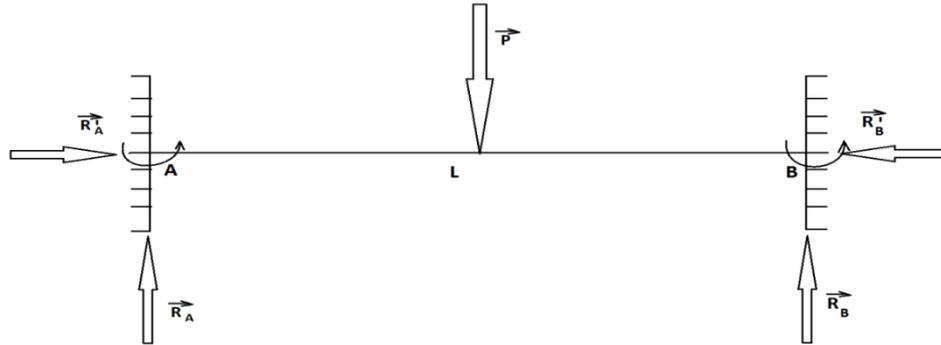


Figure 3.12 : Forces et moments exercés par les paniers sur les rouleaux

On peut simplifier la représentation des forces et les moments intervenants dans ce système comme suit :

$$\sum \vec{F} = \vec{0}$$

$$\begin{aligned} \rightarrow -\vec{P}_3 + \vec{R}_A + \vec{R}_B &= \vec{0} \\ \vec{R}_A + \vec{R}_B &= 3 \times m_p \times g \\ &= 3 \times 7 \times 9.81 \\ \vec{R}_A + \vec{R}_B &= 206.01 \text{ N} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Au point 1 : } \sum \vec{M} = \vec{0} \quad \rightarrow \quad \vec{M}_A + \vec{M}_B - \vec{P}_{3P} \times \frac{L}{2} + L \times \vec{R}_B &= 0 \\ M_A + M_B + LR_B - P_{3P} \times \frac{L}{2} &= 0 \end{aligned}$$

$$\text{D'après la condition de symétrie} \quad \Rightarrow M_A = -M_B$$

La symétrie ne nous a donné qu'une seule équation supplémentaire, donc il faut faire appel à l'équation de la déformation :

$$\begin{aligned} E \times I \times y''(x) &= R_A \langle x \rangle^1 - P \left\langle x - \frac{L}{2} \right\rangle^1 - M_A \langle x \rangle^0 \\ E \times I \times y'(x) &= \frac{R_A}{2} \langle x \rangle^2 - \frac{P}{2} \left\langle x - \frac{L}{2} \right\rangle^2 - M_A \langle x \rangle^1 + K_1 \end{aligned}$$

$$= \frac{R_A}{2} \langle x \rangle^3 - \frac{P}{6} \left\langle x - \frac{L}{2} \right\rangle^3 - \frac{M_A}{2} \langle x \rangle^2 + K_1 \langle x \rangle^1 + K_2$$

$$y'(0^+) = 0 \Rightarrow K_1 = 0$$

Conditions aux limites :

$$y(0^+) = 0 \Rightarrow K_2 = 0$$

$$y'(L^-) = 0 \Rightarrow \frac{PL^2}{4} - \frac{PL^2}{8} - M_A L = 0$$

$$\Rightarrow M_A = \frac{PL}{8}$$

$$\Rightarrow M_B = -M_A = -\frac{PL}{8}$$

Vérification :

$$y(L) = \frac{PL^3}{12} - \frac{PL^3}{48} - \frac{PL^3}{16} = 0 \quad \text{Vérifiée}$$

$$y'\left(\frac{L}{2}\right) = \frac{PL^2}{16} - \frac{PL^2}{16} = 0$$

Flèche maximale :

$$\Rightarrow f_{\max} = y\left(\frac{L}{2}\right) = \frac{1}{EI} \left[\frac{PL^3}{96} - \frac{PL^3}{64} \right] = \frac{PL^3}{192EI} (2-3) = -\frac{PL^3}{192EI}$$

Les deux dessins suivants résument le comportement du convoyeur :

