Sommaire

Dédicace……....

Remerciement …….

Introduction…….....1

Chapitre I : Présentation de l'entreprise Floquet Monopole

I -Généralités sur l'entreprise Floquet Monopole……..…….…….2

1.Fiche de présentation…….…….....2

2.Organigramme…….…….....3

II –Organisation technique de Floquet Monopole……..…….....4

Chapitre II : Présentation de système de nettoyage des emballages

I Caractéristiques de disque de frein……..6

1 Définition de disque de frein……....6

2 Composants de disque de frein …….…..6

3 Le fonctionnement de disque de frein :…….....7

4 Types de disque de frein…….....7

5 Matières de constitution de disque dfrein ….....9

6 Processus de fabrication de disque de frein……..……....9

7 Le Flux physique de fabrication ……12

II Réception des « Emballages vides »…….……...14

1 Types des « Emballages vides »……...14

2 Les outils de conception utilisée…….....15

Chapitre III : Conception du système de nettoyage des emballages

I Les composants du système de nettoyage……17

II Conception sur CATIA ……...17

III Processus de nettoyage des emballages……23

IV Le Gain du système de nettoyage……..27

V Etude théorique du système de nettoyage……27

1 Etude sur la position de Robinet flotteur …….....27

2 Etude sur la vitesse de rotation du moteur…….……..28

3 Etude sur la puissance de la pompe……..29

4 Etude sur la puissance de radiateur de l'eau……32

Conclusion……..37

Liste des Figures :

Figure 1 : Organigramme du Floquet Monopole ……..…….…….……..3

Figure 2: Le disque de frein et le moyeu…….....6

Figure 3 : Composants de disque de frein…….6

Figure 4 : Liaison de Disque de Frein par l'étrier…….7

Figure 5 : Sens d'accumulation de la chaleur pour le disque plein……...……...…8

Figure 6 : Sens d'accumulation de la chaleur pour le disque ventilé……..……..8

Figure 7 : Disque de frein brut avant le Tournage……..…10

Figure 8 : Disque de frein ventilé après le Tournage ……...…..10

Figure 9 : Disque de frein ventilé après l'Ebavurage…….....11

Figure 10 : Disque de frein ventilé après l'équilibrage……...…11

Figure 11: Le Flux physique de fabrication des disques de frein……..……...13

Figure 12 : Processus de contrôle des disques douteux dans la conformité……...14

Figure 13 : Emballage de type A…….……...….15

Figure 14: Schéma graphique du processus de nettoyage des emballages……..……16

Figure15 : Pulvérisateur d'eau……..…..…18

Figure 16 : DRAFTING de pulvérisateur d'eau……..……...18

Figure 17 : Brosse de nettoyage…….……18

Figure18 : DRAFTING de la brosse…….……...18

Figure 19:Ventilateur d'air de séchage……..……19

Figure 20 : Vue d'arrière de radiateur……19

Figure 21 : Vue isométrique de radiateur……...……....19

Figure 22 : Sécheur des deux grandes surfaces…….……..…..……20

Figure 23 : DRAFTING du sécheur des deux grandes surfaces…….20

Figure 24 : Sécheur de la petite surface……..……20

Figure 25 : DRAFTING du sécheur de la petite surface……..…….…….20

Figure 26 : Vue isométrique droite de convoyeur……..21

Figure 27: Vue isométrique gauche de convoyeur ……....21

Figure 28: Réservoir de l'eau savonneuse…….…….....21

Figure 29: Robinet Flotteur…….……...22

Figure 30:Radiateur de l'eau…….…….…22

Figure 31 : Filtre de l'eau utilisée…….……..23

Figure 32 : DRAFTING de système …….……24

Figure 33 :Vue en dessus du système de nettoyage…….……..…….24

Figure 34 : Vue en arrière du système de nettoyage…….……..……25

Figure 35 : Vue de face du système de nettoyage…….……25

Figure 36 : Vue de face coté gauche du système de nettoyage……..…....26

Figure 37 : Vue de gauche du système de nettoyage……..……26

Liste des abréviations :

FM : Floquet Monopole

ISO : Organisation internationale de normalisation

ISO TS : Organisation internationale de normalisation Technical specification

IATF: International automotive task force

DAF: Directeur d'achat et de finance

DRH : Direction de ressources humaines

DF : Disque de frein

DV: Disque ventilé

DP: Disque plein

EV: Emballage vide

Introduction Générale

Du fait de la décentralisation des activités de conditionnement et d'emballage, il peut exister des ruptures de livraison qui sont dues au retard concernant la satisfaction des exigences d'utilisation des emballages qui influencent sur la conformité du produit

La définition d'un système de nettoyage est indispensable pour garantir la meilleure disponibilité en terme de la bonne gestion d'usage des emballages

C'est dans ce cadre que s'inscrit notre projet effectué au sein de la société Floquet monopole dans le département Logistique. Son objectif principal est la conception d'un système de nettoyage des emballages. Ce présent document est une réalisation de ce travail et qui est reparti en trois chapitres :

- ✓ Le premier chapitre porte sur la présentation de l'entreprise qui nous a accueilli durant la période de Stage
- ✓ Dans le deuxième chapitre nous proposons une présentation du système de nettoyage des emballages
- ✓ Dans le troisième chapitre nous abordons une étude de notre système.

Chapitre I

PRÉSENTATION DE L'ENTREPRISE

FLOQUET MONOPOLE

I-Généralités sur l'entreprise Floquet Monopole

Fondée en 1981, la Société Floquet Monopole est une société anonyme a comme activité principale la fabrication des disques de frein avec ses 2 types : Disques pleins et Disques ventilés.

Possédant la licence d'exploitation de Floquet Monopole, société française qui fait partie du groupe Dana Américaine, la FM est certifiée ISO 9001 v 2008 et ISO TS/16949 v 2009, IATF 16949 v 2016, ce qui montre son intégration à l'échelle mondial, En renforçant sa relation avec ses clients tels que Perfect Circle Distribution Europe, FAURECIA, Renault Maroc.

1 Fiche de présentation

Le **Tableau 1** permet de présenter la société Floquet Monopole dans sa cadre générale :

Raison Sociale	Floquet Monopole
Forme	Société anonyme
Date de création	1981
Siege	Quartier Industriel Sidi Ibrahim, lot 59, Rue 813, Fès-Maroc
Activistes	Fabrication des disques de freins
Production	4200 DF/jour
Capital	20 800 000 DHS
Chiffre d'affaire	80 000 000 DHS
Email	fm@ floquetmonopole.co.ma
Téléphone	05 35 64 26 91 05 35 64 28 69
activité ancienne et futur	La production des pistons
Certification	ISO 9001 v : 2008 ISO TS 16949 v : 2009 IATF 16949 v : 2016

Tableau 1 : Fiche de présentation de société Floquet Monopole

2-Organigramme :

La **figure 1** est une représentation hiérarchique des postes dans la société Floquet Monopole :

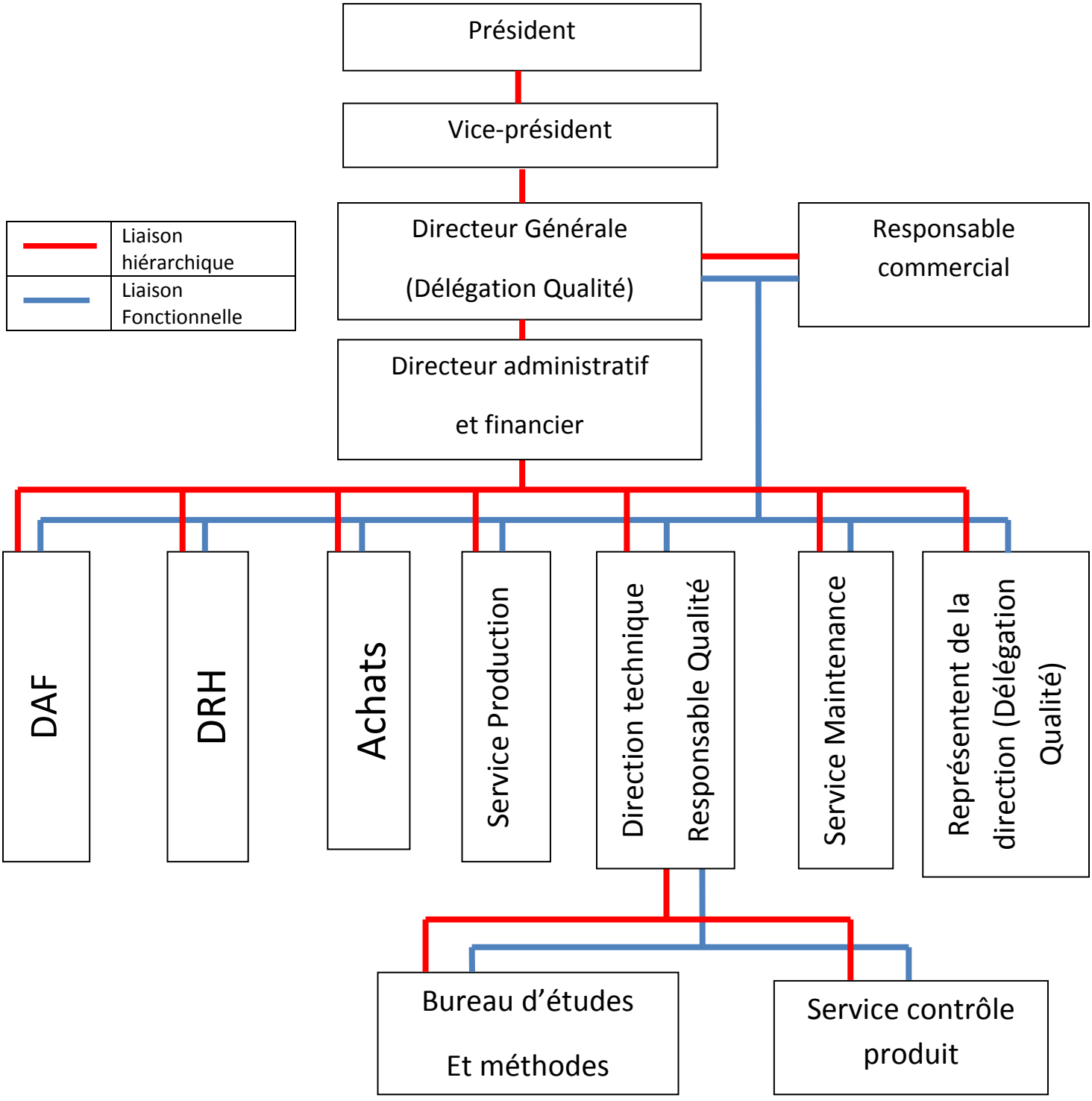


Figure 1 : Organigramme du Floquet Monopole

II-Organisation technique de Floquet Monopole

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

1 Bureau de méthode

Il consiste à étudier, prévoir, réparer et lancer le processus fabrication permettant d'obtenir des produits conformes aux exigences du cahier de programmes de production donnée, dans un contexte technique, humain et financier déterminé.

2 Bureau d'étude et Développement

Il sert à étudier un mécanisme, 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 des dessins accompagnés de spécifications précises.

3 Service commercial

Il Consiste à calculer les besoins et ramener des nouveaux clients à l'entreprise en transmettant des informations concernant le produit ou le service aux clients ciblés.

4 Service achat

Connaître le marché de l'offre dans son domaine d'activité, de recueillir les besoins et les demandes des clients interne, de déclencher les consultations, de mener le choix de fournisseur, de passer les commandes, de négocier les tarifs et les conditions d'achat (livraison, conditions de paiement...).

5 Service Production

Il est chargé de faire respecter les procèdes de fabrication et les règles de sécurité dans l'atelier, ce service est géré par un système de gestion de production qui permet de maitriser le flux physique de fabrication en respectant les délais, et le flux informationnel(GPAO).

6 Service Qualité

C'est un service qui assure l'obtention des disques de frein conformes tout en passant par plusieurs postes de contrôle dont on trouve : contrôle réception des disques bruts, contrôles intermédiaires et contrôle finale, ce service permet pour la société de gagner plusieurs prix, ce qui montre la force de sa politique Qualité dans le marché.

