

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

Licence Sciences et Techniques

Spécialité : Conception et Analyse Mécanique

Titre

« Amélioration du circuit de Refroidissement des Lames-Ciseaux »

Lieu

Société d'Exploitation de Verreries Au Maroc
(SEVAM)
Casablanca

Présenté par :

- Achraf AADNANI
- Najib ADDOU

Encadrés par :

- Pr. Ahmed ELKHALFI
- Mr. Hassan MASTADI

Soutenu le 04/07/2022 devant le jury :

- Pr. Ahmed ELKHALFI
- Pr. Bilal HARRAS

Dédicace

On dédie ce mémoire à...

Nos parents

Nos mères, qui ont œuvré pour notre réussite, de par leur amour, son soutien, tous les sacrifices consentis et ses précieux conseils, pour toute leur assistance et leur présence dans notre vie, reçois à travers ce travail aussi modeste soit-il, l'expression de nos sentiments et de notre éternelle gratitude.

Nos pères, qui peuvent être fier et trouver ici le résultat de longues années de sacrifices et de privations pour nos aider à avancer dans la vie. Merci pour les valeurs nobles, l'éducation et le soutien permanent venu de vous.

Nos frères et sœurs qui n'ont cessé d'être pour nous des exemples de persévérance, de courage et de générosité.

Nos professeurs de l'université Sidi Mohamed Ben Abdellah qui doivent voir dans ce travail la fierté d'un savoir bien acquis.

Remerciements

Nombreux sont ceux qui ont contribué à ce que mon projet de fin d'études se déroule dans les meilleures conditions. A ce titre, je tiens à remercier vivement tout le personnel de l'entreprise SEVAM, qui a contribué de loin ou de près à la réalisation de ce présent travail.

*Nous exprimons nos sincères remerciements à notre encadrant **M. HASSAN MASTADI**, pour ses directives et ses précieux conseils tout au long de mon projet.*

*Encore nous tenons à remercier notre parrain de stage **M.OMAR EL KOUDRA** chef de département de production, pour tout le temps qu'il nous 'a alloué et tous ses conseils qu'il nous 'a prodigués au fil de toutes les étapes de la réalisation de notre Projet de Fin d'Etudes, sans oublier **M.BRAHIM** ingénieur de maintenance pour son aide et pour les documents qu'il nous a fourni.*

*Ainsi, Nous tenons à exprimer notre gratitude à **M .AHMED EL KHALFI** notre encadrent pédagogique pour son soutien Pédagogique et professionnel et ses suggestions et conseils utiles tout au long de ce stage.*

C'est aussi un plaisir pour nous d'exprimer nos sincères remerciements à toute la faculté et le personnel administratif de la Faculté des Sciences et Technologie de Fès.

Nos remerciements vont aussi aux membres de jury de notre soutenance pour leur participation à l'évaluation de ce travail.

Liste des Tables :

Tableau 1: Historique de l'usine Sevam.....	12
Tableau 2 : Fiche technique	12
Figure 1 : organigramme de la société	13
Tableau 3 : QQQCCP	42
Tableau 4 : Etude des défaillances.....	50
Tableau 5 : Les arrêts causés	51
Tableau 6 : Plan des actions	54
Tableau 7 : Causes Traitées	59

Liste des Figures

Figure 1 : organigramme de la société	13
Figure2 : Les services de SEVAM TM	14
Figure3 : Les Missions de sevam	15
Figure 4 : les étapes de fabrication du verre	18
Figure 5 : Silhouettes des MP / Figure 6 : Silhouette de sable.....	19
Figure 7 : Silhouettes des PP / Figure 8 : Transporteur des MP+PP+Grosil.....	19
Figure 9 : Silhouettes de stockage / Figure 10 : Procédé de composition.....	20
Figure 11 : Four / Figure 12 : Feeder.....	21
Figure 13 : Enfourneuse / Figure 14 : Procédé de fusion.....	21
Figure 15 : Formation de la paraison.....	22
Figure 16 : machine de fabrication de verre (8 section)	23
Figure 17 : Moule ébaucheur Figure 18 : Moule finisseur	23
Figure 19 : Opérations unitaires en procédé soufflé- soufflé	25
Figure 20 : Opérations unitaires en procédé pressé- soufflé	26
Figure 21 : L'arche de recuit / Figure 22 : Sortie de l'arche de recuit	27
Figure 23 : Laboratoire / Figure 24 : contrôle par machine	28
Figure 25 : Décor	28
Figure 26 : palettisation.....	29
Figure 27 : Expédition / Figure 28 : Quelques verres fabriqués à SEVAM.....	29
Figure 29 : Evolution de maintenance.....	31
Figure30 : Le radar de la fonction maintenance	32
Figure 31 : Les Lames-ciseaux	35

Figure 32 : les paraisons (Gouttes de verre).....	36
Figure 33 : Bête à corne de la pulvérisation des ciseaux.....	38
Figure 34 : Diagramme de pieuvre de la pulvérisation des ciseaux	39
Figure 35 : Démarche du projet	40
Figure 36 : Diagramme Démarche PDCA	41
Figure 37 : Réservoirs de l'huile.....	43
Figure 38 : pompe doseuse / Figure 39 : pompe doseuse de circuit	44
Figure 40 : Lactuca 3000 LT + eau de ville.....	45
Figure 41 : pompe + filtre	45
Figure 42 : les têtes de pulvérisation	46
Figure 43 : les lames ciseaux avec les points de contact.....	47
Figure 44 : Circuit de refroidissement existant	48
Figure 45 : Les causes de dysfonctionnement des ciseaux	49
Figure 46 : Circuit amélioré.....	56

Sommaire :

<i>Dédicace</i>	1
<i>Remerciements</i>	2
Introduction Générale	9
CHAPITRE I :	10
I. Introduction :	11
II. Présentation de la société :	11
<i>a. Identification de l'entreprise</i>	11
<i>b. Historique de la SEVAM</i>	11
<i>c. Fiche technique de la société</i>	12
<i>d. Organigramme de la société</i>	13
<i>e. Politique de l'entreprise</i>	15
CHAPITRE II :	17
Procédé d'élaboration du verre :	18
Procédé de composition :	19
Procédé de fusion	20
Procédé de formage	21
Traitement thermique et recuisson :	26
1) <i>Traitement thermique</i> :	26
2) <i>Traitement de surface</i> :	27
Procédé de contrôle qualité	28
Procédé de décor	28
Procédé de conditionnement et palettisation	29
Procédé de stockage et expédition	29

I. Contexte Général du stage :	30
1. Identification de l'entreprise.....	30
2. Les Objectifs de l'entreprise :.....	30
II. Concepts Généraux de la maintenance :	31
a. Historique de la Maintenance :.....	31
b. Définition :.....	31
c. Les Types de Maintenance :.....	33
d. La Maintenance Existante Dans SEVAM :.....	33
III. Cahier De Charge :	34
1. Auteurs du projet.....	34
2. Contexte pédagogique :	34
3. Limite du sujet :.....	34
4. Problématique :	34
5. Problèmes rencontrés :.....	35
IV. Etat Critique	38
1) Analyse du besoin :.....	38
2) Démarche du projet :	40
V. Méthodologie du travail :	41
1) La méthode PDCA.....	41
2) Méthode de QQQQCC :.....	41
VI. Description du circuit existant :	42
i. Rôle du circuit de refroidissement :	42
ii. Description d'état existant :	43
iii. Schéma du circuit existant :.....	47
VII. Analyse de défaillance :	50

VIII. PHASE MESURER :	51
1) <i>Suivi les historiques des pannes :</i>	51
2) <i>Interprétation des résultats :</i>	52
CHAPITRE III :	53
<i>Plan d'Action :</i>	54
<i>Solution Proposée :</i>	56
Adaptation de la solution	57
A. <i>La souplesse des équipements avec l'environnement de l'usine :</i>	57
B. <i>Circuit de secours (Augmentation de la disponibilité) :</i>	58
Validation de la solution :	59
Solution à tester :	60
<i>Conclusion :</i>	61

Introduction Générale

Cependant, le stage est constitué d'activités supervisées visant l'intégration de la formation académique acquise et le développement d'une expérience pratique qui soit en relation avec le programme qu'on a suivi pendant les 3 ans. Nous aspirons dans ce stage de participer aux activités qui vont nous permettre de mieux connaître le type de travail effectué dans le milieu et d'observer certaines activités quotidiennes au sein de l'entreprise.

Les objectifs à atteindre dans cette période sont :

- Apprendre comment cerner une problématique en suivant les meilleures pistes de solutions ;
- Approfondir les acquis des cours théoriques en les confrontant aux pratiques ;
- Savoir comment réfléchir aux orientations et aux actions à mettre en place.

Dans ce sens le stage sera effectué à la Société d'Exploitation des Verreries Au Maroc (SEVAM), c'est parmi les leaders verriers incontournable sur le marché, plus de 90 ans d'expertise verrière dans la fabrication des bouteilles, pots alimentaires et verres de table, et plus d'un million d'articles fabriqués par jour. Notre projet sera encadré au sein du service Atelier Entretien de Machines (AEM). Ce service de maintenance, il a dû se réorganiser en fonction des objectifs de la production pour fiabiliser le fonctionnement des équipements et augmenter la productivité. Il n'est plus considéré comme un centre de coûts mais bien comme un centre de profits, il est devenu un des fournisseurs du service production. C'est dans ce cadre où s'intègre notre projet de fin d'étude qui s'articule essentiellement sur l'amélioration de la disponibilité et la fiabilité des équipements du circuit de refroidissement des lames-ciseaux. Ce rapport comprenant les détails de cette étude est constitué de Trois chapitres qui seront présentés comme suit :

- Dans le premier chapitre nous présentons la société SEVAM et son domaine d'activité.
- Le deuxième chapitre on va expliquer le procédé de fabrication du verre.
- Le troisième chapitre on détaille le circuit existant et les solutions proposées.

CHAPITRE I :

Cadre général

Et présentation de l'entreprise

I. Introduction :

Ce premier chapitre sera consacré d'une part à introduire le projet dans son contexte général et son environnement. Dans un premier temps, nous allons commencer par une présentation générale sur l'entreprise d'accueil, son organigramme, les produits dont elle dispose. Et d'autre part à choisir la démarche globale et l'objectif du projet ainsi sa planification.