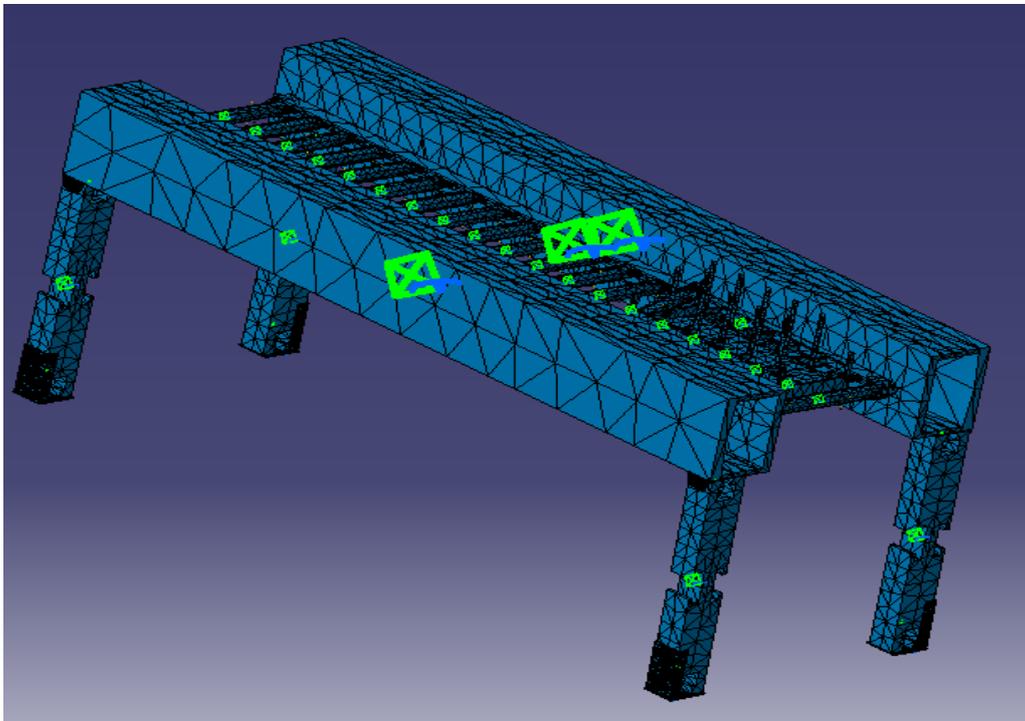


Figure 3.13.1 : déformation du système de convoyeur

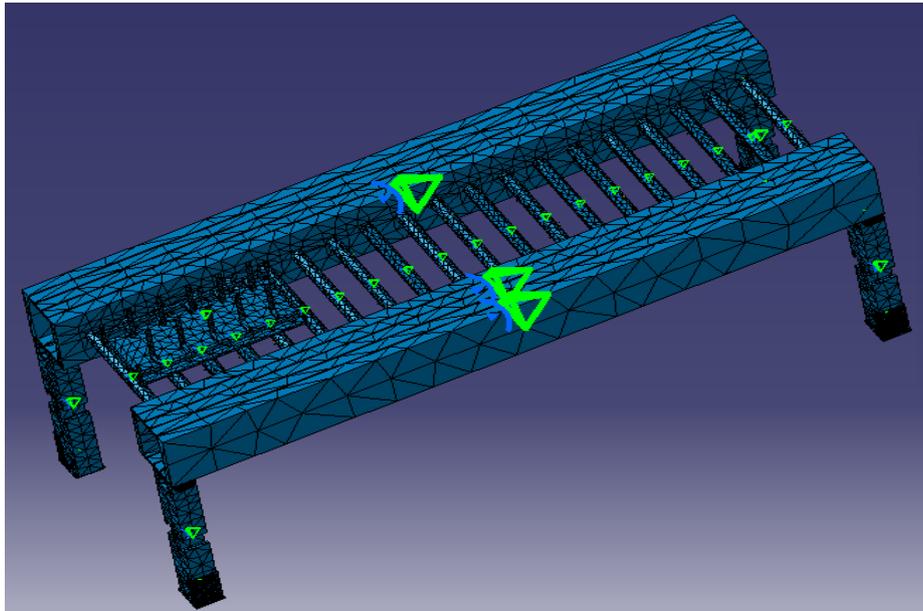


Figure 3.13.2 : Déformation du système de convoyage

Cela prouve qu'aucune déformation n'est advenue au niveau de notre convoyeur, ce qui veut dire que notre système est catégoriquement intact que ce soit au niveau du calcul ou le choix du matériau de chaque élément comme le chapitre suivant le justifie.

3.3 Cuve-réceptier de récupération de l'eau

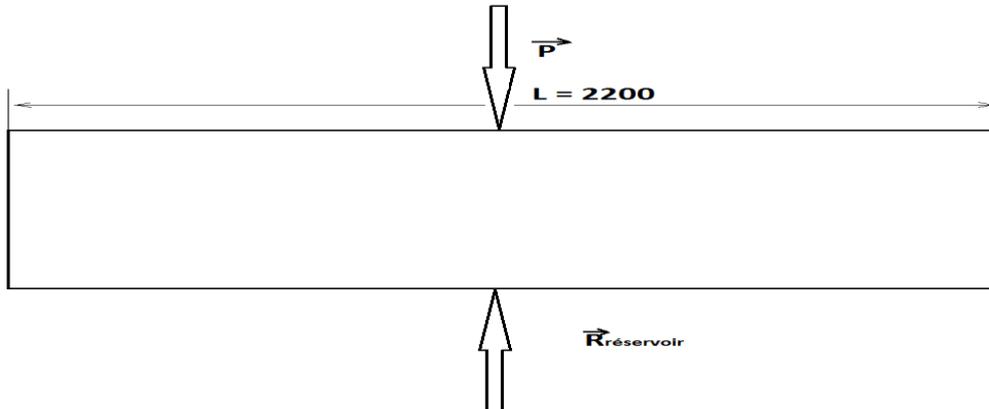


Figure 3.14 : Forces appliquées par la cuve sur le réservoir

\vec{P} : La force appliquée par la cuve + la plaque métallique.