7 Service Maintenance

C'est l'ensemble des actions permettant de maintenir ou de rétablir une machine défaillent dans un état spécifiée, ou d'assurer l'installation des nouveaux machines

La société permet la réalisation de la maintenance préventive systématique régulière.

8 Service Métrologie

Ce service a pour rôle de contrôler l'action de mesurer, d'examiner, d'essayer, de passer aux calibres une ou plusieurs caractéristiques de disque de frein et de les comparer aux exigences spécifiées en vue d'établir leur conformité.

9 Service Ressources humains

Il est chargé de toutes les fonctions administratives et professionnelles de l'ensemble du personnel de l'usine.

10 Service de conditionnement et stockage

Ce service s'occupe des travaux de conditionnement, d'emballage et de stockage final avant l'expédition vers le client. L'exportation représente une partie très important de l'activité de distribution.

11 Service Logistique

Il permet de mettre a disposition, au moindre coût et avec la qualité requise, un produit, à l'endroit et au moment où la demande existe. Elle concerne toutes les opérations déterminant le mouvement des disques de freins tel que l'approvisionnement, la gestion de stocks, la manutention, la préparation des commandes, le transport et la livraison.

Chapitre II

PRÉSENTATION DE SYSTÈME DE NETTOYAGE DES EMBALLAGES

I Caractéristiques de disque de frein :

1 Définition de disque de frein :

Le disque de frein est un dispositif technique utilisé pour assurer l'opération de freinage qui consiste à ralentir ou arrêter le véhicule, en passant d'une vitesse donnée à une vitesse inférieure ou nulle, ce dernier outil se pose sur le moyeu (**Figure 2**) qui fait le lien entre la roue et le véhicule.

Figure 2: le disque de frein et le moyeu

2 Composants de disque de frein :

Le disque de frein est constitué d'un anneau plein avec deux pistes de frottement (**Figure 3**), d'un bol qui est fixé sur le moyeu et sur lequel est fixée la jante, d'un raccordement entre les pistes et le bol. Les pistes de frottement sont dites extérieures quand elles se situent du côté de la jante et intérieures quand elles se situent du côté de l'essieu.

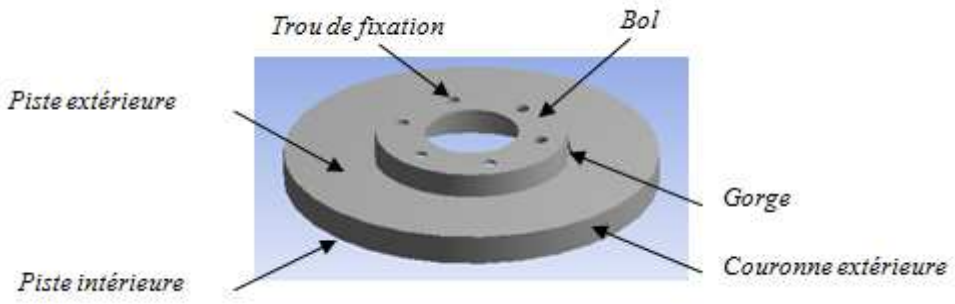


Figure 3 : Composants de disque de frein

3 Le fonctionnement du disque de frein :

Le principe de base du disque de frein se résume dans la transformation de l'énergie cinétique d'un véhicule en chaleur. Concrètement, le système de freinage utilise un disque et des plaquettes. Le premier est fixé sur le moyeu de la roue, les secondes, maintenues dans un étrier (**Figure 4**) ou une chape, ont pour mission de frotter de chaque côté du disque. Lorsqu'un freinage est nécessaire, un mécanisme pousse les plaquettes qui viennent frotter sur le disque, entraînant une force de frottement et la création d'un couple de freinage. Cette action engendre une production de chaleur, Selon la taille, le poids et la puissance d'un véhicule, le disque aura besoin d'un système de refroidissement plus ou moins efficace.

Figure 4 : liaison de Disque de Frein par l'étrier

4 Types de disque de frein :

Il existe deux types de disques de frein : disque plein et disque ventilé.

4.1 Le disque de frein plein:

Comme leur nom l'indique, en forme de disque, il est fixé au moyeu et une grande partie de leur diamètre est pincée par l'étrier et les plaquettes de frein. A cause de phénomènes de la rapidité de chauffage et le lentement de refroidissement qui n'est que le résultat d'accumulation de la chaleur au centre (**Figure 5**), ce dernier disque est souvent utilisé dans les roues d'arrière de véhicule car la température résultante est moins que celle dans l'avant lors de freinage.

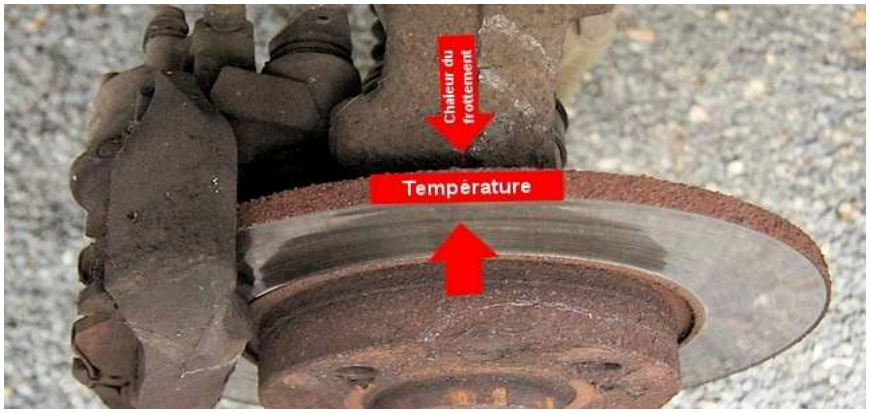


Figure 5 : Sens d'accumulation de la chaleur pour le disque plein

La référence de disque plein dans la présente société est :

- DP (259*12) : de diamètre 259 mm et d'épaisseur 12 mm

4.2 Le disque de frein ventilé :

Un disque ventilé ressemble à deux disques pleins superposés avec un espace entre les deux pour améliorer le refroidissement, elle peut en effet se dissiper aussi par le centre du disque (**Figure 6**). Généralement, les freins avant sont ventilés et ceux de l'arrière sont pleins pour des raisons de coût et d'échauffement.

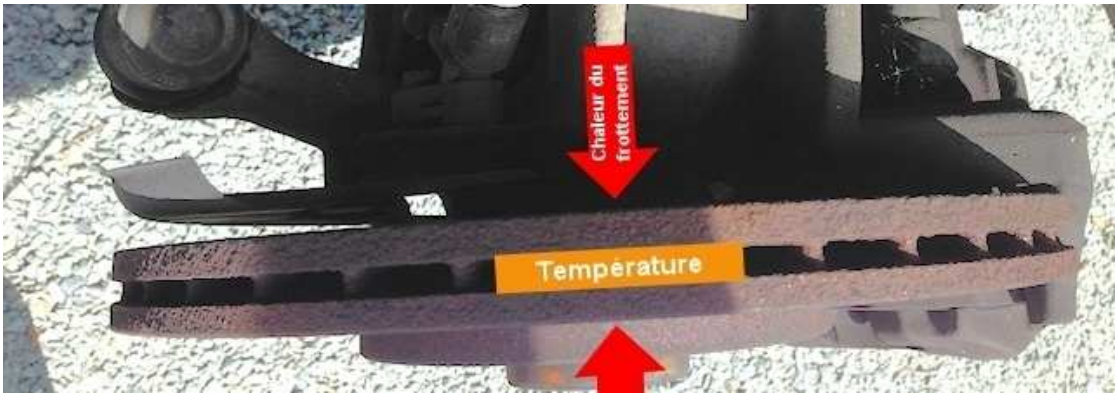


Figure 6 : Sens d'accumulation de la chaleur pour le disque ventilé

Les dimensions de ce disque sont variables suivant le type de véhicule : plus celui-ci est puissant et lourd, plus les diamètres des disques sont importants. Dans la présente société on trouve 2 types de disques ventilés :

- Référence 1 : DV (258*22) : de diamètre 258 mm et d'épaisseur 22 mm
- Référence 2 : DV (280*24) : de diamètre 280 mm et d'épaisseur 24 mm

5 Matières de constitution de disque de frein :

La constitution diffère suivant l'utilisation, les véhicules de grande série sont équipés de disques de frein en fonte d'acier et de faible coût à l'achat ; Les voitures de prestige et de compétition reçoivent des disques en carbone ou céramique, l'énorme avantage de ces matériaux est d'absorber efficacement la chaleur et de garder leurs propriétés mécaniques à très haute température (de 500 à 800 °C).

6 Processus de fabrication des disques de frein

Le processus de fabrication des disques de frein est composé de plusieurs opérations successives dont on trouve :

6-1 Tournage :

Le Tournage est une technique d'usinage qui consiste à enlever, à l'aide d'outils coupants, de la matière sur une pièce initiale cylindrique pour obtenir une pièce finale

Le Tournage est réalisé par 3 opérations enchainées :

- ✓ **Opération 1 :**

Tournage de la face interne en enlevant la matière par :

- **Dressage** : consiste à usiner sur un tour un cylindre d'un certain diamètre par déplacement de l'outil de coupe suivant un axe perpendiculaire à l'axe de rotation de disque
- **Chariotage** : consiste à usiner sur un tour un cylindre d'un certain diamètre par déplacement de l'outil de coupe suivant un axe parallèle à l'axe de rotation de disque

- **Chanfreinage** : consiste à usiner un cône de petite dimension, de façon à supprimer un angle vif, ou réaliser un petit chanfrein d'entrée, permettant ainsi un bon emboitage dans un alésage.

✓ **Opération 2 :**

Tournage de la face externe en enlevant la matière par :

- **Alésage** : usiner une surface cylindrique à l'intérieur de disque.
- **Dressage**, **chanfreinage**, et contrôle de la tolérance de trous au milieu.

✓ **Opération 3 :**

Finition par Tournage des 2 faces usinées dans les opérations précédentes.

Les **Figures 7et 8** représentent un disque de frein ventilé avant et après le tournage :

Figure 7 : Disque de frein brut avant le Tournage

Figure 8 : Disque de frein ventilé après le Tournage

6-2 Perçage :

Le Perçage sert à usiner 6 trous sur le bol de DF.

6-3 Ebavurage :

L'Ebavurage consiste à enlever la bavure qui est un surplus involontaire de matière souvent de faible épaisseur qui apparait après le perçage.

La **Figure 9** représente un disque ventilé après l'Ebavurage:

Rapport-gratuit.com
LE NUMERO 1 MONDIAL DU MÉMOIRES

Figure 9 : Disque de frein ventilé après l'Ebavurage

6-4 Lavage :

Le Lavage consiste à nettoyer le disque de frein avec l'eau savonneuse, puis avec l'eau chaude, et finalement par le séchage avec l'air chaud.

6-5 Equilibrage :

L'Equilibrage s'effectue avec un équilibreuse par enlèvement d'une partie de la matière sur la couronne extérieure. La **Figure 10** représente un disque de frein ventilé après l'équilibrage :

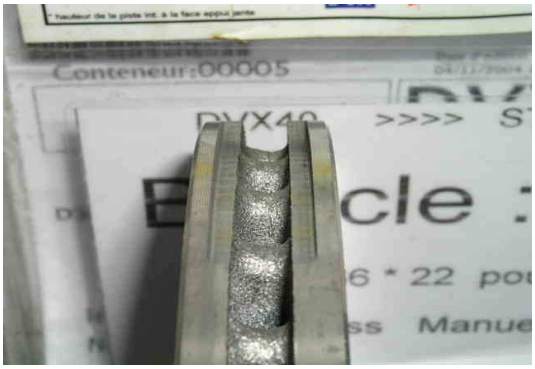


Figure 10 : Disque de frein ventilé après l'équilibrage

6-6 Contrôle fissuration de matière à 100% :

Cette opération s'effectue par la vérification de plusieurs paramètres dimensionnels et géométriques dont on trouve :

Diamètre centrage : diamètre de cylindre central.

Battement parallélisme : l'épaisseur et le parallélisme des 2 pistes de disque.