II. Présentation de la société :

a. Identification de l'entreprise

La société SEVAM opère dans les domaines suivants :

- ❖ **Gobeletterie- Diffuseur en verre :** Dans le domaine de la verrerie de table, SEVAM occupe la place de leader sur le marché national. Par ses produits différents (Verre à thé, verre à café, verre à eau nu ou décoré et diffuseur de lumière).
- ❖ **Emballage en verre :** Spécialiste de l'emballage alimentaire, la SEVAM occupe une position de leader sur le marché en constante évolution. Elle offre à ses clients une gamme complète de contenants en verre (pots industriels, bouteilles...) de 0,01 à 4 litres.
- ❖ **Décor :** Avec ses machines de décor à six couleurs, SEVAM étudie et met en place les techniques et les solutions appropriées aux créations de ses clients.

b. Historique de la SEVAM

L'historique des grands événements pour l'entreprise **SEVAM** opère dans les domaines suivants :

ANNÉE	ÉVÉNEMENT
1927	Création de la société Africaine de Verrerie au Maroc
1934	Acquisition d'une usine sur le site Roches Noires sous l'appellation SEVAM
1973	Acquisition de SEVAM par la SNI dans le cadre de la marocanisation
1980	Démarrage de la nouvelle unité de fabrication des emballages en verre (bouteilles, pots et flacons) à Tit Mellil
1990-2000	Réfection totale du four de Tit mellil. Programme de renouvellement et de modernisation des lignes de production et de contrôle qualité
2006	Mise en place de l'ERP JD Edwards en tant que projet intégré aux activités Finance, Commerciale, Production et immobilisations
2009	Audit de suivi ISO 9001 version 2008
2010	Démarrage du 2ème four de production du site Tit Mellil
2011	Réfection du four 1 du site Tit Mellil. Partenariat de fourniture du marché français
2014	Partenariat de fourniture du marché espagnol
2016	Certification FSSC 22000 (Certification scheme for food safety systems including ISO 22000:2005, ISO/ TS 22002-4: 2013 and additional FSSC 22000 requirements)
2017	Certification à la norme standard ISO 9001 version 2015
2018	Rachat de SEVAM par le Groupe CASTEL à travers la Marocaine d'Investissements et de Services (MDI), Réfection totale du four « Roches noires » et ouverture à la technologie du moule ouvrant sur le site de la gobeletterie

Tableau 1: Historique de l'usine Sevam

c. Fiche technique de la société

La fiche de signalétique relative à la gestion de la société SEVAM est illustrée sur le tableau:

Date de Constitution	Roches Noires : 1934 TitMellil: 1978
Capitale Social	160 MDH
Forme Juridique	Société Anonyme
Directeur Général	Mr.Karim Ammar
Site web	www.sevam.ma

Tableau 2 : Fiche technique

d. Organigramme de la société

Les différents services de la société avec leurs responsables sont illustrés sur la figure suivante :

Figure 1 : organigramme de la société

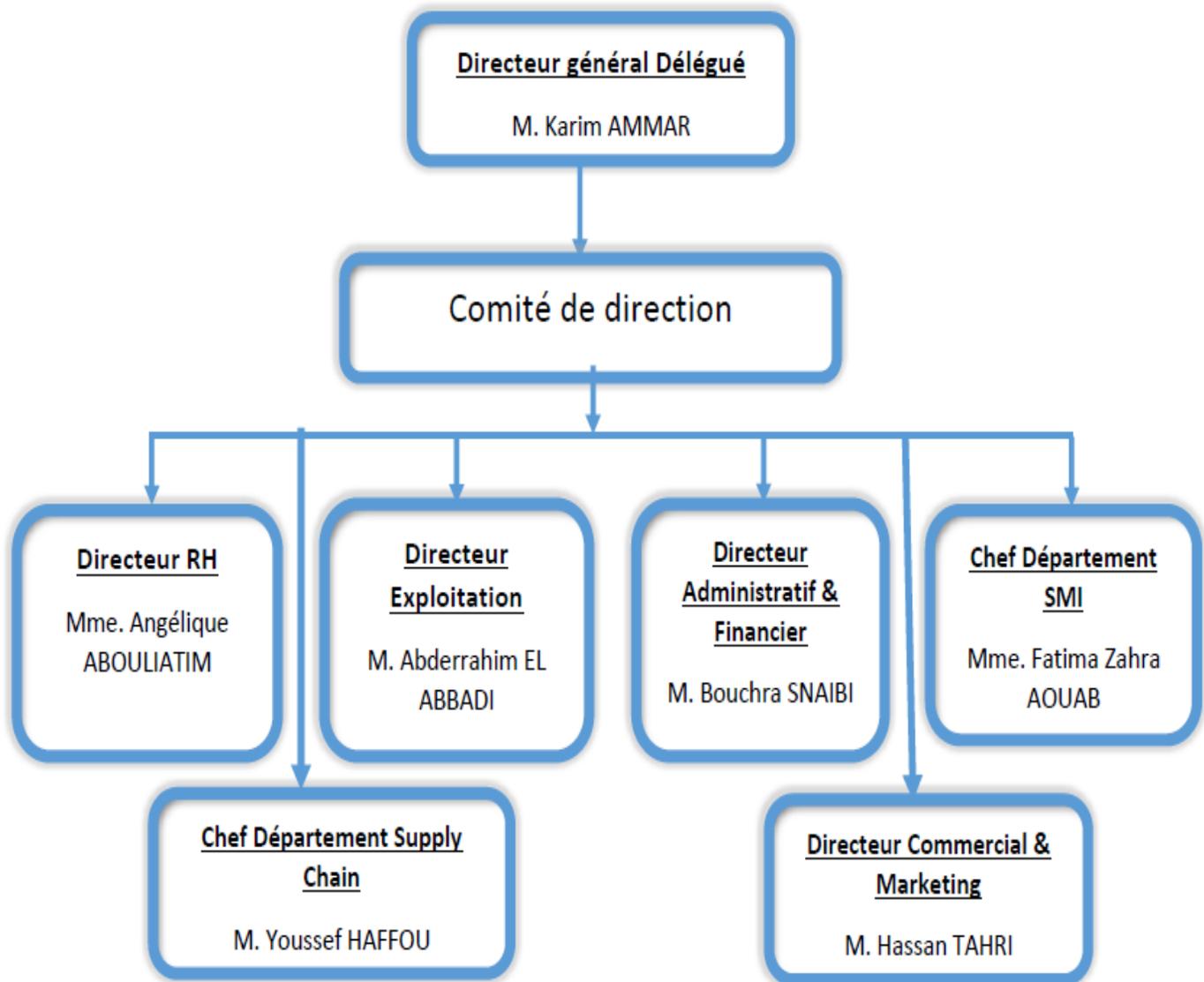
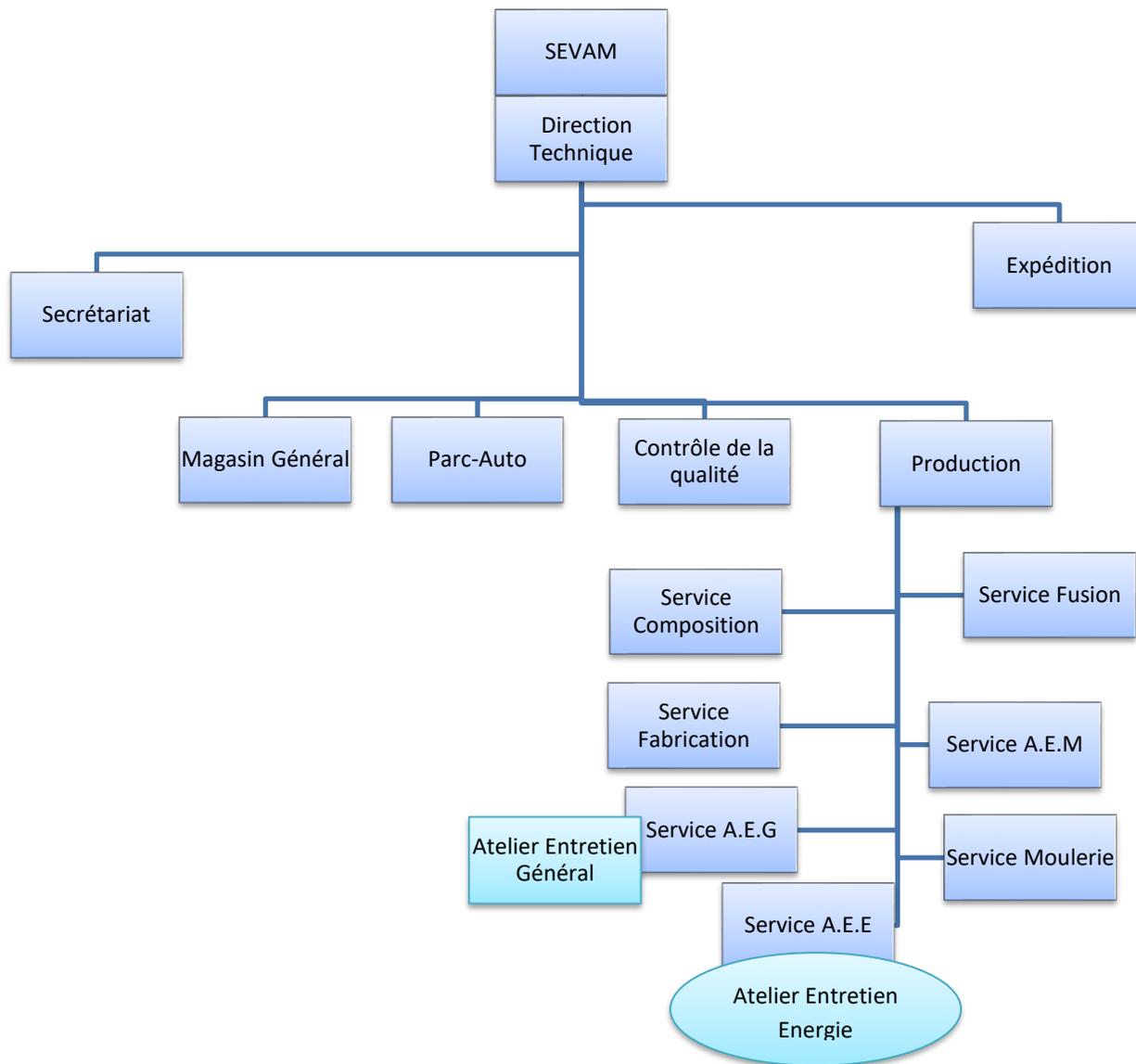


Figure2 : Les services de SEVAM TM



Nous avons effectué notre stage dans le service A.E.M (Atelier Entretien Machines).