$\vec{R}_{réservoir}$: la force de réaction du réceptier.

m_R : La masse réelle du réceptier.

m : La masse de cuve + la plaque métallique.

On a
$$\sum \vec{F} = 0 \Leftrightarrow -\vec{P} + \vec{R}_{réservoir} = 0$$

$$\Rightarrow \vec{R}_{réservoir} = \vec{P}$$

Or
$$P = m \times g = (766.25 + 77.54) \times 9.81 = 8.28 \text{KN}$$

$$\Rightarrow R_{\text{réservoir}} = 8.28 \text{ KN}$$

Donc la masse théorique qui peut supporter le réservoir est :

$$\frac{R_{\text{réservoir}}}{g} = 844.04 \text{ Kg} \leq m_R = 845 \text{ Kg}$$

Donc le réservoir peut endurer à la masse de cuve + la plaque métallique.

II. Justification du choix des matériaux

L'art de la conception du projet est de trouver des solutions techniques, tout en répondant aux exigences de stabilité et de résistance, et aux contraintes architecturales de viabilité de sécurité et d'esthétique.

Les conditions prises en considération se résument à :

- ❖ Eviter d'avoir une conception qui perturbe le travail des opérateurs.
- ❖ Eviter d'avoir une structure qui ne respecte pas les hauteurs ergonomiques.

Pour cela, Le choix d'un système approprié est une décision économique fatidique et importante pour notre machine de lavage. Ce choix dépend de plusieurs paramètres et facteurs, parmi lesquels on trouve :

- ❖ La facilité et la rapidité de la construction
- ❖ La mise en place de la machine laveuse au niveau de la zone de production des pistons nécessite des profilés rigides qui subissent aux travaux permanents.

Finalement on a choisi pour chaque composant de la machine un matériau approprié.

Pour la Cuve et sa plaque, la tôle d'acier inoxydable S535 5mm est la structure la plus adaptée comme matériau pour les raisons suivantes :

- ❖ Sa forte tenue à la corrosion humide ou sèche.
- ❖ Apte à la déformation.
- ❖ Le facteur sécurité d'usage est aussi qui est primordial.
- ❖ Biens d'investissement nécessitant des décennies d'usage sans risques de dégradations.
- ❖ Biens d'équipement avec maintenance très réduite.
- ❖ Biens de consommation considérant une durée de vie limitée... et sans conséquences majeures en cas de dégradation...

Pour le profilé intermédiaire, on a compté choisir l'aluminium comme matériau pour les facteurs suivants :

- ❖ Faible densité.
- ❖ Leger.
- ❖ Résistance à la corrosion.
- ❖ Ne va pas exercer une destructrice sur les jambes (ce que les calculs l'ont prouvé).

Pour les tuyaux, les canalisations et les pipes, le cuivre écroui 10/20 est le matériau par excellence du plombier pour ce qui est de la distribution de l'eau qu'elle soit froide ou chaude. Il se fixe au mur grâce à des colliers.

On cite quelques caractéristiques du cuivre :

- ❖ Résistant à la corrosion
- ❖ Commode pour les raccords (soudés, brasés, sertis...)
- ❖ Le meilleur allier dans les installations industrielles.
- ❖ Esthétique (sa couleur et sa brillance n'apparaissent jamais comme de gros défauts).
- ❖ Recyclable.
- ❖ Très grande solidité.
- ❖ Excellente longévité.

Concernant le panier, il est fabriqué en Aluminium puisqu'il ne subit pas beaucoup d'effort et pour qu'il soit léger afin que le convoyeur puisse le transporter aisément.

CHAPITRE IV

AUTOMATISATION DE LA MACHINE

I. Cahier des charges fonctionnel

Le **cahier des charges fonctionnel (CDCF)** est un document formulant le besoin, au moyen de fonctions détaillant les services rendus par le produit et les contraintes auxquelles il est soumis.

- Le lavage de piston se fait suivant trois étapes et dont la boîte de commande contient deux boutons poussoir.
- Supposant qu'on veut commencer le lavage. On doit appuyer sur le bouton « MA » pour que la machine démarre si elle n'y est déjà rien ne se passera
- Si l'utilisateur veut arrêter le lavage il appuie sur le bouton « AR »
- Le déplacement des pistons sur/de la machine est manuel.

II. Généralités sur l'automatisation

1. Introduction

L'automatisation est définie comme étant l'ensemble des procédés qui rendent l'exécution d'une tâche, auparavant manuelle, automatique, sans intervention de l'homme.