Conicité face moyeu : la symétrie entre les coins internes de disque.

Si les résultats sont dans l'intervalle de tolérance la machine de marquage avec la marque du client « RENAULT » sera activée, sinon un message d'invalidation est affiché.

6-7 Contrôle Visuel a 100% :

Cette étape consiste à contrôler toutes les pièces visuellement, vérifier l'absence de bavure, des éclats d'usinage, et la présence du marquage.

6-8 Chauffage des disques :

Cette dernière opération s'effectue dans un four dont la température varie entre 20°C et 40 °C, la durée de séchage est changeable selon le taux d'humidité de disque en variant la vitesse du tapis, et après, le disque passe à la peinture, l'intérêt de chauffage est de fixer la peinture sur le disque.

6-9 Contrôle visuelle à 100% d'aspect de peinture et de marquage.

7 Le Flux physique de fabrication :

C'est une représentation graphique des différentes étapes successives enchainées (**Figure 11**), dont on définit l'écoulement de disque de frein depuis l'approvisionnement de disque brut jusqu'au la livraison du disque fini.

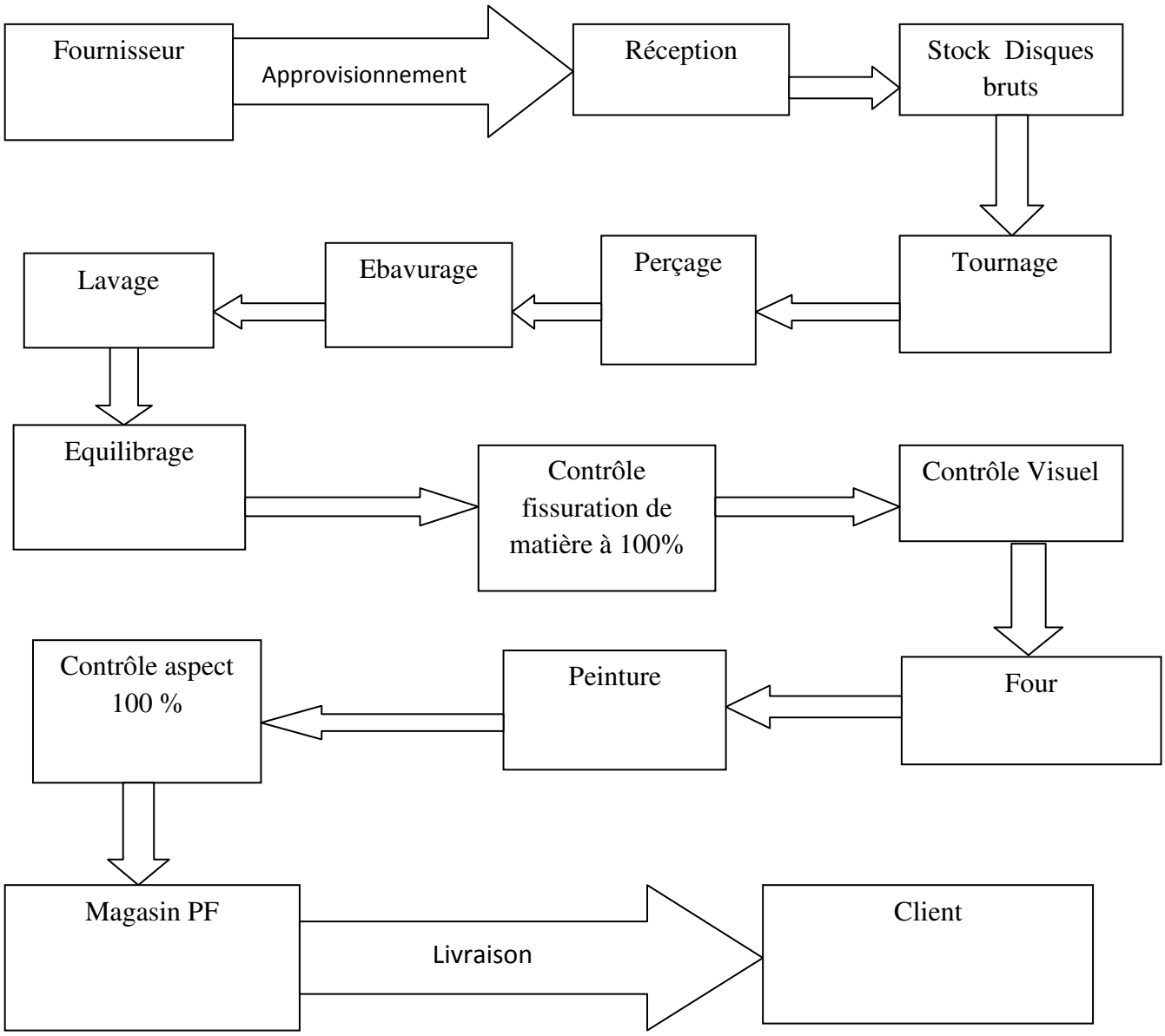


Figure 11: Le Flux physique de fabrication des disques de frein

Pour les pièces douteuses dans sa conformité il y'a un processus qui les gère, qui est défini comme suit :

Après le contrôle visuel, si la pièce est conforme elle passe directement au four, sinon elle sera orientée vers le service métrologie pour décider si le problème est corrigeable ou non, dans le cas où on peut le corriger elle sera transférer à l'Aléseuse comme le montre la **Figure12**:

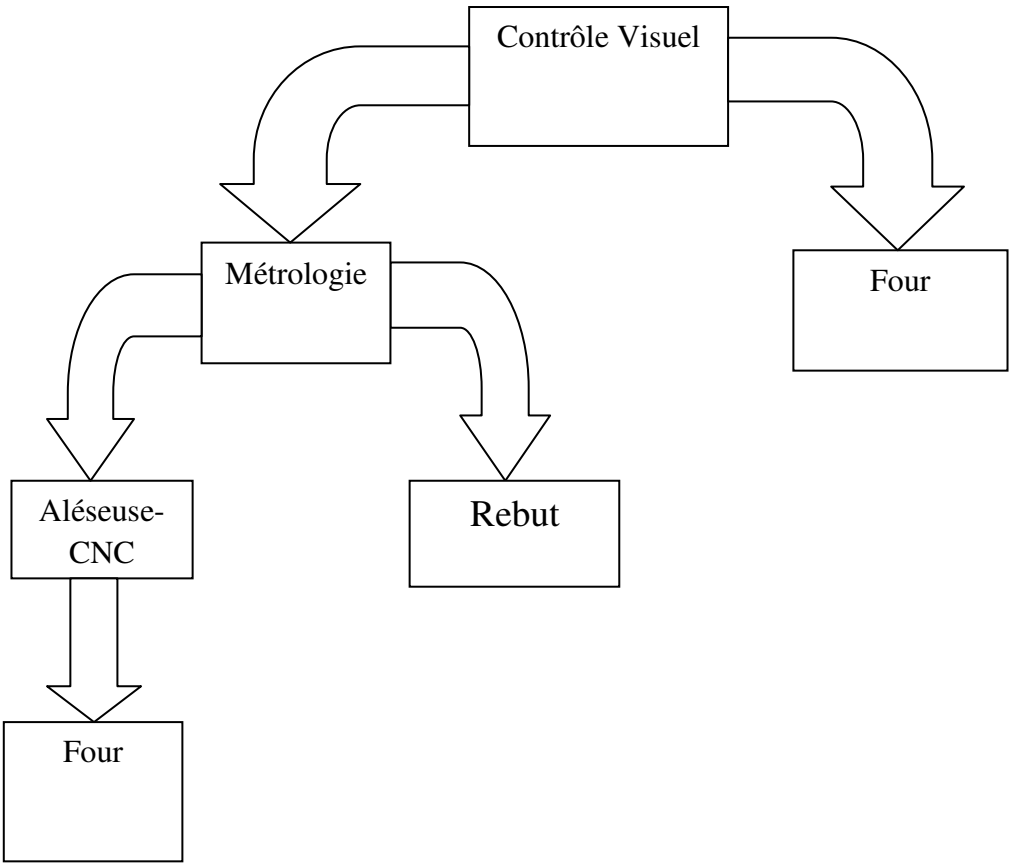


Figure 12 : Processus de contrôle des disques douteux dans la conformité

II Réception des Emballages vides

1 Types des Emballages vides :

Pour assurer le bon conditionnement des disques de freins, la société utilise des emballages destinés à contenir, à protéger ces dernières, en permettant leur manutention vers le consommateur en bon état, ces emballages se compose en 3 types dont on trouve:

- Type A : Permet de supporter 12 DV (258*22)
- Type B : Permet de supporter 11 DV (280*24)
- Type C : Permet de supporter 11 DP (259*12)

La **Figure 13** représente un emballage de Type A :

Figure 13 : Emballage de type A

Après la livraison des disques de frein, Les emballages reviennent à la société dans une état sale et mouillée par son client RENAULT de Tanger, la chose qui l'oblige de faire le nettoyage de ces derniers par 2 ouvriers manuellement (a cause de la grande quantité des emballages), pendant une durée qui varie entre 2min et 5min en fonction de degré d'humidité. Ce problème nous a ramené de proposer un système de nettoyage qu'on l'a étudié à l'aide du logiciel CATIA.

La représentation graphique du procédé de nettoyage des emballages (**Figure 14**) nous a aidé d'identifier les composants du système étudié :

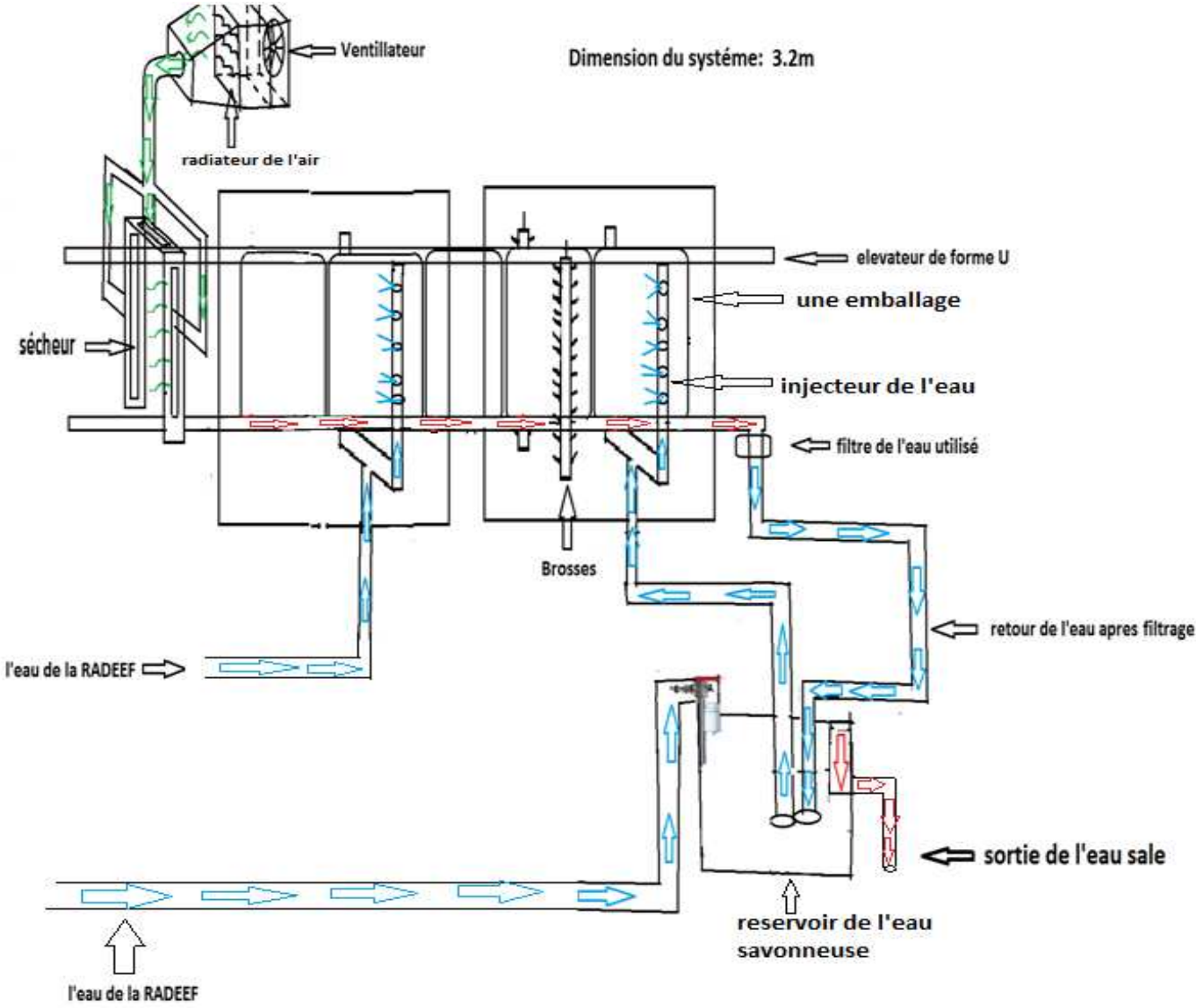


Figure 14: Schéma graphique du processus de nettoyage des emballages

Chapitre III

CONCEPTION DE SYSTÈME DE NETTOYAGE DES EMBALLAGES

I les composants de système de nettoyage

Notre système est constitué de 3 sous- systèmes définis comme suivant :

- ✓ Système de lavage avec l'eau savonneuse

Il est constitué de :

- Deux pulvérisateurs d'eau chaude
- Deux brosses
- Un réservoir de l'eau savonneuse qui contient un filtre d'eau, trois radiateurs et un robinet flotteur.