Ce service est mise en place pour :

- ❖ Assurer le bon fonctionnement des machines 24h/24 ;
- ❖ Assurer les changements dans les temps les plus réduits ;
- ❖ Réduire le cout de maintenance (consommation des pièces de rechange, des outillages...) ;
- ❖ Assurer l'installation des nouveaux équipements et des nouveaux projets ;
- ❖ Participer à l'optimisation des procédés de composition et fusion avec le service de maintenance.

e. Politique de l'entreprise

Voilà la vision de Sevam pour atteindre les plus hauts niveaux d'exigence :



Figure3 : Les Missions de sevam

Accroître la satisfaction de ses clients et des parties intéressées : par l'écoute permanente de leurs attentes et la réponse à leurs exigences en matière de qualité de sécurité alimentaire et de santé et de sécurité au travail ; de l'environnement et de l'efficacité énergétique ;

Se conformer aux exigences légales, réglementaires : et autres auxquelles Sevam a souscrit, applicables à la qualité, à la sécurité alimentaire de ses produits, à la santé sécurité au travail ; à l'environnement et à l'efficacité énergétique

S'engager dans une approche préventive : base sur l'analyse des risques et opportunités, afin de prévenir les préjudices liés aux enjeux internes et externes de la Sevam.

Faire de la santé et sécurité au travail : en premier lieu, une responsabilité individuelle et chacun à le devoir de participer à l'identification, à la prévention et à l'élimination des risques d'atteinte à la santé et à la sécurité, en visant constamment : 0 incident, 0 accident et 0 maladie professionnelle.

Améliorer en continu ses performances par la maîtrise incessante de ses méthodes de travail, l'innovation et le développement de leurs méthodes de travail, l'innovation et le développement de leur expertise et leurs ressources matérielles à la fine pointe de la technologie tout en optimisant leurs couts.

Sevam se donne les moyens nécessaires et suffisants pour que chacun s'investisse quotidiennement dans cette politique par l'organisation des formations au personnel, visant à suivre le rythme du développement industriel.

CHAPITRE II :

Procédé d'élaboration Du verre Et Etat Critique

Procédé d'élaboration du verre :

Le verre est un matériau qui fait partie de notre vie quotidienne .Depuis sa découverte il a connu une forte progression jusqu'à nos jours, il couvre une multitude de domaines, à savoir : la médecine, le bâtiment, le transport, l'emballage, les objets de décoration, l'éclairage, la télécommunication, l'aéronautique, l'optique, etc.

Notre mission dans cette société est de comprendre le circuit du processus de la composition de la matière première. Ceux-ci présentent la plus grande partie du verre produite dans le monde.

A chaque produit verrier (verre creux, plat,...) sont associés une nature de verre et un type de four verrier. Les fours verriers ont subi de nombreuses évolutions, depuis les fours à pots.

Le verre est obtenu par fusion d'un mélange de plusieurs composants dont l'élément principal est la silice introduite généralement sous forme de sable. De manière générale, les différentes catégories de matières premières nécessaires pour fabriquer le verre industriel sont : les vitrifiants, les fondants, les stabilisants, les affinants et les colorants.

La Figure suivante, donnent les différentes matières premières utilisées au composition et les étapes de fabrication :

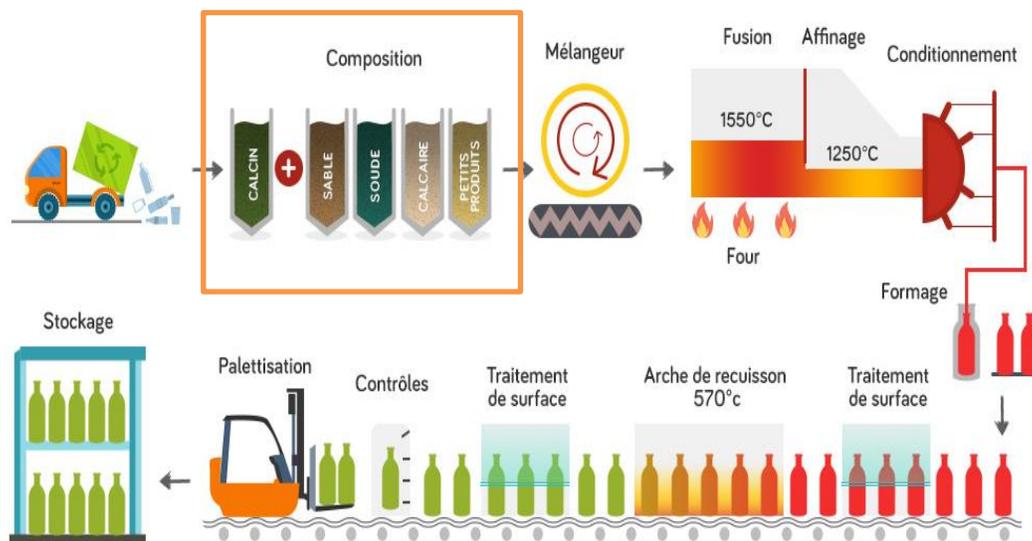


Figure 4 : les étapes de fabrication du verre

Procédé de composition :

L'atelier de composition, quasiment automatisé dans la verrerie de la SEVAM, permet le stockage, le pesage et éventuellement le mélange des matières premières dont le calcin (verre ménager issu de la collecte et traité de façon à pouvoir être utilisé dans la composition).

On introduit le sable (le sable à utiliser selon le type de verre produit), le calcaire, les carbonate de calcium et les sulfates de sodium dans des trémies doseuses pour alimenter le mélangeur via une bonde transporteuse et un skip. A ce mélange, les petits produits (selon le type de verre) et l'alumine sont ajoutés ;

Le temps de mélangeage est de l'ordre de 40s. Ensuite on transporte ce mélange à l'aide d'une deuxième bonde tout en y ajoutant le groisil. Les différentes matières sont ensuite amenées jusqu'à l'entrée du four par des enfourneuses.



Figure 5 : Silhouettes des Matières premières



Figure 6 : Silhouette de sable



Figure 7 : Silhouettes des PP (petits produits)



Figure 8 : Transporteur des MP+PP+Grosil



Figure 9 : Silhouettes de stockage

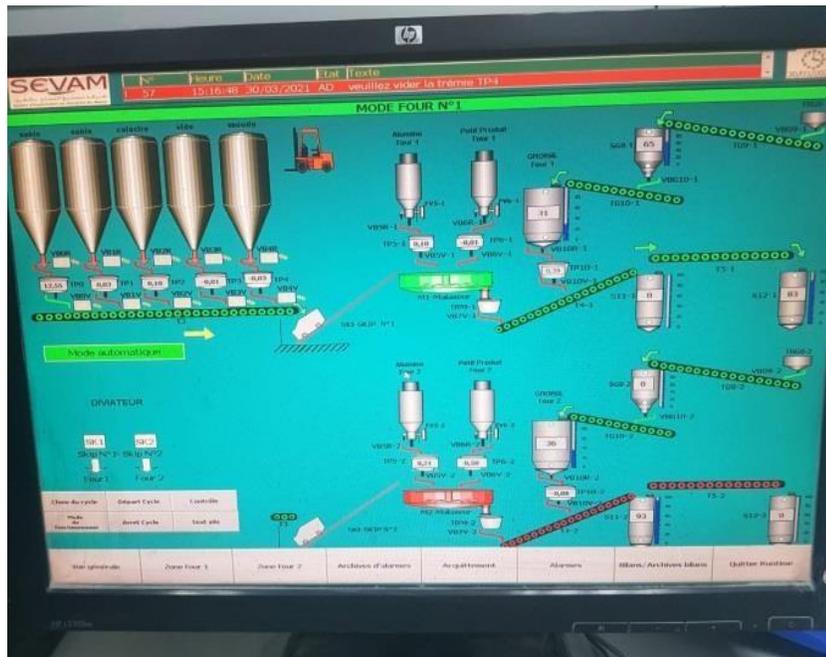


Figure 10 : Procédé de composition

Procédé de fusion

Comme son nom l'indique, la flamme décrit une boucle dans le four comme elle est schématisée dans la figure 11. Dans le cas de la SEVAM, le four à une surface de 78 m². Il est sous forme d'une cuve, en matériaux réfractaires recouverte d'une voûte en matériaux réfractaires, où les flammes circulent au-dessus du verre en fusion dans lequel on incorpore les matières premières.

Notre four chauffe le mélange à une température d'environ 1 500°C, créant ainsi du verre en fusion. Le verre

désormais liquide est acheminé dans des canaux de conditionnement permettant de délivrer aux machines le verre avec la température et la viscosité nécessaire à la mise en forme de l'article. Le verre met environ 24h pour sortir du four et se préparer au formage.



Figure 11 : Four



Figure 12 : Feeder



Figure 13 : Enfourneuse



Figure 14 : Procédé de fusion

Procédé de formage

A la sortie des canaux de conditionnement (feeders), le verre est alors coupé sous forme de goutte pour alimenter les machines de production. 3 procédés de moulage sont utilisés à la Sevam pour la mise en forme, en fonction du type d'article :

Les procédés de moulage :

- ✓ Pressé (Usine des Roches Noires)
- ✓ Soufflé/Soufflé (Bouteilles)
- ✓ Pressé/Soufflé (Pots Alimentaire)

Pour former la goutte de verre ou paraison (appelée encore gob), on utilise un mécanisme comprenant un plongeur actionné par une came qui lui communique un mouvement ascendant et descendant, pour retenir ou de refouler le verre et ainsi de former la paraison, une chemise généralement tournante pouvant se régler en hauteur afin de faire varier le débit de verre et donc le poids de la paraison, (cadence maximale : 200 coupes/minute). Les paraisons sont distribuées aux différentes sections de la machine dans des glissières. Leur température, selon le poids et le procédé de fabrication, est comprise entre 1 100 et 1 230°C.

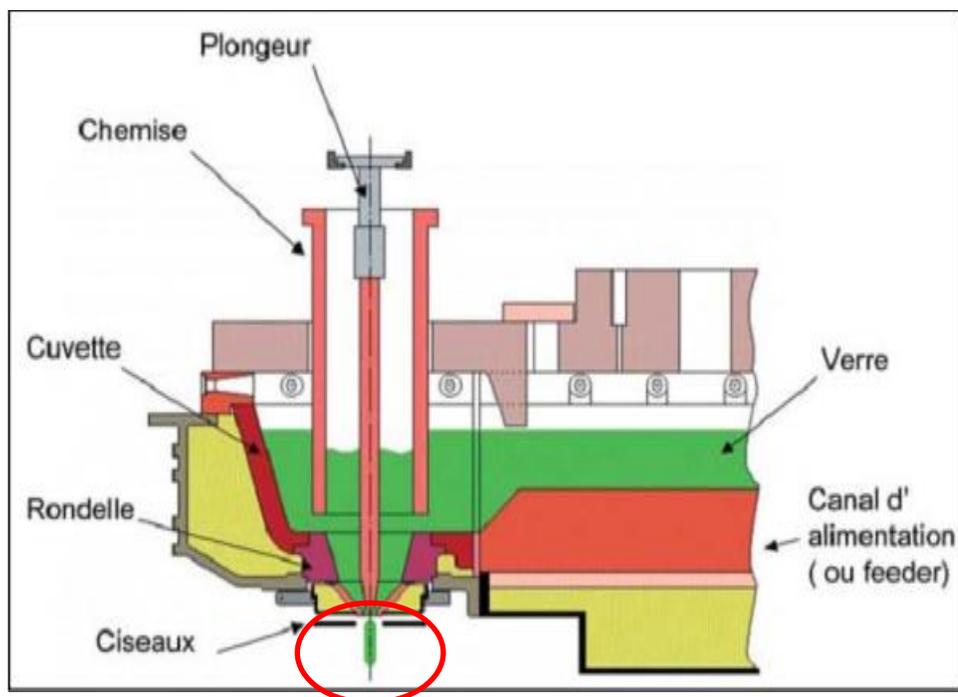


Figure 15 : Formation de la paraison



Figure 16 : machine de fabrication de verre (8 section)

Chaque section comporte :

- 1 moule ébaucheur pour la formation de l'ébauche de l'emballage, qui sera transféré dans le moule finisseur ;
- 1 moule finisseur dans lequel, par soufflage de l'ébauche, l'article prend sa forme définitive.