L'automatisation des systèmes industriels n'est aujourd'hui pas seulement très répandue dans le domaine industriel, mais aussi indispensable à l'industrie, vu la complexité des systèmes de production de cette dernière, et les contraintes économiques dans un environnement très concurrentiel.

L'outil d'automatisation par excellence est l'automate programmable industriel appelé le plus souvent API ou PLC (Programmable Logic Controller), qui offre des solutions simples à mettre en œuvre une souplesse d'adaptation à l'évolution des processus de production et une grande flexibilité.

2. Le but de l'automatisation

L'automatisation permet d'apporter des éléments supplémentaires à la valeur ajoutée par le système. Ces éléments sont exprimables en termes d'objectifs par :

- ✓ L'accroissement de la productivité du système c'est-à-dire l'augmentation de la quantité de produits.
- ✓ L'amélioration de la flexibilité de production.
- ✓ L'amélioration de la qualité du produit grâce à une meilleure respectabilité de la valeur ajoutée.
- ✓ L'adaptation à des contextes particuliers :
 - Adaptation à des environnements hostiles pour l'homme (milieu salin, spatial, nucléaire...),
 - Adaptation à des tâches physiques ou intellectuelles pénibles pour l'homme (manipulation de lourdes charges, tâches répétitives parallélisées...),
 - Augmentation de la sécurité, etc.

3. Structure d'un système automatisé

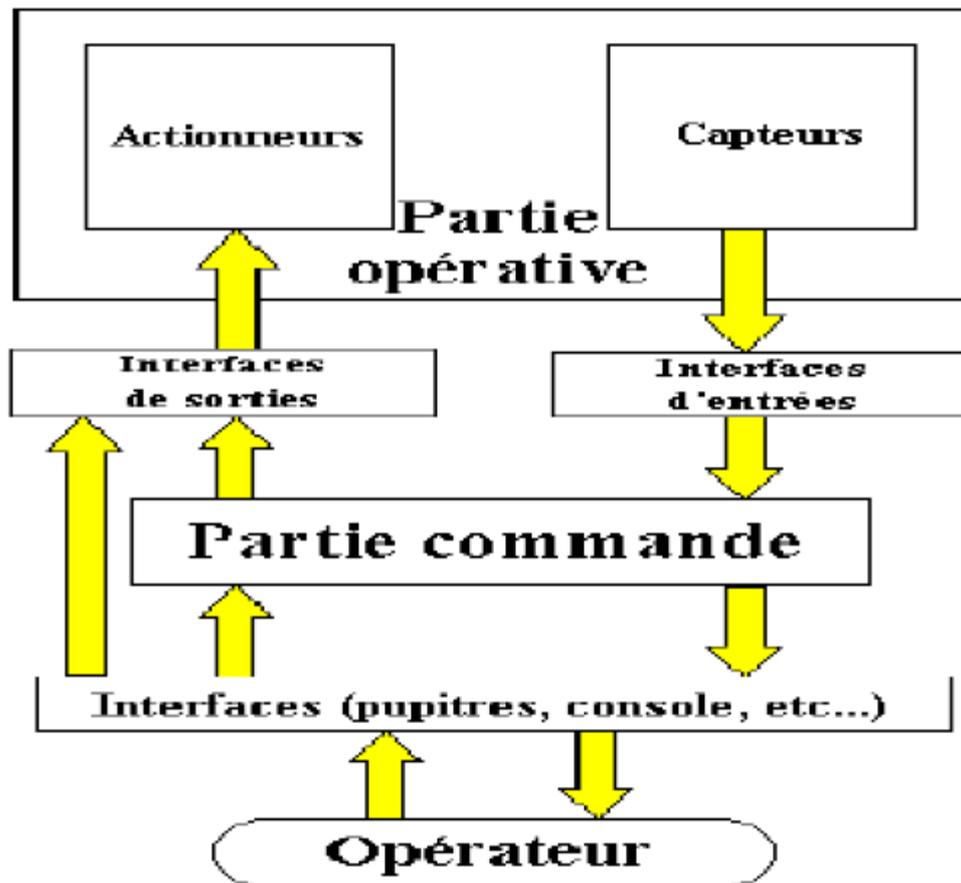


Figure 4.1 : Structure d'un système automatisé

Un automatisme peut être représenté suivant le schéma ci-dessus (figure 3.1). Sur ce schéma on a représenté les liaisons qui existent entre les différents éléments du système automatisé. Ces différentes liaisons sont :

L'opérateur dialogue avec la partie commande (PC) du système à l'aide de boutons poussoirs du pupitre ou d'un terminal de programmation. La partie commande peut dialoguer avec l'opérateur à l'aide de voyants, de compteurs, d'afficheurs du pupitre, etc...