- ✓ Système de lavage avec l'eau chaude

Il est constitué de deux pulvérisateurs d'eau froide.

- ✓ Système de séchage avec l'air chaud

Il est constitué de trois sécheurs dont la source d'air chaud est une composition d'un ventilateur et un radiateur.

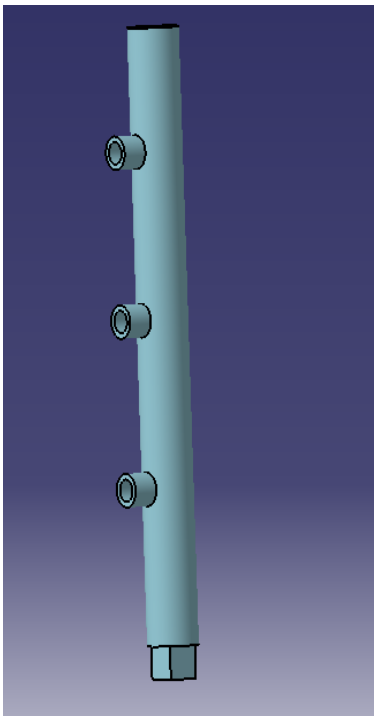
Ces trois systèmes sont liés à un convoyeur de forme « U » sur lequel les emballages se déplacent lors du nettoyage.

II Conception sur CATIA :

Toutes les figures qui représentent chaque composant de système ont été réalisées personnellement en utilisant le logiciel CATIA.

- ✓ Pulvérisateur d'eau :

Sert au lavage des emballages par la pulvérisation de l'eau à travers 3 sources de diamètre 2 cm chacune (**Figure 15 et 16).**



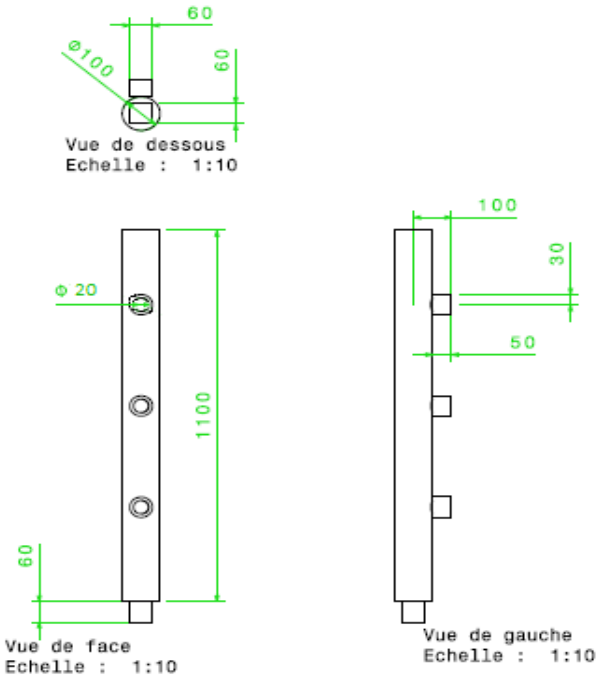
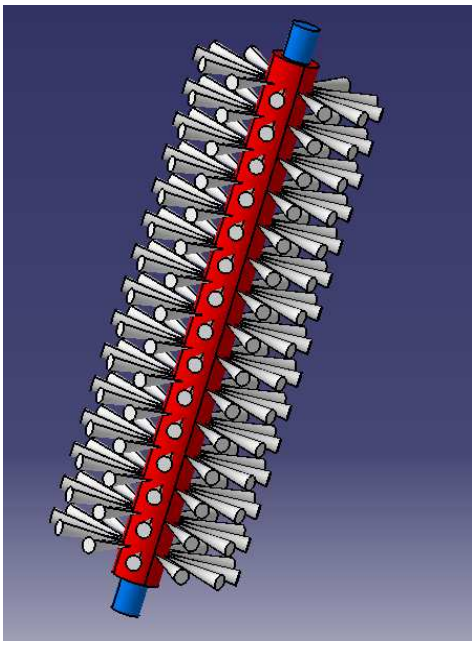


Figure 15 : Pulvérisateur d'eau **Figure 16 : DRAFTING de pulvérisateur d'eau**

✓ Brosse **:**

Sert au nettoyage des emballages, elle est constitué d'un arbre en polymère entouré par des poils en polyester, dont la longueur est de 15 cm (**Figure 17 et 18**).



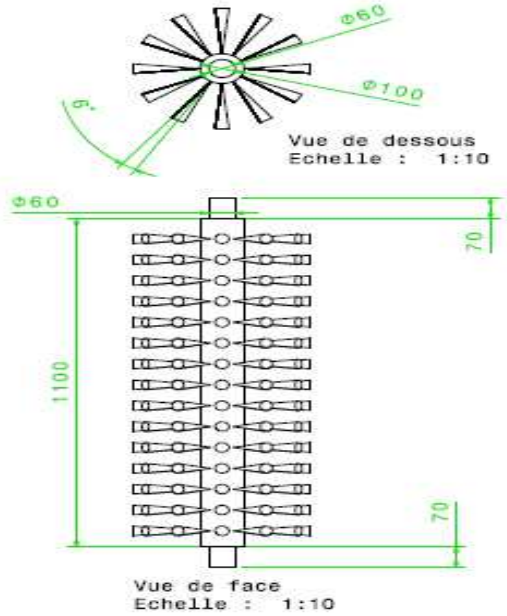


Figure 17 : Brosse de nettoyage **Figure 18 : DRAFTING de la brosse**

✓ Ventilateur :

Il sert à créer un vent artificiel (**Figure 19**) dont le courant d'air est destiné vers le radiateur.

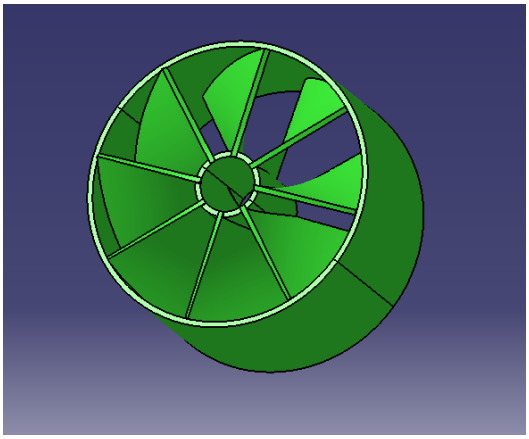


Figure 19:Ventilateur d'air de séchage

✓ Radiateur :

Il sert à chauffer l'air reçu par le ventilateur (**Figure 20 et 21**).

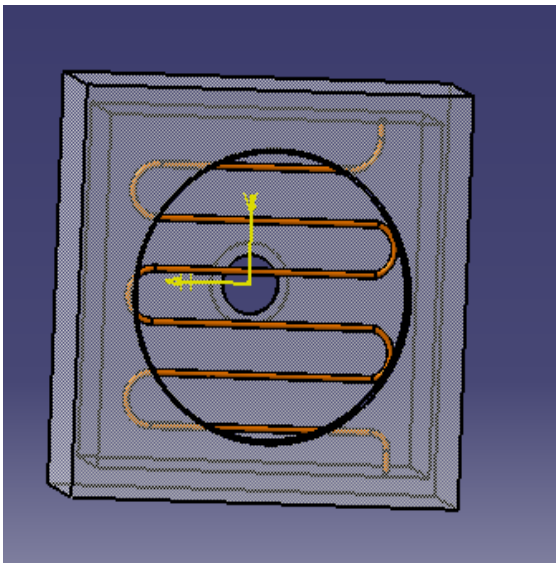


Figure 20 : Vue d'arrière de radiateur

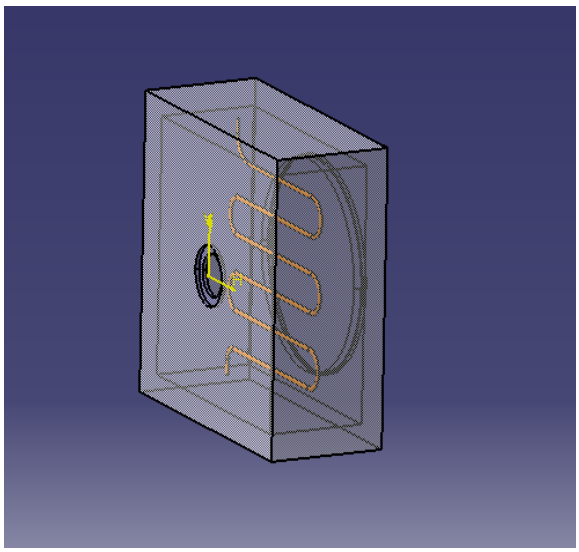


Figure 21 : Vue isométrique de radiateur

Rapport-gratuit.com
LE NUMERO 1 MONDIAL DU MÉMOIRES

✓ Sécheur :

Il sert à réduire le taux d'humidité de l'emballage. Nous avons utilisé deux types de sécheurs, un pour les deux grandes surfaces de l'emballage (**Figure 22 et 23**), et l'autre pour la petite surface de ce dernier (**Figure 24 et 25**).