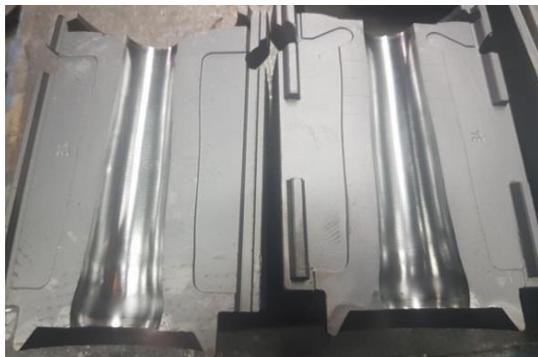


Figure 17 : Moule ébaucheur



Figure 18 : Moule finisseur

La formation de l'ébauche peut être obtenue de deux façons différentes :

- **Procédé soufflé-soufflé** : Dans ce procédé, on fait appel à deux moules : ébaucheur et finisseur. Le moule ébaucheur est équipé dans sa partie inférieure d'un poinçon que le verre recouvre grâce à l'énergie cinétique qu'il a acquise pendant sa chute libre depuis la coupe jusqu'à l'entrée du moule. Ce dernier est ensuite fermé par un fond ébaucheur après quoi l'air sera immédiatement introduit à travers ce fond pour pousser le verre autour du petit poinçon et former ainsi la bague de la future bouteille : c'est la phase de compression. Le poinçon peut alors se retirer légèrement pour permettre un premier soufflage à l'air comprimé de l'empreinte. Le verre va alors occuper l'espace libre du moule ébaucheur : c'est la phase de formation de l'ébauche (perçage). Au contact du moule, refroidi en permanence, l'ébauche se refroidit en surface, à environ 750–800°C, et acquiert une rigidité suffisante pour être, après ouverture du moule ébaucheur, transférée dans le moule finisseur en attente, en position ouverte : c'est la phase de transfert de l'ébauche. Dans le moule finisseur fermé, l'ébauche s'allonge sous son propre poids et sa surface se réchauffe par un transfert des calories du cœur de l'ébauche vers sa surface : c'est l'opération importante de réchauffage qui homogénéise les températures, et donc les viscosités des couches de verre de l'ébauche; dès que l'ébauche touche le fond du finisseur, l'opération de gonflage se met en action, jusqu'à la mise en contact du verre avec la surface complète du moule finisseur : ce contact est maintenu quelques secondes pour extraire suffisamment de calories et rigidifier définitivement l'article. Le moule finisseur est alors ouvert et l'article est transféré sur un convoyeur qui l'amènera vers les étapes ultérieures de la fabrication, comme la cuisson et l'application de traitement de surface.

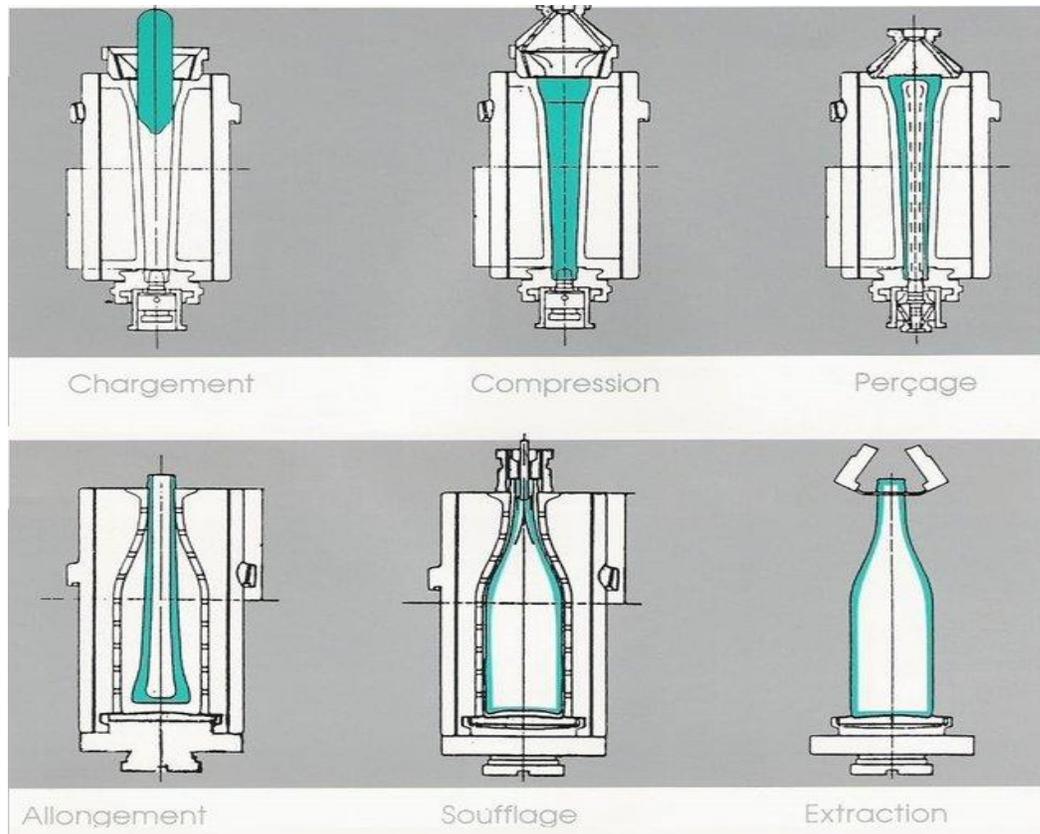


Figure 19 : Opérations unitaires en procédé soufflé- soufflé

-Procédé Pressé-Soufflé : la formation de l'ébauche dans le moule ébaucheur s'effectue par pressage à l'aide d'un poinçon nettement plus grand que pour le procédé Soufflé-Soufflé, qui est animé d'un mouvement vertical relativement important de bas en haut comme on peut le comprendre sur le schéma de la figure 20 . Ce poinçon forme l'ébauche en une seule étape, avec une meilleure maîtrise de l'épaisseur de verre qui est parfaitement définie par l'espace libre entre le moule ébaucheur et le poinçon en position finale haute. Ce procédé convient donc plutôt aux articles légers.

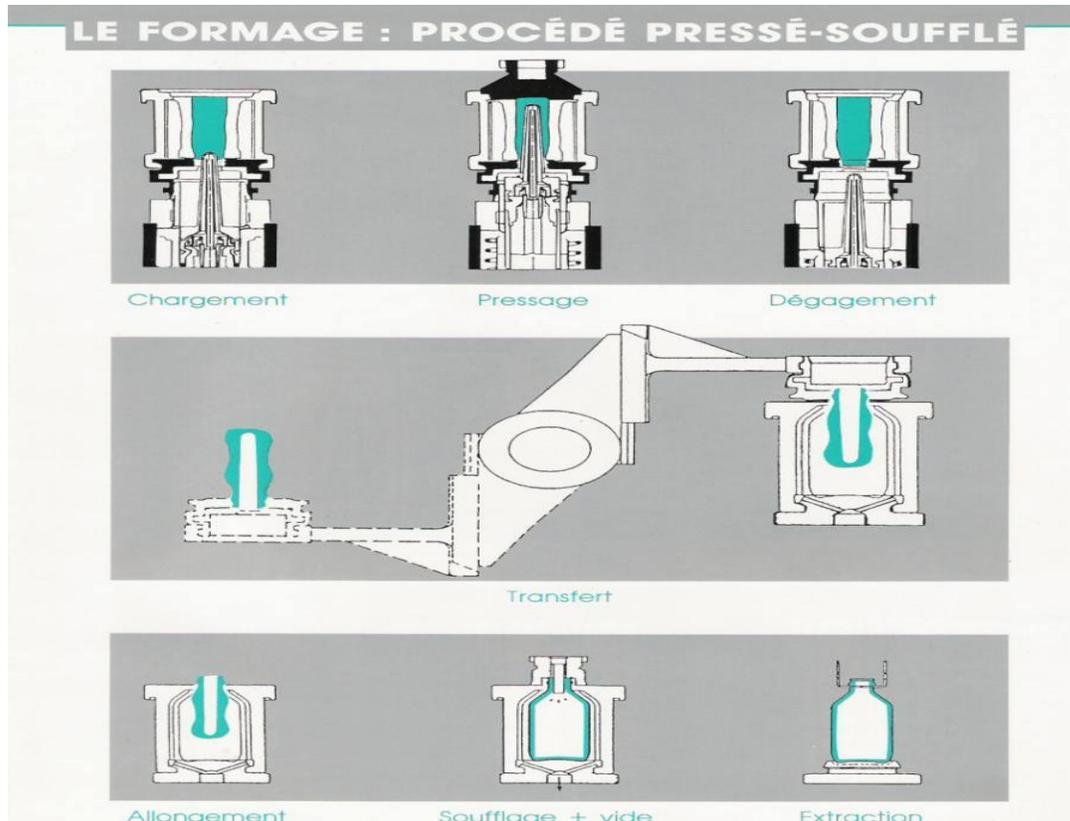


Figure 20 : Opérations unitaires en procédé pressé- soufflé

Traitement thermique et recuisson :

1) Traitement thermique :

A la sortie de la machine de formage, la température de verre est d'environ 800°C. Les parois extérieures du récipient vont se refroidir brusquement et se contracter, tandis que l'intérieur réagit avec plus de lenteur en raison de la mauvaise conductivité thermique du matériau, d'où une série de contraintes d'extension qui le fragilisent et risquent de provoquer une casse ultérieure. Afin de relâcher et d'égaliser ces contraintes, le verre est soumis à un traitement thermique aux environs de 550°C, température à laquelle les différentes contraintes se relâchent et s'annulent. Cette opération se déroule dans un four appelé « arche de recuisson », comportant un tapis métallique sans fin sur lequel sont placés les récipients. Dans la première partie de l'arche, la température croît rapidement jusqu'à la température de recuisson puis, dans les zones suivantes, décroît lentement afin d'éviter la création de nouvelles contraintes.