III. Choix de L'automate :

Pour choisir un automate programmable faut quantifier les besoins suivants :

- Nombre d'entrées / sorties : le nombre de cartes peut avoir une incidence sur le
- Nombre de racks dès que le nombre d'entrées / sorties nécessaires devient élevé.
- Type de processeur : la taille mémoire, la vitesse de traitement et les fonctions spéciales offertes par le processeur permettront le choix dans la gamme souvent

- Très étendue.
- Fonctions ou modules spéciaux : certaines cartes (commande d'axe, pesage ...) permettront de "soulager" le processeur et devront offrir les caractéristiques souhaitées (résolution, ...).
- Fonctions de communication : l'automate doit pouvoir communiquer avec les autres systèmes de commande (API, supervision ...) et offrir des possibilités de communication avec des standards normalisés.

Pour réaliser l'automatisation de la machine, il nous a été proposé par les responsables de la société de travailler sur l'automate LOGO.

IV. Présentation de l'Automate LOGO



Figure 4.2 : Automate LOGO

Un automate programmable industriel, ou API, est un dispositif électrique programmable destiné à la commande de processus industriels par un traitement séquentiel. Il envoie des ordres vers les *pré actionneurs* (partie opérative ou *PO* côté actionneur) à partir de données d'entrées (capteurs) (partie commande ou *PC* côté capteur), de consignes et d'un programme informatique.

AUTOMATES PROGRAMMABLES LOGO :

Le **LOGO** possède un affichage qui permet de visualiser :

En mode RUN :

- L'état logique des entrées.
- L'état logique des sorties.
- L'heure (LOGO 230RC).

En mode programmation

- Le bloc en cours de programmation.
- Sa fonction.
- Sa sortie.
- Ses entrées.

V. Choix de capteur de position :

1. Critères du choix

Parmi les principaux et nombreux facteurs qui interviennent dans le choix d'un détecteur, citons :

- ✓ Les conditions d'exploitation, caractérisées par la fréquence de manœuvre, la nature, la masse et la vitesse du mobile à contrôler, la précision et la fidélité exigées
- ✓ L'effort nécessaire pour actionner le contact
- ✓ La nature de l'ambiance, humide, poussiéreuse, corrosive, ainsi que la température
- ✓ Le niveau de protection recherché contre les chocs, les projections de liquides
- ✓ Le nombre de cycles de manœuvres
- ✓ La nature du circuit électrique
- ✓ Le nombre et la nature des contacts
- ✓ La place disponible pour loger, fixer et régler l'appareil

La démarche d'aide au choix s'établit en deux temps :

Phase 1 : détermination de la famille de détecteurs adaptée à l'application

Phase 2 : détermination du type et de la référence du détecteur recherché

- ✓ L'environnement : température, humidité, poussières, projections diverses
- ✓ La source d'alimentation : alternative ou continue
- ✓ Le signal de sortie : électromécanique, statique
- ✓ Le type de raccordement : câble, baumier, connecteur.

2. Choix de la famille de détecteur

Le choix de la famille du détecteur consiste à répondre à plusieurs questions d'une façon subtile afin d'éradiquer toute sorte d'erreur qui peut entraîner un mauvais choix.

Lors de cette étape, on est sensé de tenir compte l'objet à détecter, son état, La vitesse de son animation et sa fréquence. On doit même mentionner si son contact avec le capteur est possible ou pas.

La figure suivante résume les différentes étapes pour le bon choix du capteur.