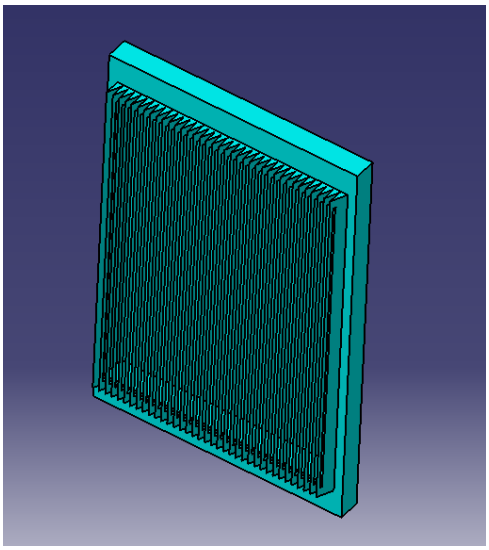


Figure 22 : Sécheur des deux grandes surfaces

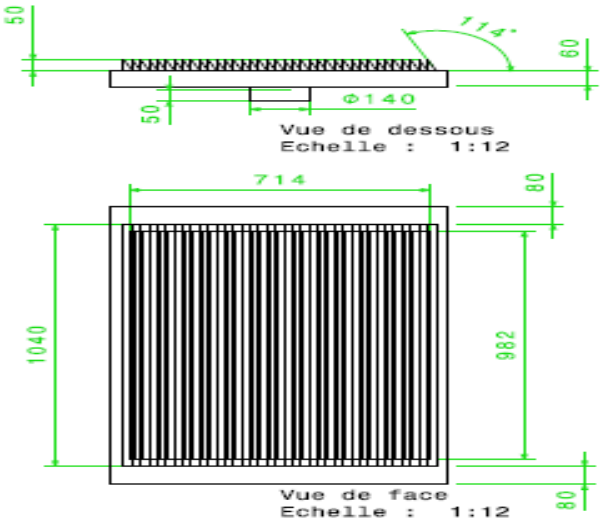


Figure 23 : DRAFTING du sécheur des deux grandes surfaces

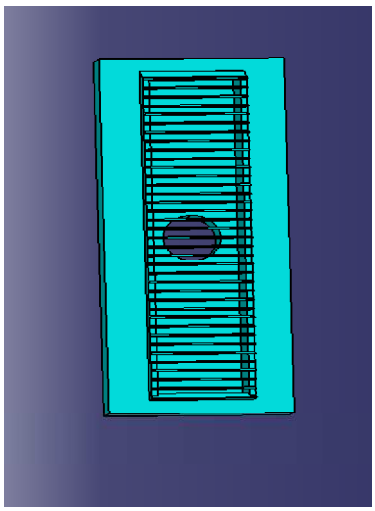


Figure 24 : Sécheur de la petite surface

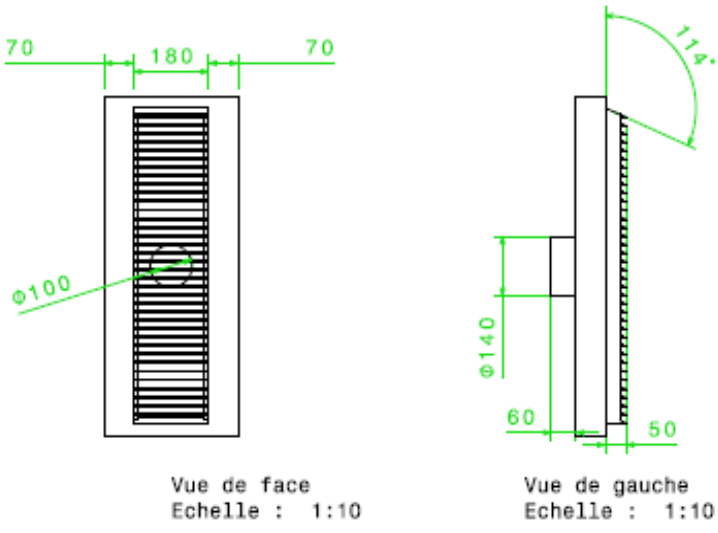


Figure 25 : DRAFTING du sécheur de la petite surface

✓ Convoyeur en « U » :

Utilisé pour le déplacement des emballages dans le système (**Figure 26 et 27**).

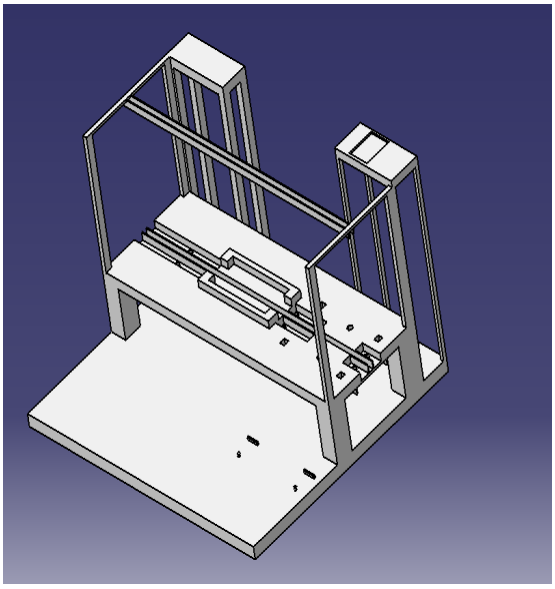


Figure 26 : Vue isométrique droite de convoyeur

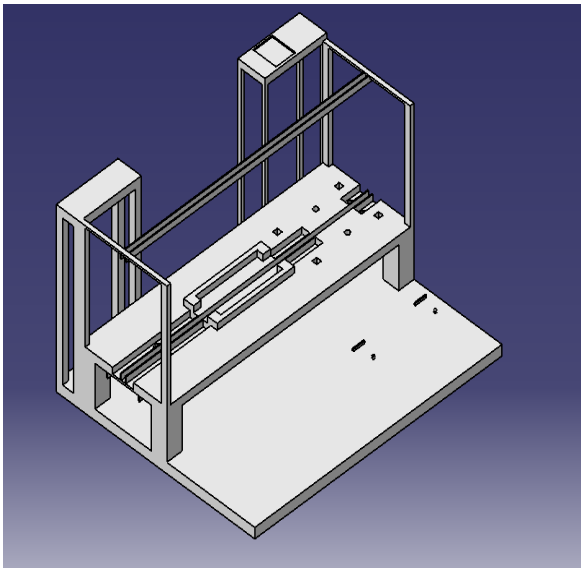


Figure 27: Vue isométrique gauche de convoyeur

✓ Réservoir de l'eau savonneuse :

Permet de stocker l'eau d'une manière provisoire pour le lavage des emballages (**Figure 28**)

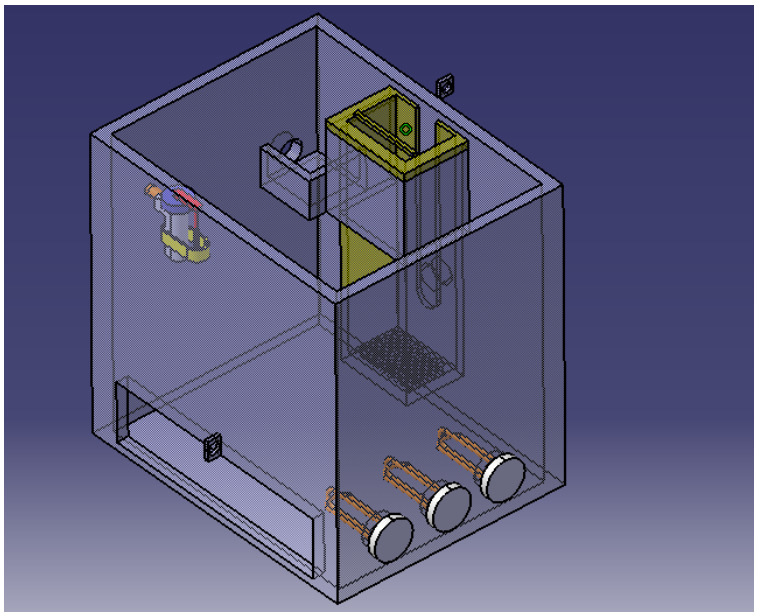


Figure 28: Réservoir de l'eau savonneuse

✓ Robinet flotteur :

Il a le principe d'un capteur qui permet l'arrêt du passage de l'eau vers le réservoir une fois qu'il atteint un niveau déterminé (**Figure 29**).

✓ Le radiateur de l'eau :

Permet le chauffage de l'eau dans le réservoir (**Figure 30**).

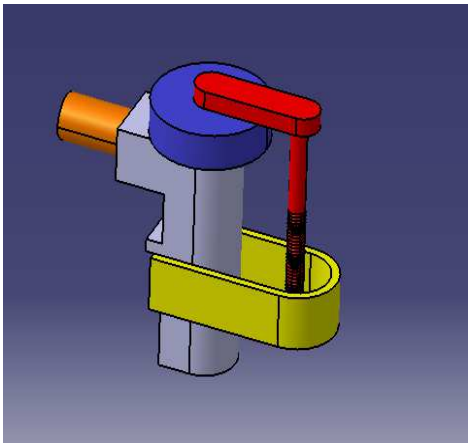


Figure 29: Robinet Flotteur

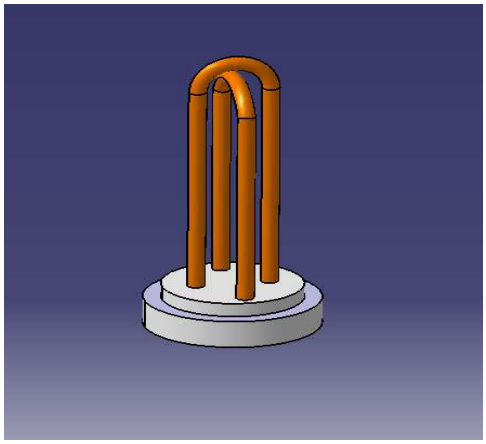


Figure 30:Radiateur de l'eau

✓ Tuyau eau chaude :

Permet le déplacement de l'eau, nous avons utilisé 3 types de tuyaux :

- Le 1er : relie le réservoir avec les pulvérisateurs d'eau
- Le 2eme : ramène l'eau utilisée après le filtrage au réservoir
- Le 3eme : c'est une source de l'eau qui vient de la RADEEF.

✓ Tuyau air chaude :

Permet le déplacement de l'air chaud depuis le ventilateur vers les 3 sécheurs.

✓ Filtre :

Permet de filtrer l'eau utilisée et le remettre dans le réservoir (**Figure 31**).

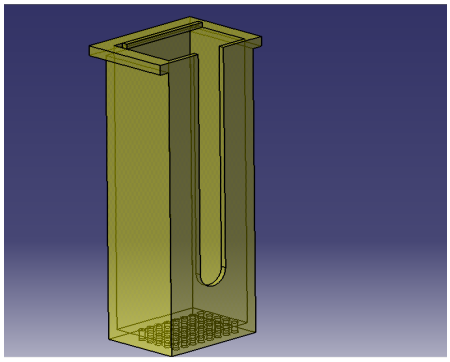


Figure 31 : Filtre de l'eau utilisée

III Processus de nettoyage des emballages :

Lorsque le système est activé, nous aurons un soufflement d'eau à travers 2 tubes, le 1^{ere} est lié avec le réservoir d'eau savonneuse qui est encore lié avec 2 pulvérisateurs à travers la 1^{ere} pompe, le 2eme tube est lié directement avec 2 pulvérisateurs d'eau froide à travers la 2eme pompe

Après le positionnement de l'emballage par l'ouvrier sur le convoyeur, nous aurons un soufflement d'eau chaude savonneuse sur les 2 faces durant 9s, puis les brosses vont être chargés de déplacer les emballages et au même temps de les nettoyer durant 13s, après les brosses, ses derniers vont être laver par l'eau froide à travers 2 autres pulvérisateurs durant 9s, et après nous aurons un soufflement d'air chaud pendant 16s par 3 sécheurs dans une petite chambre qui possède 2 portes ouvertes, une d'entrée et l'autre de sortie de l'emballage pour éliminer les pertes de chaleur vers l'extérieur afin qu'elle soit prêt d'être enlever par l'ouvrier.

Les Figures (**33, 34, 35, 36,37**) représentent notre système de nettoyage sur plusieurs vues pour définir les positions des différents composants regroupés, en définissant les distances entre eux à l'aide du DRAFTING (**Figure 32**).