2) Traitement de surface :

Lorsque l'on examine la surface du verre, on s'aperçoit qu'elle n'est pas parfaitement lisse et comporte un grand nombre de microfissures qui proviennent des contacts entre verre et moule, ainsi que verre et matériaux de manutention. Afin de limiter les conséquences de ces micro-défauts, on pratique des traitements de surface sur l'article refroidi. Ce type de traitement a pour objet d'augmenter le coefficient de glissement du verre et limiter les risques de frottement, donc de création de rayures ou marques. Ce traitement s'effectue à la sortie d'abrasion de l'arche de cuisson à la température d'environ 100°C. Il consiste à déposer sur la surface des articles un film protecteur de cire de polyéthylène. L'opération est réalisée par pulvérisation pneumatique sur l'extérieur des articles au moyen de pulvérisateurs se déplaçant transversalement par rapport au sens d'avancement des articles sur le tapis de l'arche de cuisson. Le mouvement et la séquence de pulvérisation sont étudiés pour ne traiter que l'extérieur des articles.



Figure 21 : L'arche de recuit



Figure 22 : Sortie de l'arche de recuit

Procédé de contrôle qualité

Après le recuit, le verre est contrôlé manuellement et/ou par machine de contrôle pour ne laisser passer que les articles de qualité, répondant aux normes d'alimentarité et de sécurité internationales mais aussi aux spécificités clients de la Sevam. Les verres rejetés par le contrôle sont entièrement réutilisés en tant que matière première de fonte.



Figure 23 : Laboratoire



Figure 24 : contrôle par machine

Procédé de décor

La technique de décoration utilisée s'appelle la sérigraphie. Des émaux céramiques sont déposés à travers un écran sur l'article puis sont cuits dans une arche de décor dans les environs de 580°C.



Figure 25 : Décor

Procédé de conditionnement et palettisation

En bout de ligne de fabrication, le conditionnement a pour rôle de grouper, maintenir et protéger les articles pour assurer dans les meilleures conditions, le transport, le stockage, l'identification et la livraison.



Figure 26 : palettisation

Procédé de stockage et expedition

Une fois sur palette, l'article est ensuite stocké puis expédié au client final.



Figure 27 : Expédition



Figure 28 : Quelques verres fabriqués à SEVAM

I. Contexte Général du stage :

1. Identification de l'entreprise

SEVAM cherche à satisfaire ses clients et de fournir des produits de bonne qualité avec une très grande précision. Avant le lancement des articles, le département de la composition fournit les matières premières nécessaires pour la fabrication du verre, après leurs pesages et mélange selon le type du produit fini. Or on a deux formes de perte : une perte des matières premières, qui sont engendrés d'une part, par la dégradation des équipements et d'autre part, par la mauvaise gestion du stock. Et une perte de production liée aux arrêts des équipements, notre travail se focalisera sur cette dernière .

Pour faire face à cette situation, le service de maintenance s'est engagé dans l'amélioration des machines et la proposition de nouvelles alternatives pour une meilleure performance.

Le sujet de ce stage sera donc de proposer une meilleure méthode en améliorant les circuits de refroidissement des Lames-Ciseaux, afin de contourner les problèmes majeurs existants dans ces derniers.

2. Les Objectifs de l'entreprise :

Pour le bon fonctionnement du projet, la détermination des objectifs est primordiale. En effet, bien définir son but permet de garder une vision claire et précise tout au long du projet.

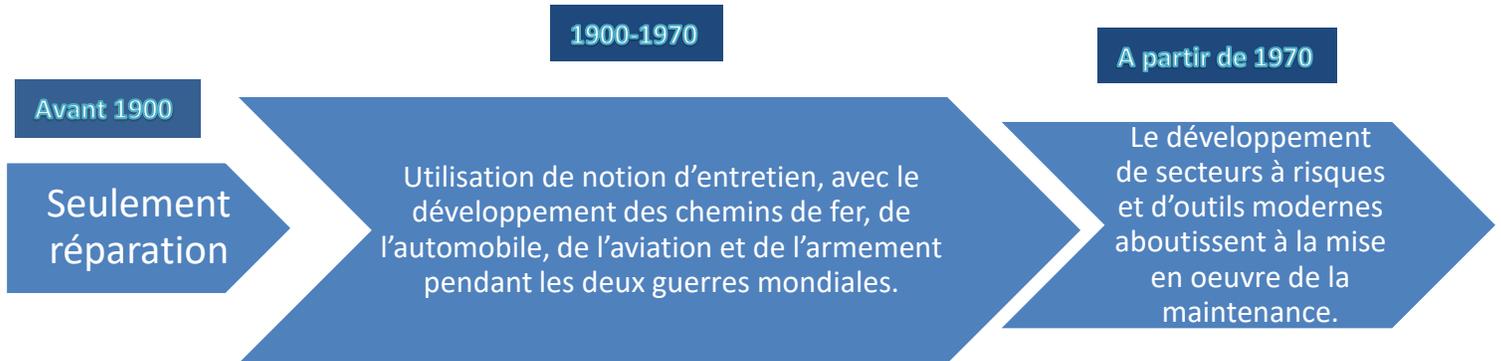
Suite aux réclamations des responsables du département de Maintenance, Sevam a déclenché ce projet pour atteindre les objectifs suivants :

- ✓ Etudier et analyser le circuit existant ;
- ✓ Identifier et sélectionner les problèmes causés par ce circuit ;
- ✓ Proposer des solutions convenables pour améliorer le système ;
- ✓ Augmenter la disponibilité et la fiabilité de tout équipements en relation avec le système de refroidissement des lames ciseaux ;
- ✓ Modification du circuit en minimisant les pertes et en augmentant le taux de production.

II. Concepts Généraux de la maintenance :

a. Historique de la Maintenance :

Figure 29 : Evolution de maintenance



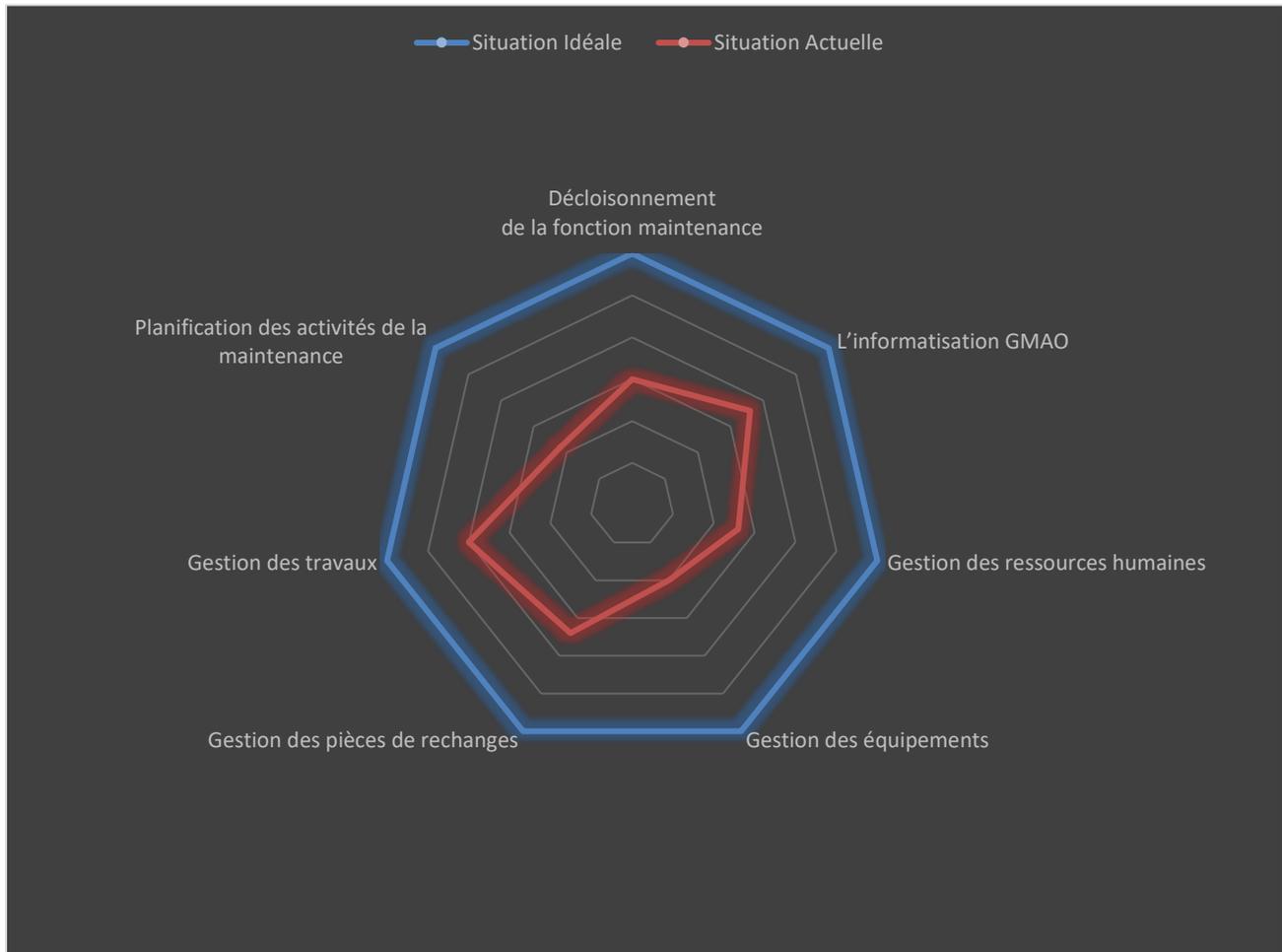
b. Définition :

Selon la norme AFNOR NF X60-010 « La maintenance est l'ensemble de toutes les actions techniques, administratives et de management durant le cycle de vie d'un bien, destinées à le maintenir ou à le rétablir dans un état dans lequel il peut accomplir la fonction requise».

- Le terme « maintenir » contient la notion de surveillance et de prévention sur un bien en fonctionnement normal.
- Le terme « rétablir » contient la notion de correction (remise à niveau) après perte de fonction.

La maintenance doit se faire de telle sorte que l'outil de production soit disponible et en bon état de fonctionnement. Elle est, de ce fait intimement liée à la production et à la qualité. Les objectifs de la Maintenance, se greffent à ceux de la production tels que la qualité, le coût et le délai.