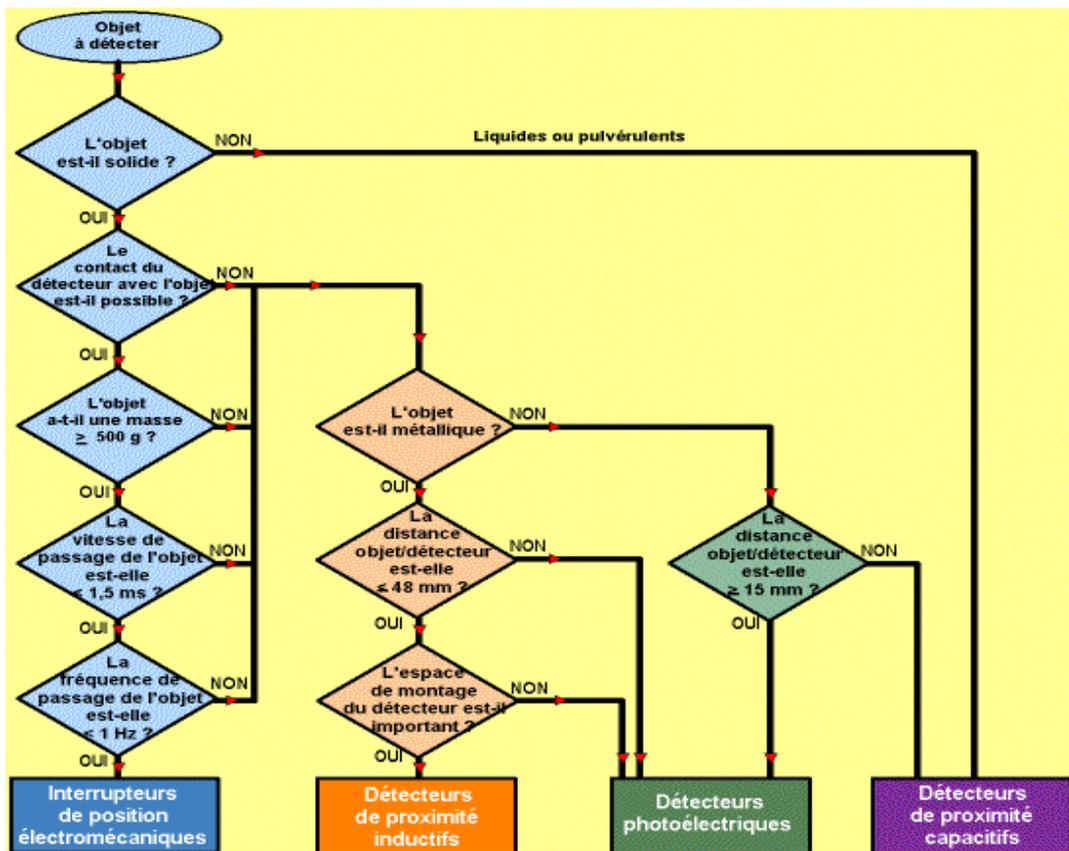


Figure 4.3 : Schéma de la famille des détecteurs

D'après le schéma précédent on a trouvé que le détecteur adapté à notre projet est appartenue à la famille des détecteurs photoélectriques.

3. Câblage des détecteurs

Puisque notre projet est automatisé avec l'automate le câblage du détecteur est un **câblage 2 fils de type électronique**.

Le type du système du capteur :

Les systèmes détecteurs de proximités photoélectriques comprennent :

- ✓ Un émetteur de lumière visible ou infrarouge,
- ✓ Un récepteur photosensible.

Un émetteur et un récepteur sont regroupés dans un même boîtier.

Le faisceau lumineux, émis en infrarouge, est renvoyé vers le récepteur par tout objet suffisamment réfléchissant qui pénètre dans la zone de détection.

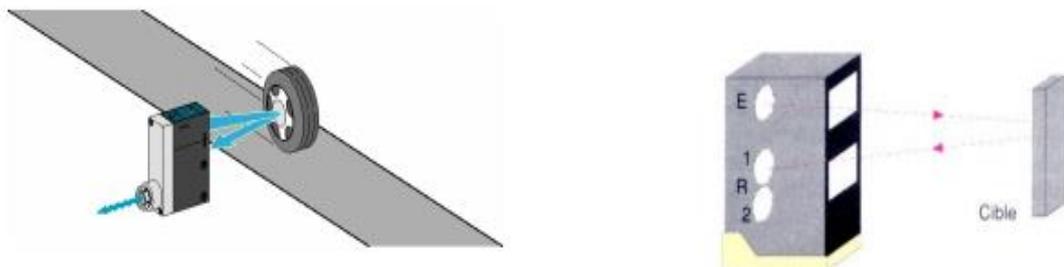


Figure 4.4 : Exemple d'un détecteur de proximité

4. Conclusion

Finalement on est utilisé Un détecteur Photoélectrique de proximité avec un câblage 2 fils de type électronique avec réglage de distance.

vi. Automatisation de la machine :

Pour notre projet on a programmé l'Automate avec le langage LADDER. Le fonctionnement automatique du déplacement de la machine pourrait être représenté comme ci-joint