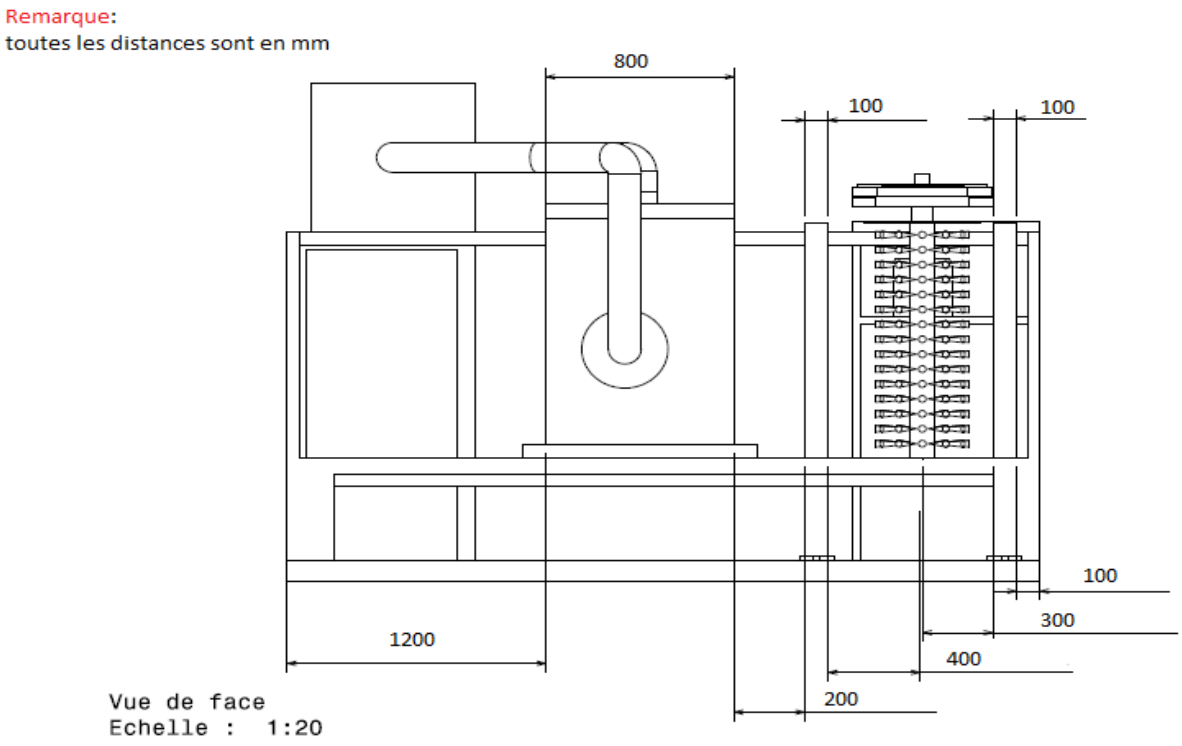


Figure 32 : DRAFTING de système

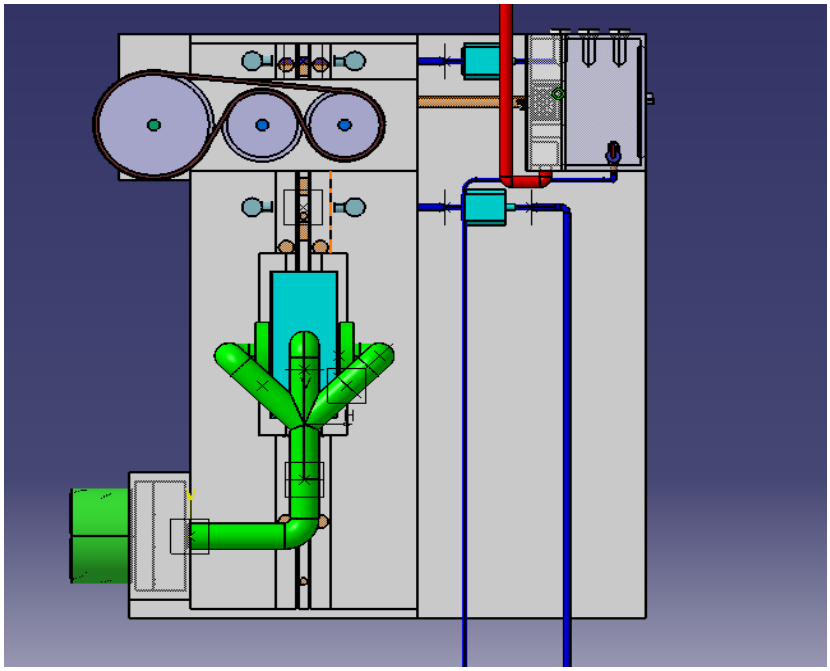


Figure 33 :Vue en dessus du système de nettoyage

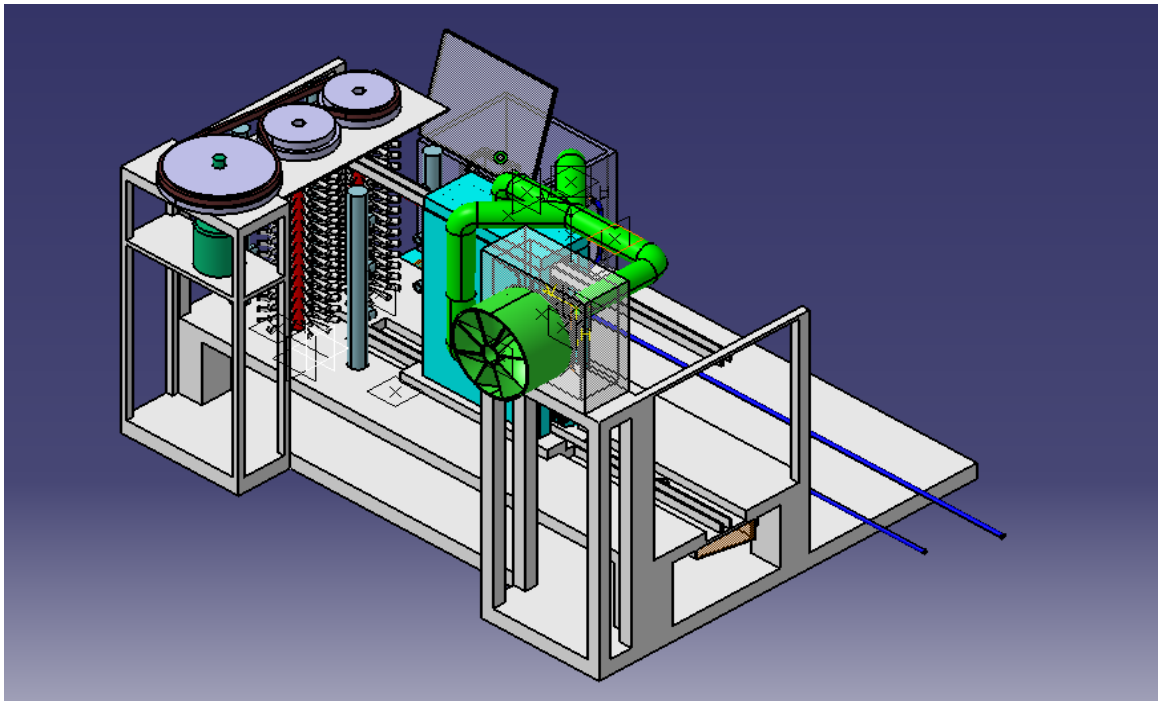


Figure 34 : Vue en arrière du système de nettoyage

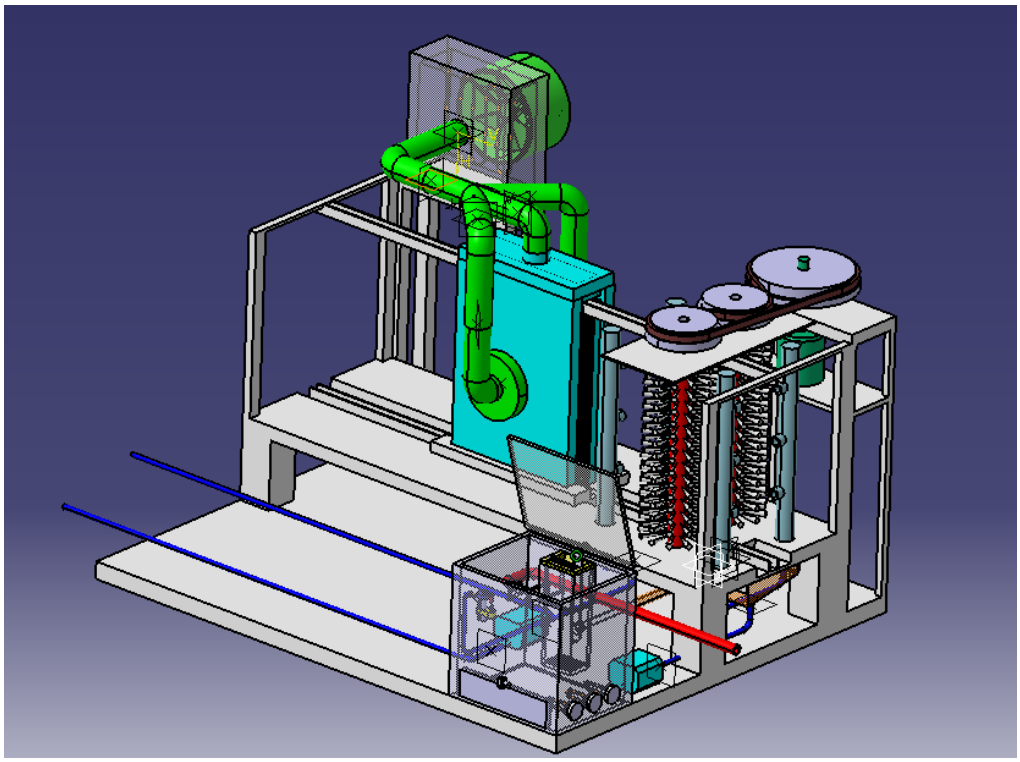


Figure 35 : Vue de face du système de nettoyage

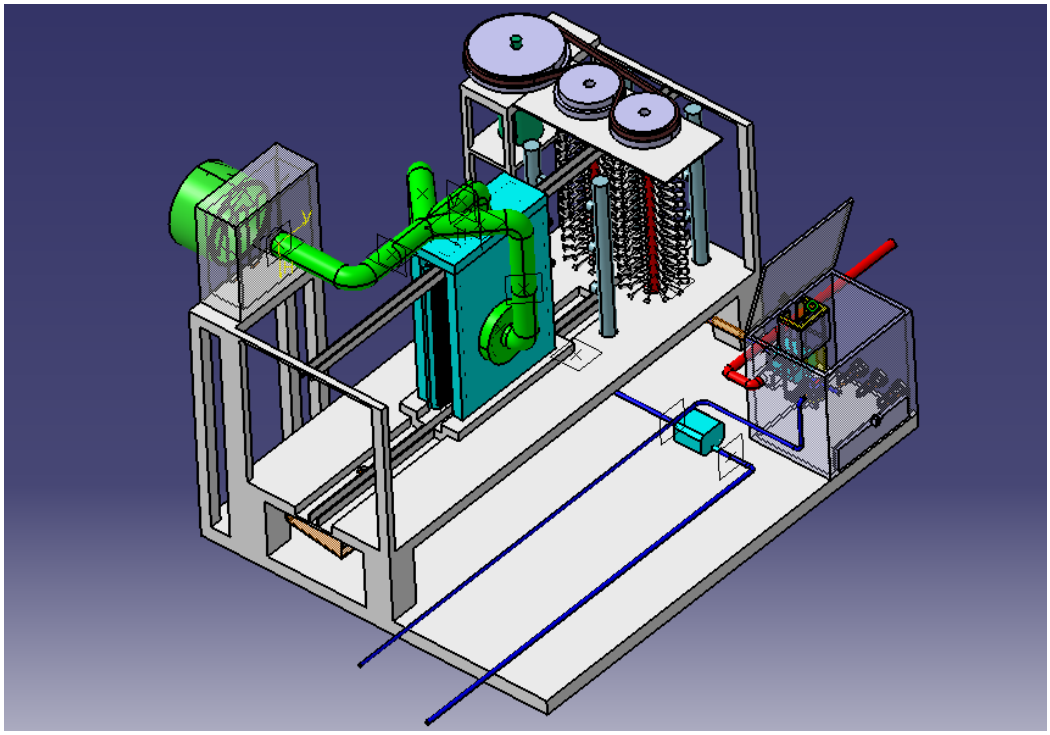


Figure 36 : Vue de face coté gauche du système de nettoyage

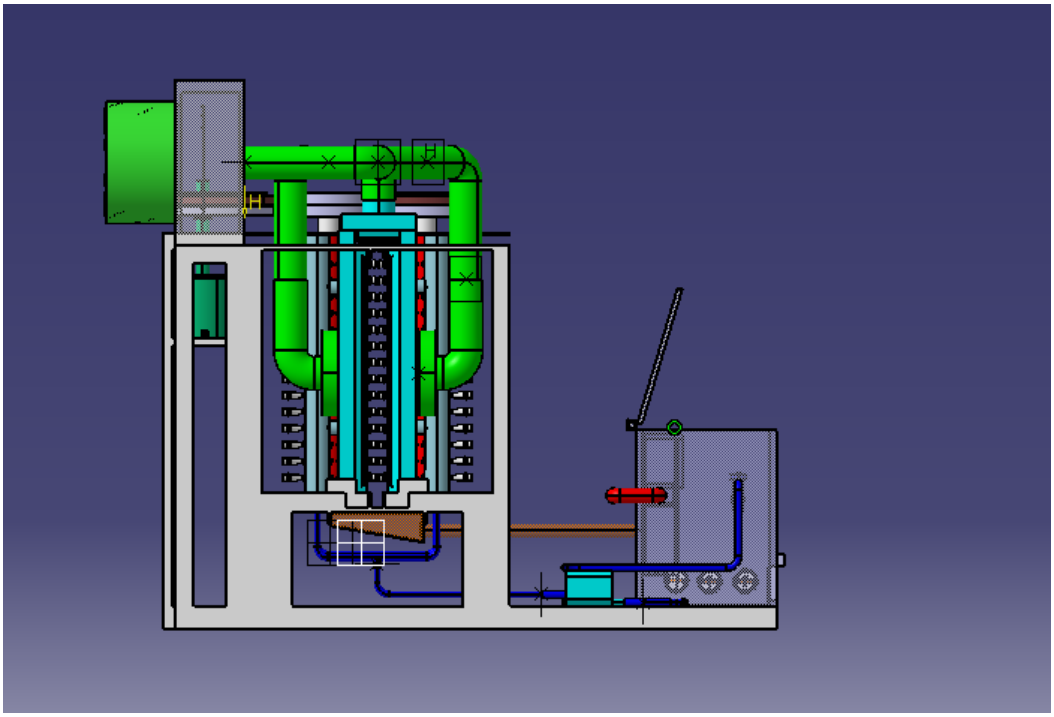


Figure 38 : vue de gauche du système de nettoyage

IV Le Gain de système de nettoyage :

- Le Gain sur le nombre d'ouvriers impliqués : $\frac{2-1}{2} = 50\ \%$
- Le Gain sur le nombre des emballages nettoyés par heure :

- Sans utiliser le système :

  3,5min ----------> 1 EV

  60min----------> 17 EV

Donc à l'aide de 2 ouvriers nous obtenons 34 EV par heure disponibles à utiliser.

- Avec l'utilisation du système :

Le 1er EV dure 30s pour être nettoyé, mais grâce à l'enchainement avec les autres emballages lors de déplacement, le décalage entre ces derniers ne va pas dépasser 18s par considération du retard entre eux.

18s ----------> 1EV

(3600-30)s----------->198 EV

En ajoutent l'EV nettoyé dans les premiers 30s, on obtient 199 emballages par heure disponibles à utiliser.

D'où : $\text{Gain} = \frac{199-34}{34} = 4{,}85$

V Etude théorique du système de nettoyage :

L'étude suivante concerne à déterminer certaines caractéristiques des composants utilisés dans notre système, dont on trouve :

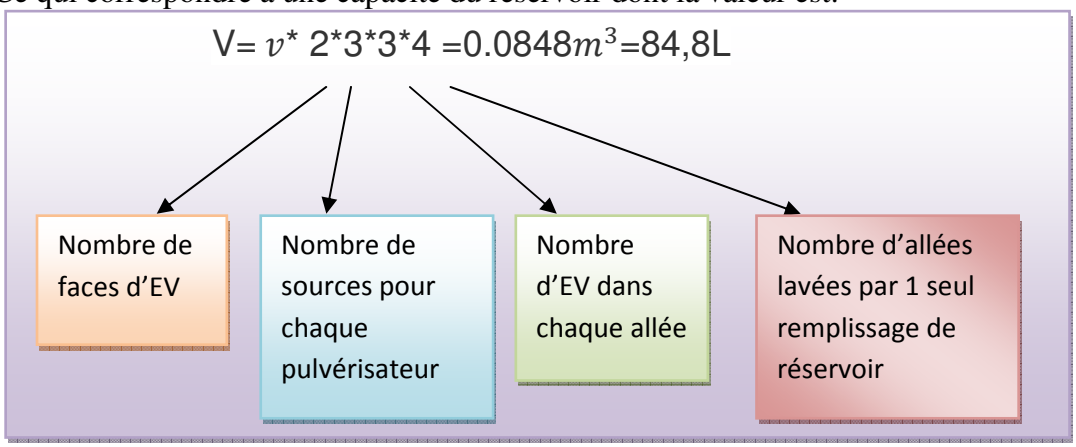
1 Etude sur la position de Robinet flotteur :

Le but de cette étude est de déterminer le positionnement du robinet flotteur par le calcul de volume de l'eau dans le réservoir :

Chaque source dans le pulvérisateur peut mouiller **37,4cm** sur la longueur d'un EV avec une épaisseur de **3,5mm** de l'eau, ce qui correspond à l'usage de 3 sources sur chaque pulvérisateur en jetant par cela le volume partiel v :

$$v = 0{,}374*0{,}9*0{,}0035=1{,}178*10^{-3}\text{m}$$

Ce qui correspondre à une capacité du réservoir dont la valeur est:



Les caractéristiques du réservoir sont données par :

Longueur : **L = 0,4m** ; **Largeur** : **l = 0,4m** ; **volume de l'eau contenue** : **V= 0,0848 m^3**

Sachant que :

$V=L.l.h$ Avec : **h** : **Hauteur de robinet flotteur dans le réservoir**

Donc : $h = \frac{V}{L.l} = 0{,}53\text{m}$

2 Etude sur la vitesse de rotation du moteur :

En connaissant la vitesse de rotation des brosses, ceci nous permet de déterminer celle du moteur :

Vitesse de rotation des brosses :

Les caractéristiques du convoyeur de système de nettoyage est données par :

Longueur d'allée : **d = 3,2m** ; **Durée de passage de l'emballage dans le système T=30s**

D'où : la vitesse de déplacement d'EV est : $V=\frac{d}{T} = 0{,}107\text{m/s}$

Selon la relation entre la vitesse de rotation des brosses et la vitesse de translation d'EV on a :

$V = r \cdot W$ Avec : **r =15 cm** : **Rayon de brosse lors de transmission d'EV**

D'où : $W = \frac{V}{r} = 0{,}71$ rad/s => $N = \frac{30 * W}{\pi} = 6{,}8$ *tours/min*

Vitesse de rotation de moteur :

La vitesse de rotation du moteur est calculée par la relation :

$W_m.R = W.r$ => $W_m = \frac{r.W}{R} = 0{,}45$ rad/s => $N_m = 4{,}3$*tours/min*

Avec : **R=27,5cm : Rayon de la roue liée au moteur**

r=17,5cm : Rayon de la roue liée au brosse

3 Etude sur la puissance de la pompe :

La relation qui permet de calculer la puissance de la pompe est donnée par :

$P = Q.(H_S - H_E)$ tq : **Q** : **Débit volumique de l'eau**