Figure30 : Le radar de la fonction maintenance



De ce point de vue, les objectifs de la maintenance réalisés à travers son organisation, sa gestion et ses interventions, sont nombreux :

- ✓ Assurer la disponibilité du matériel.
- ✓ Assurer la bonne qualité des produits.
- ✓ Assurer la maintenabilité des équipements.
- ✓ Assurer la sécurité du personnel et des installations.
- ✓ Augmenter la productivité.
- ✓ Développer l'économie de l'entreprise.

c. Les Types de Maintenance :

➤ Maintenance corrective :

Il s'agit d'une maintenance effectuée après défaillance. C'est une politique de maintenance qui correspond à une attitude de réaction à des événements plus ou moins aléatoires et qui s'applique après la panne

➤ Maintenance Préventive :

Elle est définie comme étant l'ensemble des contrôles périodiques des installations, mis en œuvre pour découvrir des états pouvant entraîner la panne ou la baisse des performances et des remises en état avant même que les incidents ne se déclarent. Elle aussi comprend les types suivants :

- ✚ **Maintenance systématique** : c'est une maintenance effectuée selon un échéancier établi en fonction du temps ou du nombre d'unités d'usage.
- ✚ **Maintenance conditionnelle** : c'est une maintenance subordonnée à un type d'événement prédéterminé (auto diagnostic, information d'un capteur, mesure d'une usure, etc.) révélateur de l'état de dégradation du bien.

d. La Maintenance Existante Dans SEVAM :

Actuellement dans SEVAM, le service d'AEM (Atelier Entretien Machines) est le service responsable de la maintenance, son objectif est le zéro panne pour éviter toute panne des machines de fabrication. Voilà les tâches effectuées par ce service :

- Réparation des mécanismes des machines de fabrication.
- Les changements de fabrication (les changements des moules).
- Préparation des équipements nécessaires au long de ces changements
- Assurer le bon fonctionnement des machines 24h/24 ;
- Assurer les changements dans les temps les plus réduits ;
- Réduire le cout de maintenance (consommation des pièces de rechange, des outillages...)
- Assurer l'installation des nouveaux équipements et des nouveaux projets ;
- Participer à l'optimisation des procédés de composition et fusion avec le service de maintenance.

III. Cahier De Charge :

1. Auteurs du projet

❖ Maître d'ouvrage :

Le maître d'ouvrage est la société **SEVAM** qui est une société productive des produits de verreries installée aux deux zones du Casablanca (Roches noires & Tit-mellil).

❖ Maître d'œuvre :

Faculté des sciences et technique de Fès, Département Génie Mécanique, représentée par AADNANI Achraf et ADDOU Najib, étudiants en cycle licence sous l'encadrement de :

- **Mr. Hassan MASTADI**
- **Mr. Omar KOUDRA**
- **Mr. Brahim AIT-ELHAJ**

2. Contexte pédagogique :

Ce travail sera mené dans le cadre du projet de fin d'études.

L'objectif principal est d'intégrer le monde professionnel par la réalisation et la gestion d'un projet dans une société, afin de développer les compétences acquis lors de la formation pédagogique. Notre projet consiste à réaliser une modification au niveau du circuit de refroidissement des lames ciseaux afin de prolonger leur durée de vie et diminuer les risques des défaillances, en minimisant les coûts de la maintenance.

3. Limite du sujet :

- **Lieu** : Société d'Exploitation des Verreries Au Maroc, Tit-Mellil Casablanca.
- **Durée** : 9 semaines de 25 Avril 2022 à 25 Juin 2022.

4. Problématique :

La formation de la **Paraison** nécessite un mouvement de cisaillement parallèle la coupe doit donc être bien synchronisée afin d'arriver à une forme et un poids de paraison cohérent avec des marques de cisaillement

réduites. La durée de vie et l'état de **la Lame** sont des facteurs très importants puisqu'ils influencent directement sur le produit final. On vise donc à prévenir et protéger ces lames, dans ce sens il faut avoir un temps de contact minimal entre les composants de la lame , d'autre part **la pulvérisation** de cisaillement pour refroidir le point où s'effectue la coupe du verre fondue et aussi pour le lubrifier. Le fluide utilisé dans cette pulvérisation est **un mélange** entre l'eau filtrée et l'huile de LACTUCA.
But : Eviter le risque de dysfonctionnement des ciseaux.

5. Problèmes rencontrés :

Voilà les problèmes rencontrés par le service de fabrication à cause de l'état existant au niveau du circuit:

❖ Les Lames Ciseaux :

Ce sont un équipement a comme rôle la coupure du verre fondu, c'est tout simplement la première étape de la fabrication et qui consiste à élaborer une goutte de verre appelée « paraison /Gob (terme en Anglais) » ayant un poids bien précis (celui de l'article final) et une température bien fixée (d'environ 1150°C), à une cadence synchrone de celle de la machine porteuse des moules. Le dysfonctionnement de cet équipement est le problème majeur rencontré, la figure 31 explique ce qu'il cause son dysfonctionnement.

Figure 31 : Problèmes en relation avec les Lames-ciseaux



❖ Paraison (Gob) :

Le mécanisme feeder forme le filet de verre, par suite et à l'aide de la fréquence de coupe des ciseaux (précisément le Servo mécanisme de coupe parallèle) la taille et la forme des Gobs se détermine qui seront chargées dans la machine formage via le mécanisme de distribution de Gobs. L'état des ciseaux a une grande influence sur la paraison, la figure 32 montre cette influence :

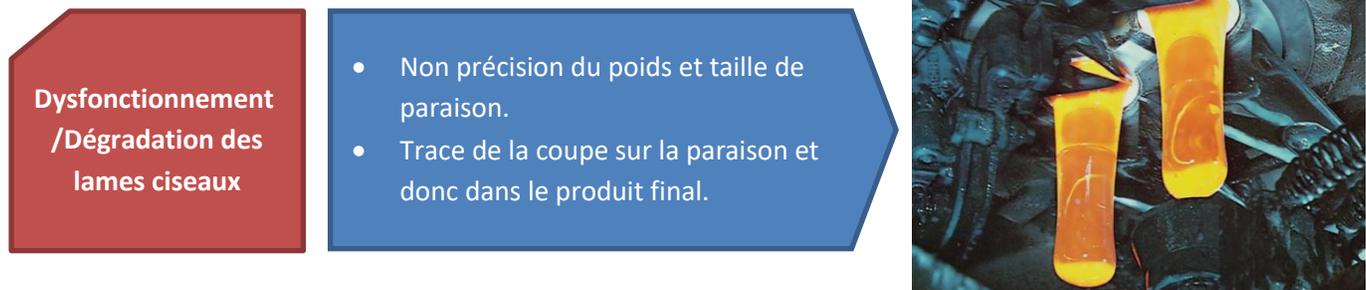


Figure 32 : Influence de l'état des ciseaux sur les paraisons (Gouttes de verre)

❖ La Pulvérisation des Ciseaux (Source des causes des problèmes rencontrés) :

La pulvérisation ciseaux s'effectue par des injections du mélange OW (Oil/Water) , ce mélange se forme à l'aide d'un mélangeur qui mélange un pourcentage d'eau avec un pourcentage d'huile , tout cela est réalisé par un circuit qui a comme rôle le refroidissement et la lubrification des ciseaux en essayant de les garder en une température qui ne dépasse pas 71°C afin d'éviter des défauts dans le produit final.

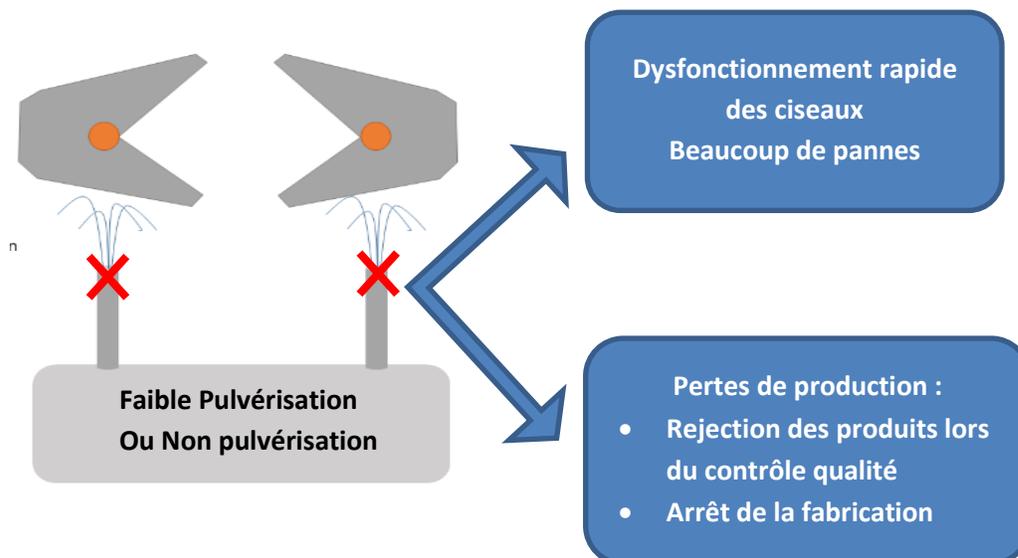
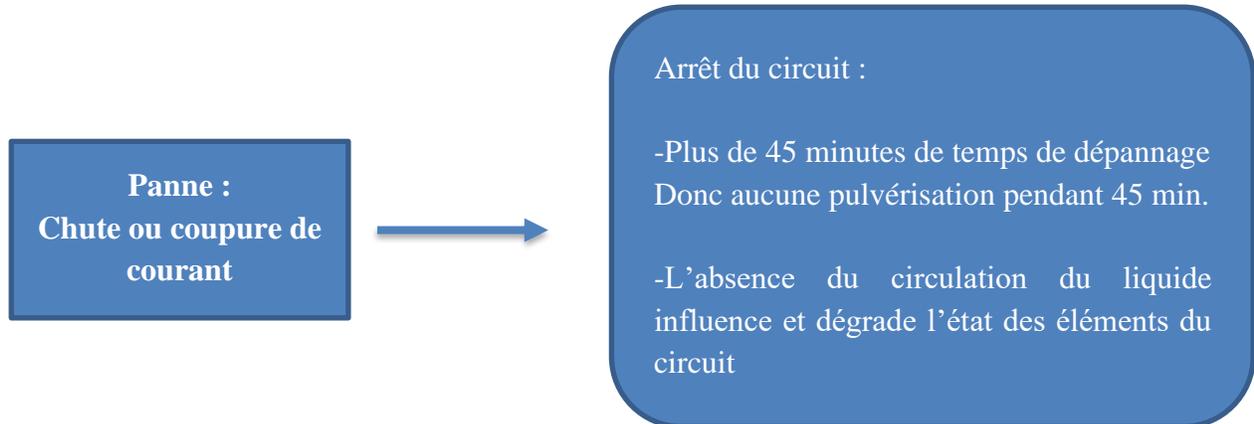