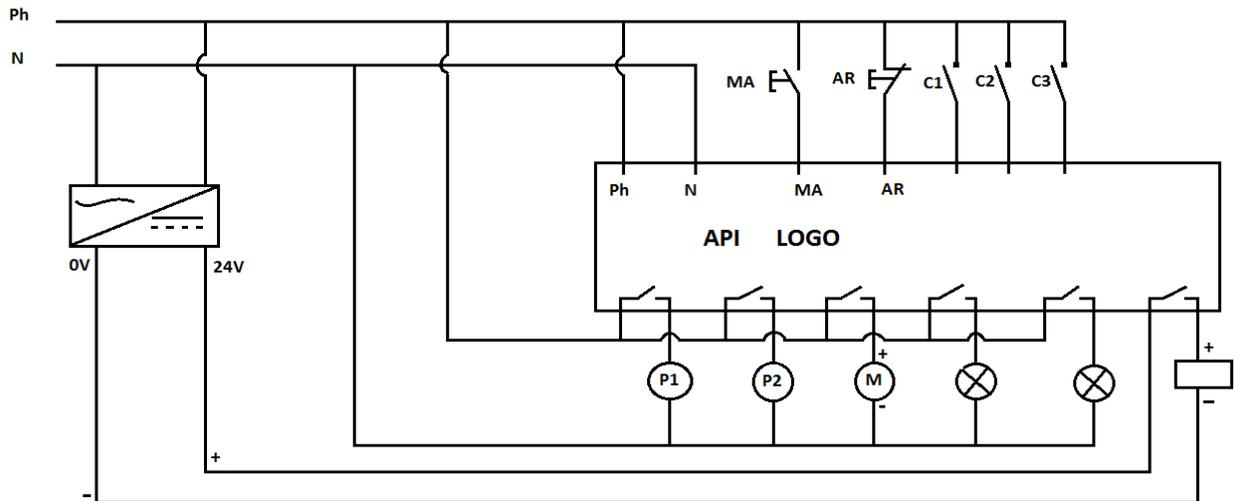


Figure4.5 : Montage électrique du système

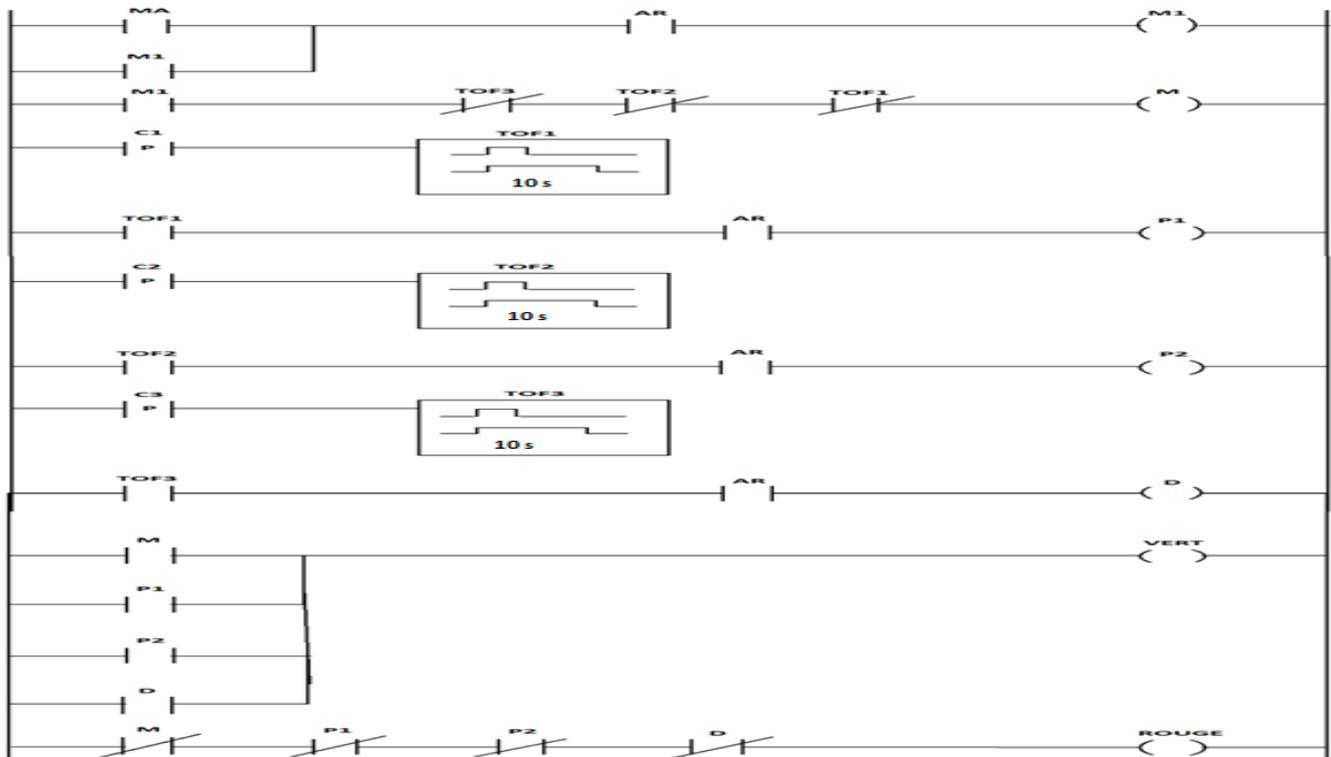


Figure 4.6 : Schéma LADDER de la machine

CHAPITRE V

ETUDE FINANCIERE

I. Objectif

Afin d'avoir une idée sur le cout de la réalisation de la machine, nous allons compléter l'étude de la réalisation par une estimation réelle des frais de la fabrication.

Dans l'étude des projets il est nécessaire d'élaborer une partie qui concerne la gestion du projet et son étude économique pour déterminer les couts et par conséquent le degré de sa rentabilité. Pour déterminer le cout du système nous sommes menés à définir :

Le cout de l'étude.

Le cout de la matière première.

Le cout de l'élément standard.

Le cout de la réalisation.

II. Estimation des coûts

Pour pouvoir réaliser la machine, nous avons besoin de la matière brute et faire des commandes pour des mécanismes essentiels.