H_S : Charge à la sortie de pompe ; H_E : Charge à l'entrée de pompe

Le calcul de débit volumique Q :

Selon la loi de conservation de débit, le débit volumique dans la partie refoulement Q_r est la même que celui dans la partie aspiration Q_a : $Q = Q_a = Q_r = V_r.S_r$

Pour assurer l'accès de l'eau à l'emballage lors de pulvérisation on prend:

V_r = 0,5m/s : Vitesse de l'eau dans la partie refoulement

D'où : $Q = Q_r = V_r \frac{\pi D_r^2}{4} = 9{,}8x10^{-4} m^3/s = 0{,}98$ *l/s* $= 58{,}8$ *l/min*

Avec : **D_r = 5cm : Diamètre de tuyau interne de la partie refoulement**

Rapport-gratuit.com
LE NUMERO 1 MONDIAL DU MÉMOIRES

Calcul de H_E :

Dans la partie aspiration on a : $\Delta H_{1E} = H_1 - H_E$ => $H_E = H_1 - \Delta H_{1E}$

→ $H_1 = p_1 + \rho_{eau} g z_1 + \frac{1}{2}\rho_{eau} V_1^2$

Avec : $p_1 = p_0 = 1bar = 10^5 Pa$: **Pression de l'eau dans le réservoir**

$V_1 = 0$ m/s : **Vitesse de l'eau dans le réservoir**

$z_1 = 0{,}53$ m : **Hauteur de l'eau dans le réservoir**

$\rho_{eau} = 10^3 Kg/m^3$: **La masse volumique de l'eau** ; $g = 9{,}8\ m/s^2$

D'où : $H_1 = 1{,}0519 * 10^5 Pa$

→ $\Delta H_{1E} = \frac{1}{2}\rho_{eau} V_a^2 \frac{L_a}{D_a} \lambda_a$

Avec : V_a : **Vitesse de l'eau dans la partie aspiration**

$L_a = 0{,}25$m : **Longueur de tuyau dans la partie aspiration**

$D_a = 0{,}1$m : **Diamètre interne de tuyau dans la partie aspiration**

λ_a : **Coefficient de perte de charge régulière**

- **Calcul de V_a:**

Selon l'équation de conservation de débit on a :

$$Q_a = Q_r \Rightarrow \frac{\pi D_a^2 V_a}{4} = \frac{\pi D_r^2 V_r}{4}$$

Avec : $D_r = 0{,}05$m: **Diamètre interne de tuyau dans la partie refoulement**

$V_r = 0{,}5$m/s : **Vitesse de l'eau dans la partie refoulement**

D'où : $V_a = \frac{V_r D_r^2}{D_a^2} = 0{,}125 m/s$

- **Calcul de λ_a :**

Par considération du Caoutchouc EPDM utilisé comme matière dans le tuyau, il a comme rugosité : **ξ = 0,012 mm**

Donc : $\frac{\xi}{D_a} = 12*10^{-4}$ et on a $\boxed{R_{ea} = \frac{\rho_{eau} V_a D_a}{\mu_{eau}}}$

Avec : **$\mu_{eau} = 10^{-3}$ Kg/m.s : Viscosité de l'eau**

R_{ea} = 12500 > 2200 => l'écoulement de l'eau est turbulent

D'après le diagramme de MOODY : $\lambda_a = 0{,}028$

Alors : $\Delta H_{1E} = \frac{1}{2}\rho_{eau} V_a^{\,2} \frac{L_a}{D_a} \lambda_a = 0{,}55 Pa$

D'où : $H_E = 1{,}052*10^5 Pa$

Calcul de H_S :

Dans la partie refoulement on a : $\Delta H_{S2} = H_S - H_2$ => $\boxed{H_S = H_2 + \Delta H_{s2}}$

→ $H_2 = p_2 + \rho_{eau} g z_2 + \frac{1}{2}\rho_{eau} V_2^{\,2}$

Avec : **$p_2 = 2\ bar = 2 * 10^5 Pa$: Pression de l'eau qui sort de pulvérisateur**

V_2 = 0,5 m/s : Vitesse de l'eau jetée par les pulvérisateurs

z_2 = 1,45m : hauteur maximum de l'eau dans le pulvérisateur

D'où : $H_2 = 2{,}15 * 10^5 Pa$

→ $\Delta H_{S2} = \frac{1}{2}\rho_{eau} V_r^{\,2} \frac{Lr}{D_r} \lambda_r + \frac{1}{2}\rho_{eau} V_r^{\,2} (\alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3)$

Avec : **$V_r = 0,5 m/s$: Vitesse de l'eau dans la partie refoulement**

L_r = 1,2m : Longueur de tuyau dans la partie refoulement

D_r = 0,05m : Diamètre intérieur de tuyau dans la partie refoulement

$\alpha_1 = \alpha_2 = \alpha_3$ = 0 ,5 : coefficient de perte de charge singulière

- **Calcul de λ_r :**

Nous avons : $\frac{\xi}{D_r} = 2{,}4*10^{-4}$ et $R_{er} = \frac{\rho_{eau} V_r D_r}{\mu_{eau}}$

$R_{er} = 2{,}5*10^4 > 2200$ l'écoulement est turbulent

D'après le diagramme de MOODY : $\lambda_r = 0{,}16$ => $\Delta H_{s2} = 4{,}8*10^2\ Pa$