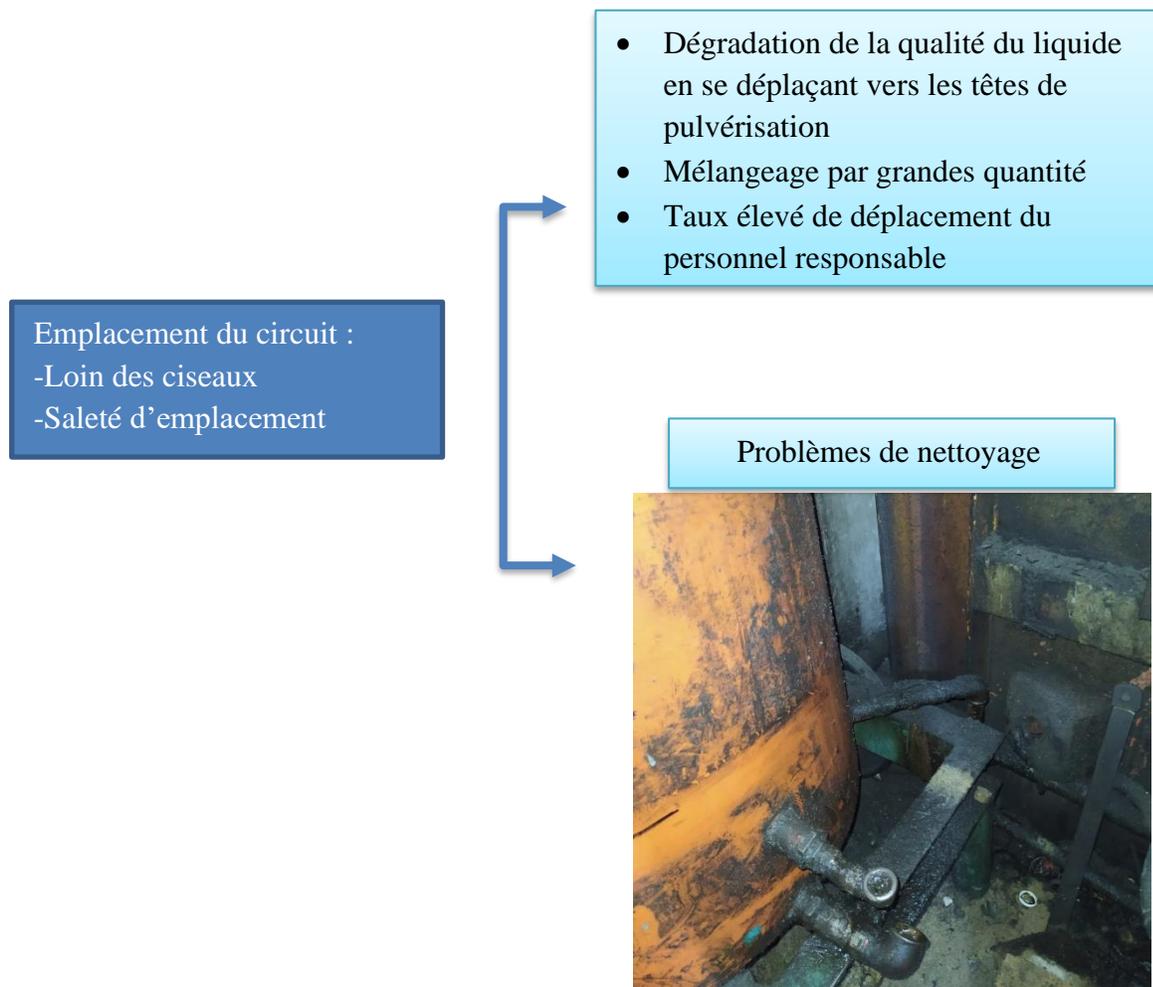
Figure :les problèmes de la pulvérisation

❖ Alimentation du circuit (Problème d'alimentation électrique) :

Une seule source d'alimentation électrique du circuit, donc toute chute ou coupure de courant cause l'arrêt du circuit.



❖ Difficulté d'intégrer les plannings de la maintenance préventive :



IV. Etat Critique

1) Analyse du besoin :

L'analyse du besoin est une méthode qui contribue à la caractérisation du besoin c'est-à-dire la détermination de la grandeur mesurable qui va être modifiée par l'utilisation du produit. Un outil graphique permettant d'exprimer ce besoin est "la bête à cornes" qui présente 3 questions fondamentales :

Question 1 : A qui (à quoi) le produit rend-il-service ?

Réponse : Service de Fabrication

Question 2 : Sur qui (sur quoi) le produit rend-il-service ?

Réponse : Les Lames-ciseaux

Question 3 : Dans quel but ?

Réponse : Améliorer la fiabilité et la disponibilité des lames ; Réduire les pertes ; Assurer la continuité de la productivité.

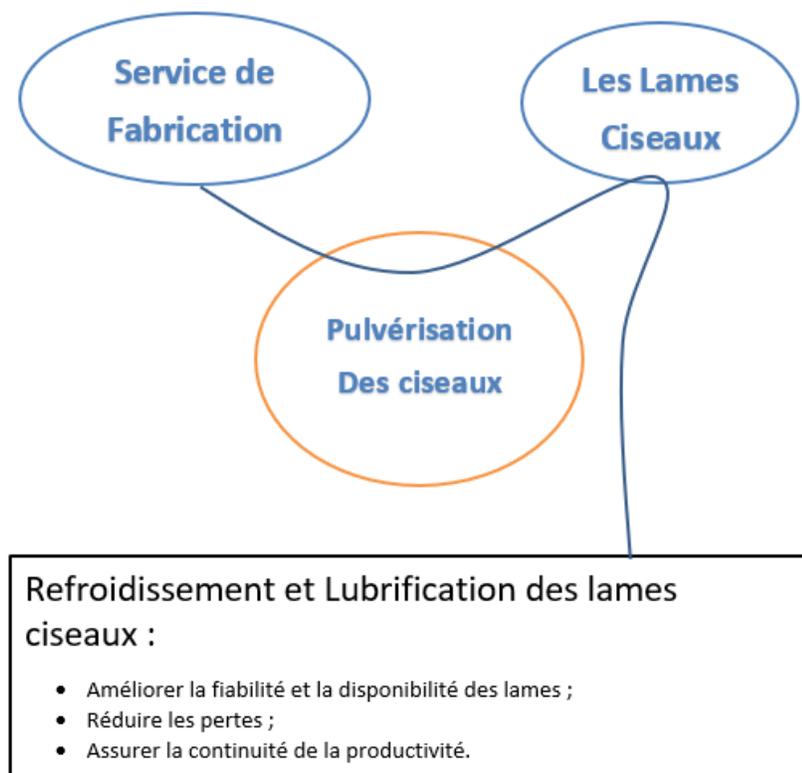


Figure 33 : Bête à corne de la pulvérisation des ciseaux

Le diagramme pieuvre ou diagramme des interacteurs, qui permet de définir les liens (c'est-à-dire les fonctions de service) entre le système et son environnement. Ce diagramme permet de recenser la plupart des fonctions du système.

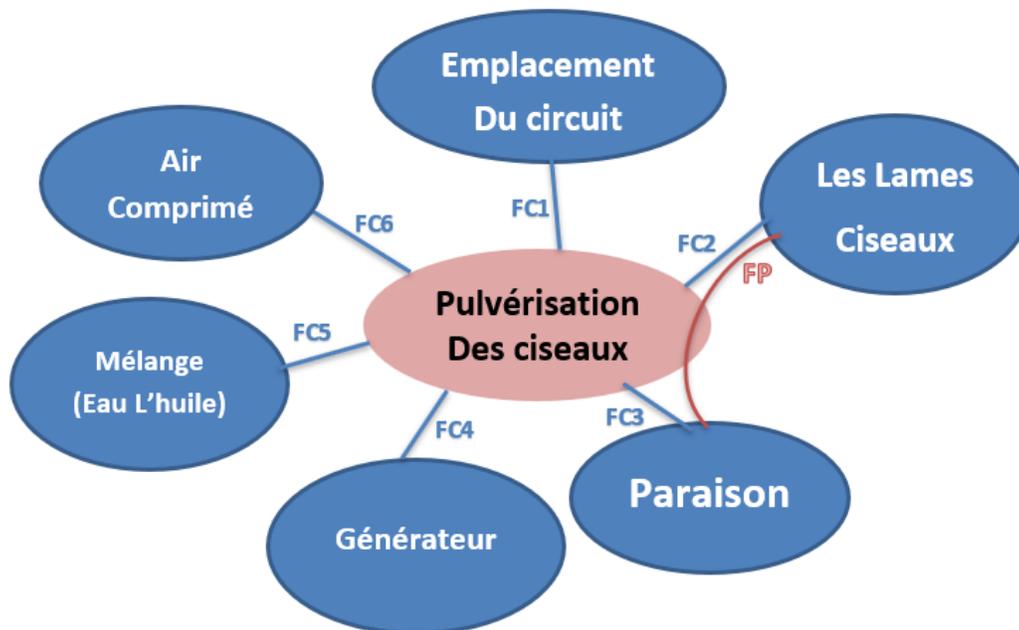


Figure 34 : Diagramme de pieuvre de la pulvérisation des ciseaux

FP : Etat des lames ciseaux contrôle la paraison.

FC1 : Circulation du liquide pour réaliser la pulvérisation.

FC2 : Protéger le mécanisme (Refroidissement + Lubrification).

FC3 : S'adapter à la forme, la taille voulue

FC4 : Alimentation du circuit évitant la panne

FC5 : Bien composé et bien filtré.

FC6 : Filtration de l'air, éviter d'affecter l'état de surface des Lames .

2) Démarche du projet :

Afin de réussir notre projet, il est nécessaire de mettre en place une démarche qui présente toutes les actions visant un résultat défini en déterminant ainsi les outils utilisés pour réaliser ses actions.