Le tableau suivant résume les besoins en brut nécessaires ainsi que le prix de chaque élément du système :

Eléments	Prix
Coude grand rayon male/femelle	7,89 € (unité)
Tuyau en cuivre 10/20	Barre d'un mètre 6,74€
Tôle acier inoxydable brossé S535	36,77€
Tube acier rectangulaire	12€
Tôle aluminium	5,38€
Réservoir	500€
Motoréducteur	350€
Rouleau	14€
Ventilateur	489€
Capteur	164,89€
Pompe	504,29€

Figure 5.1 : Tableau des prix des éléments de la machine

Conclusion

Arrivant à la fin de notre projet de fin d'étude concernant l'étude et la conception d'une machine de lavage industriel nous présentons le bilan du travail effectué.

D'abord il fallait bien comprendre le fonctionnement de la société et ses différents services et s'y intégrer afin de pouvoir bénéficier de la collaboration des membres du bureau des travaux de leurs conseils.

Ensuite, nous avons commencé notre étude par une analyse du problème. C'est dans ce cadre que nous avons réalisé une analyse fonctionnelle pour proposer des solutions adéquates qui vont satisfaire les exigences du cahier de charges.

Cependant, la durée de ce stage s'avère très courte par rapport à la réalisation d'un projet telle que l'étude et la conception d'une machine de lavage industriel. En effet la partie conception sur CATIA nous a pris beaucoup de temps, de même savoir organiser son projet et gérer son temps est un moyen efficace pour mener à succès un projet mécanique.

Une recherche bibliographique approfondie et l'utilisation du logiciel de conception CATIA nous ont permis d'aborder la conception et la réalisation de la majorité de calcul et des dessins des composants les plus importants de notre projet.

Finalement cette expérience au sein du monde professionnel nous a permis non seulement de s'intégrer dans un milieu qui ne nous était pas familier, mais elle nous a également initiés au sens de la responsabilité, le travail collectif, la sociabilité et le respect.

Sommaire des figures

Figure 1.1 : Organigramme de la société	8
Figure 1.2 : Différentes parties du piston	10
Figure 2.1 : Diagramme bête à cornes	16
Figure 2.2 : Diagramme bête à cornes de la machine de lavage	17
Figure 2.3 : Diagramme de Pieuvre	17
Figure 2.4 : Diagramme de Pieuvre de la machine de lavage	18
Figure 2.5 : Tableau des fonctions	18
Figure 2.6 : Diagramme SADT de la machine de lavage	20
Figure 2.7 : Diagramme FAST	21
Figure 2.8 : Diagramme FAST de la machine de lavage	21
Figure 2.9 : Dessin d'ensemble de la machine	29
Figure 3.1 : Types de pompage	33
Figure 3.2 : Schéma d'installation hydraulique du système	34
Figure 3.3 : Schéma de processus de lavage	36
Figure 3.4 : Structure du moteur	37
Figure 3.5 : Dessin des couples de torsion appliqués par le moteur sur la courroie	38
Figure 3.6 : Tableau des caractéristiques du motoréducteur	39
Figure 3.7 : Schéma des forces appliquées par le profilé intermédiaire sur les jambes	39
Figure 3.8 : Section supérieure de la jambe	41
Figure 3.9 : Section latéral du profilé intermédiaire	42
Figure 3.10 : Flexion du profilé intermédiaire	43
Figure 3.11 : Rouleau du convoyeur	44
Figure 3.12 : Forces et moment exercé par les paniers sur les rouleaux	44
Figure 3.13.1 : Déformation du système de convoyage	45

Figure 3.13.2 : Déformation du système de convoyage	46
Figure 3.14 : Forces appliquées par la cuve sur le réservoir	46
Figure 4.1 : Structure d'un système automatisé	51
Figure 4.2 : Automate LOGO	51
Figure 4.3 : Schéma de la famille des détecteurs	54
Figure 4.4 : Exemple d'un détecteur de proximité	54
Figure 4.5 : Montage électrique	56
Figure 4.6 : Schéma LADDER de la machine	55
Figure 5.1 : Tableau de prix des éléments de la machine	57

Bibliographie

<http://www.zoneindustrie.com/Produit/Ventilateur-centrifuge-11300.html>

<http://www.hellopro.fr/moteurs-electriques-2003698-fr-rubrique.html>

<http://www.mset.fr/>

<http://www.actinnovation.com/innobox/outils-innovation/bete-a-cornes>

<http://www.sepi-pompes.com/>

<http://www.e-vimec.it/lp/fr/thankyou.cfm>

<http://www.tridistribution.fr/fr/moteurs-et-motoreducteurs.html>

http://www.esse.fr/epages/xsisunlz.sf/fr_FR/?ObjectPath=/Shops/xsisunlz/Categories/TOLES/TOLES_INOX_ALIMENTAIRE_304_BRUT_INOXYDABLE_1_5_MM/inox_316_brosse_1_5

<http://fr.rs-online.com/web/c/automatisme-et-controle-de-process/capteurs-et-transducteurs/capteurs-photoelectriques/>

<http://materiel.hellopro.fr/ventilateur-centrifuge-3005867-1-feuille.html>