Donc : $H_s = 2{,}153*10^5$ Pa

D'où : **P = 108 W**

4 Etude sur la puissance consommée par les radiateurs de l'eau :

La puissance consommée par les 3 radiateurs est la somme de 3 flux : le flux acquis par l'eau dans le réservoir, et celles dissipés par le réservoir et la conduite d'eau

$$P_{total} = 3*P_{rad} = \varphi_{eau} + \varphi_t + \varphi_r$$

le calcul de φ_{eau}

$$\varphi_t = \frac{mC\Delta T}{\Delta t} = \frac{\rho.V.C(Teau - Ti)}{\Delta t}$$

Avec : **C = 4180 j/kg.k : La chaleur massique de l'eau**

Δt = 30min = 1800s : Durée de chauffage de l'eau

T_{eau} = 70°C : Température de l'eau après le chauffage

T_i = 20°C : Température de l'eau avant le chauffage

V = 0,53*0,4*0,4 = 0,0848m^3 : Volume de l'eau dans le réservoir

$$\varphi_t = \frac{0{,}0848x10^3x4180x(70-20)}{1800} \Rightarrow \varphi_t = 9{,}8\ KW$$

Calcul de flux dissipé par le tube φ_t :

Le tube est en Caoutchouc EPDM : **λ=0,25 W/m.k**

$\varphi_t = \varphi_{ta} + \varphi_{tr}$ Avec : φ_{ta} et φ_{tr} : les flux de chaleur dissipés par les tubes respectivement d'aspiration et de refoulement

- **Calcul de φ_{ta} :**

$$\varphi_{ta} = \frac{T_{ma} - T_{\infty}}{\frac{1}{h_{ia} * 2\pi * r_{1a} * L_a} + \frac{\ln\left(\frac{r_{2a}}{r_{1a}}\right)}{2\pi * \lambda * L_a} + \frac{1}{h_e * 2\pi * r_{2a} * L_a}}$$

Avec : h_{ia} **: Coefficient de convection de l'eau dans la partie aspiration**

T_{ma} **= 65°C : Température moyenne de l'eau dans le tube**

$r_{1a} = 5cm$ **: Rayon interne de tube d'aspiration**

$r_{2a} = 7cm$ **: Rayon externe de tube d'aspiration**

L_a **= 25cm : Longueur de tuyau dans la partie aspiration**

h_e **= 8,64 W/m^{2}k : Coefficient de convection de l'air**

Détermination de h_{ia} :

$$h_{ia} = \frac{\lambda_{eau} N_u}{L_a}$$

Avec : $N_u = 0{,}036 * (Pr)^{1/3} * (R_{ea})^{4/5}$: **Nombre de Nusselt**

λ_{eau} **= 0,64W/m.k** : **Conductivité thermique de l'eau**

$Pr = \frac{\mu . c_p}{\lambda_{eau}}$: **Nombre de prandtl** ; c_p **= 4180 J/Kg.k**

Donc : $Pr = \frac{10^{-3} * 4180}{0{,}64} = 6{,}53$ => $N_u = 0{,}036 * (6{,}53)^{1/3} * (12500)^{4/5} = 127{,}5$

Alors : $h_{ia} = \frac{0.64 * 127.5}{0.25} = 326{,}4\ W/m^2.k$

D'où : $\varphi_{ta} = \frac{45}{3{,}9*10^{-2}+0{,}86+1{,}05}$ => $\varphi_{ta} = 23{,}1W$

- **Calcul de φ_{tr} :**

$$\varphi_{tr} = \frac{T_{mr} - T_{\infty}}{\frac{1}{h_{ir}*2\pi*r_{1r}*L_r} + \frac{\ln(\frac{r_{2r}}{r_{1r}})}{2\pi*\lambda*L_r} + \frac{1}{h_e*2\pi*r_{2r}*L_r}}$$

h_{ir} : Coefficient de convection de l'eau dans la partie refoulement

$r_{1r} = 2,5cm$: Rayon interne de tube de refoulement

L_r = 1,2m : Longueur de tuyau dans la partie refoulement

Détermination de h_{ir} :

$h_{ir} = \frac{\lambda_{eau} N_u}{L_r}$, $Pr = \frac{10^{-3}*4180}{0{,}64} = 6{,}53$ => $N_u = 0{,}036*(6{,}53)^{1/3}*(25000)^{4/5} = 221{,}9$

Donc : $h_{ir} = \frac{0{,}64*221{,}9}{1{,}2} = 118{,}34\ W/m^2.k$

Alors : $\varphi_{tr} = \frac{45}{3{,}9*10^{-2}+0{,}86+1{,}05}$ => $\varphi_{tr} = 23{,}1W$

D'où : **$\varphi_t = 23{,}1+64{,}7 = 87{,}8\ W$**

Calcul de flux de chaleur dissipé par le réservoir φ_r:

$\varphi_r = 2*\varphi_x + 2*\varphi_y + \varphi_z$

Avec : $\varphi_x = \varphi_y = \frac{T_{ir} - T_{\infty}}{\frac{e_x}{\lambda_{eau} S_x} + \frac{e_{rx}}{\lambda_r S_x} + \frac{1}{h_e S_x}}$

Donc : $\varphi_x = \varphi_y = \frac{50}{1{,}04+0{,}8+0{,}39} = 22{,}4W$

$$\varphi_z = \frac{T_{ir} - T_\infty}{\frac{e_z}{\lambda_{eau} S_z} + \frac{e_{rz}}{\lambda_r S_z} + \frac{1}{h_e S_z}} = \frac{50}{7{,}32+1{,}5+0{,}72} = 5{,}2\text{W}$$

Alors : $\varphi_r = 2*22{,}4+2*22{,}4+5{,}2 = 94{,}8$ W

D'où : $P_{total} = 9800+87{,}8+94{,}8 = 9982{,}6$ W

Pour réduire la puissance perdue par le réservoir et le tube, on propose d'utiliser un isolant en liège $\lambda_i = 4.29*10^{-2}$ W/m°C avec une épaisseur de **5 cm**, ce qui nous donne :

❖ Pour le réservoir :

$$\varphi_{ri} = 2*\varphi_{xi} + 2*\varphi_{yi} + \varphi_{zi}$$

Avec : $\varphi_{xi} = \varphi_{yi} = \frac{T_{ir} - T_\infty}{\frac{e_x}{\lambda_{eau} S_x} + \frac{e_{rx}}{\lambda_r S_x} + \frac{e_i}{\lambda_i S_x} + \frac{1}{h_e S_x}} = \frac{50}{1{,}04+0{,}8+4+0{,}39} = 8\text{W}$

$$\varphi_{zi} = \frac{T_{ir} - T_\infty}{\frac{e_z}{\lambda_{eau} S_z} + \frac{e_{rz}}{\lambda_r S_z} + \frac{e_i}{\lambda_i S_z} + \frac{1}{h_e S_z}} = \frac{50}{7{,}32+1{,}5+7{,}3+0{,}72} = 2{,}97\text{W}$$

Donc : $\varphi_{ri} = 2*8+2*8+2.97 = 34{,}97$ W

Le Gain résulte après l'isolation de réservoir est :

$$\textbf{Gain} = \frac{\varphi_r - \varphi_{ri}}{\varphi_r} = \frac{94.8-34.97}{94.8} = 63{,}1\ \%$$

❖ Pour les tubes :

$$\varphi_{ta} = \frac{T_{ma} - T_\infty}{\frac{1}{h_i * 2\pi * r_{1a} * L_a} + \frac{\ln\left(\frac{r_{2a}}{r_{1a}}\right)}{2\pi * \lambda * L_a} + \frac{\ln\left(\frac{r_{3a}}{r_{2a}}\right)}{2\pi * \lambda i * L_a} + \frac{1}{h_e * 2\pi * r_{3a} * L_a}}$$

$$\varphi_{ta} = \frac{45}{3{,}9*10^{-2}+0{,}86+12{,}9+0{,}61} = 3{,}12\text{ W}$$

$$\varphi_{tr} = \frac{Tm - T\infty}{\frac{1}{h_i * 2\pi * r_{1r} * L_r} + \frac{\ln(\frac{r_{2r}}{r_{1r}})}{2\pi * \lambda * L_r} + \frac{\ln(\frac{r_{3r}}{r_{2r}})}{2\pi * \lambda_i * L_r} + \frac{1}{h_e * 2\pi * r_{3r} * L_r}}$$

$$\varphi_{tr} = \frac{45}{0{,}0448+0{,}31+2{,}3+0{,}161} = 15{,}9 \text{ W}$$

Donc : $\boldsymbol{\varphi_{ti} = 3{,}12+15{,}9 = 19{,}02 \text{ W}}$

D'où le Gain après l'isolation de tube est:

$$\textbf{Gain} = \frac{\varphi_t - \varphi_{ti}}{\varphi_t} = \frac{87{,}8-19{,}02}{87{,}8} = 78{,}34\ \%$$

Les résultats atteintes n'ont pas été vérifiés avec l'encadrant concerné de la société.

Conclusion

Avant l'étude de problème de nettoyage des emballages, ce dernier a influencé négativement sur la société en terme du temps, car il nécessite une grande durée, ainsi qu'en terme d'effort appliqué par les personnels, mais grâce à notre système, le processus de nettoyage est prêt d'être occupé juste par une seule personne sans aucun effort, en obtenant 199 EV dans un temps qui peut durer une seule heure au lieu de 6 heures avant la réalisation de système.

Pour montrer la valeur ajoutée de notre système nous avons fait une étude théorique détaillée concernant le Gain du système, ainsi que certaines caractéristiques des composants qu'on peut trouver dans ce dernier, et parmi les résultats qu'on a atteint :

- ✓ La hauteur adéquate du robinet flotteur dans le réservoir de l'eau est de 0.53 m, avec 70% comme degré de remplissage.
- ✓ Un moteur dont la vitesse de rotation est de 4 tours/min
- ✓ Une pompe avec la puissance de 108 W
- ✓ 3 radiateurs de l'eau utilisées dans le réservoir, qui nécessitent une puissance de 9982.6 W, mais grâce à l'isolation, ceci nous permet de réduire les pertes de chaleur sur le réservoir et la conduite avec un Gain respectivement de 63.1% et 78.34%.

Notre étude sur le système a été orientée de faire juste le nettoyage des emballages, en arrivant par cela à un schéma qui se compose de 3 sous-systèmes indépendants, dont ils font cette opération d'une manière enchainée, le 1er concerne le nettoyage par l'eau chaude savonneuse pour enlever la saleté sur l'emballage, le 2eme concerne le lavage du savon sur l'emballage avec l'eau froide, et le 3eme concerne le séchage avec l'air chaud pour rendre l'emballage sec afin de pouvoir l'utiliser sans aucun risque sur les disques de frein. Dans le présent système on trouve des parties qui nécessitent une automatisation qui vont être réalisées par le personnel de service maintenance dans la société, dont on peut citer :

- L’utilisation d’une vanne automatique qu’elle s’ouvre une fois que l’eau dans le réservoir atteint 70°C, et l’utilisation d’un thermomètre pour garder cette température.
- Un détecteur de pression d’eau relie avec la pompe d’eau savonneuse pour ne pas dépasser la pression seuil de l’utilisation du savon.
- Compteur du nombre d’emballages nettoyés.

Le but de la réalisation du système est de diminuer la durée de nettoyage des emballages, la chose que nous avons atteint lorsque 6 heures de travaille se réduit à une seule heure.

BIBLIOGRAPHIE

Le cours de M.HAOUACHE : Transfert thermique .*Semestre 6 Génie industriel.*
Le cours de M.EL HAMMOUMI : Mécanique des Fluides .*Semestre 6 Génie industriel.*
Le cours de M.BINE EL OUIDANE : Dessin Industriel .*Semestre 5 Génie industriel.*

WEBOGRAPHIE

http://www.forum-auto.com/pole-technique/mecanique-electronique/sujet240172.htm

http://www.institut-numerique.org/chapitre-i-etude-bibliographique-51835722d6480

Rapport-gratuit.com
LE NUMERO 1 MONDIAL DU MÉMOIRES