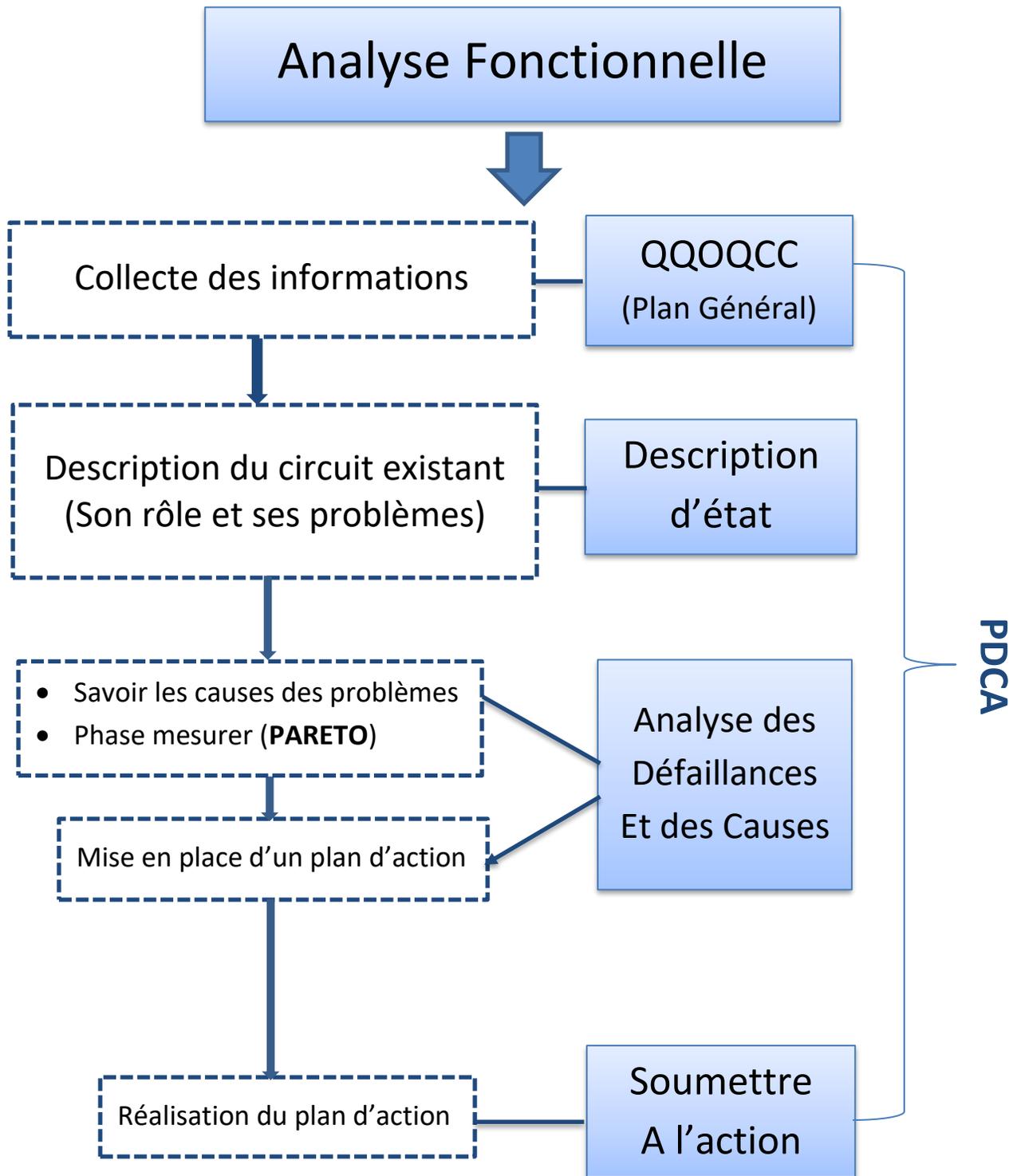


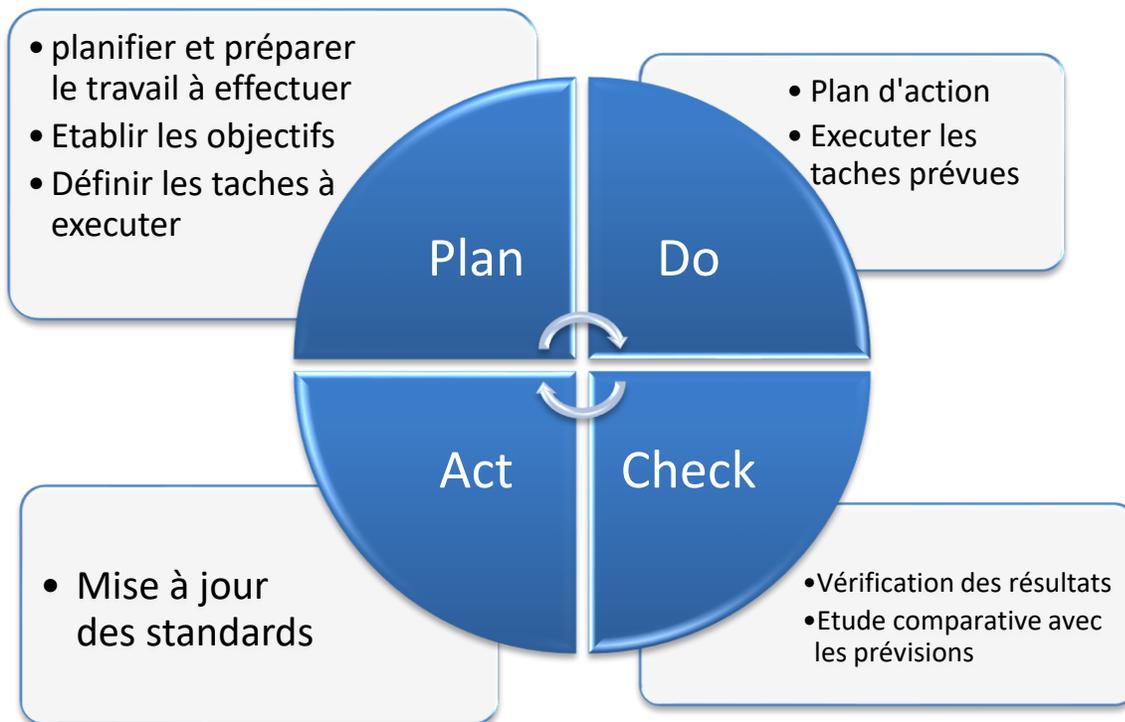
Figure 35 : Démarche du projet

V. Méthodologie du travail :

1) La méthode PDCA

La méthode de PDCA est une démarche d'amélioration en quatre étapes, la figure montre le déroulement de cette démarche tout au long de notre projet.

Figure 36 : Diagramme Démarche PDCA



2) Méthode de QQQCC :

Développer l'idée en une proposition de projet de fin d'étude demande de travail : il s'agit en effet de formuler une proposition, et ensuite permettre d'assurer une optimisation. Suite à la démarche explicitée dans la première partie, la collecte d'information a connu plusieurs formes, notamment QQQCCP :

Qui	Service Fabrication
Quoi	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Modifier le circuit de refroidissement ▪ Minimisation des pertes.
Où	Les lignes de production Four1 (L11 L12 L13)
Quand	De Avril à Juin 2022
Comment	Remplacer le circuit existant par un circuit qui optimise l'espace et la consommation de lubrifiant.
Combien	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Réduction du temps d'arrêt de production (plus de 300 min par mois) ▪ Minimisation du coût de maintenance
Pourquoi	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Augmenter la fiabilité et la disponibilité des équipements ; ▪ Minimiser les gaspillages.

Tableau 3 : QQQCCP

VI. Description du circuit existant :

i. Rôle du circuit de refroidissement :

Le circuit de refroidissement est un facteur essentiel au bon fonctionnement des lames et constitue souvent l'une des premières causes de défauts dans le produit final. C'est pourquoi il est nécessaire de le garder en meilleurs état pendant la fabrication.

En effet, lors de formation de la paraison, les lames ciseaux coupent le filet de verre avec une fréquence de coupe (200 cuts/min), et en plus de la température élevée du filet, la température des lames monte rapidement ce qu'elles ne peuvent pas résister à long terme donc leur état se dégrade facilement et alors comme conséquence l'apparition des défauts dans la fabrication Cela rendre face à maintenir ces équipements à bonne température et aussi les lubrifier pour fonctionner efficacement et éviter des pertes de production, c'est le rôle du circuit de refroidissement, ce dernier repose sur la circulation du mélange à basse température. Pour faire sa mission, le circuit de refroidissement est composé de plusieurs éléments qui doivent permettre la bonne circulation du liquide, la pulvérisation nécessaire et ainsi la bonne température des ciseaux.

On parle ici d' :

- ✚ Eau de ville ;
- ✚ Eléments de filtration (filtre d'eau filtre de pompe de mélange) ;
- ✚ Un réservoir de l'huile de Lactuca ;
- ✚ Un réservoir (indiqué par niveau max et min de l'huile) ;
- ✚ Pompes (tirent l'eau vers l'emplacement du mélangeur) ;
- ✚ Pompe doseuse (dose la quantité d'eau par un pourcentage de l'huile) ;
- ✚ Mélangeur qui mélange l'eau avec l'huile en assurant l'homogénéité du mélange (couleur du mélange : Blanche).

ii. Description d'état existant :

RESERVOIR DE L'HUILE (LACTUCA LT 3000) : Deux réservoirs de l'huile, réservoir 1 fixe pour alimenter le circuit de refroidissement, réservoir 2 changeable régulièrement et manuellement pour assurer que le niveau de l'huile dans le réservoir 1 toujours entre NH (niveau haut) et NB (niveau bas).



Figure 37 : Réservoirs de l'huile

POMPE DOSEUSE(D 25 RE 2 DOSATRON)+FILTRE À L'HUILE :La pompe permet de traiter 10 à 2500 L/h de mélange, elle s'installe sur le réseau d'eau et utilise la pression de l'eau comme seule force motrice. Une fois actionnée elle aspire l'huile au dosage demandé pour l'injecter dans l'eau motrice (réglable par 0,2% à 2%), la dose de produit injectée est toujours proportionnelle au volume d'eau qui traverse la pompe quelle que soit les variations de débit de pression du réseau. Le filtre à huile permet à filtrer et garder l'huile injectée dans le circuit propre. Dans notre situation **le dosage effectué est de : 0.5L de l'huile pour 200L d'eau.**



Figure 38 : pompe doseuse



Figure 39 : pompe doseuse de circuit

Ce liquide se déplace vers un réservoir contient un mélangeur (Agitateur) à moteur asynchrone, il mélange l'eau et l'huile, jusqu'à ce qu'il devient blanc.

MELANGE : Dans le cas de la société SEVAM, elle utilise un mélange contient l'eau de ville plus l'huile (LACTUCA LT 3000), ce mélange a plusieurs caractéristiques :

- La protection des lames contre la corrosion.
- Excellent pouvoir réfrigérant et lubrifiant.
- Il réduit les forces des frottements entre les lames.
- Prolongation de la durée de vie.
- Il assure à avoir une coupe fin

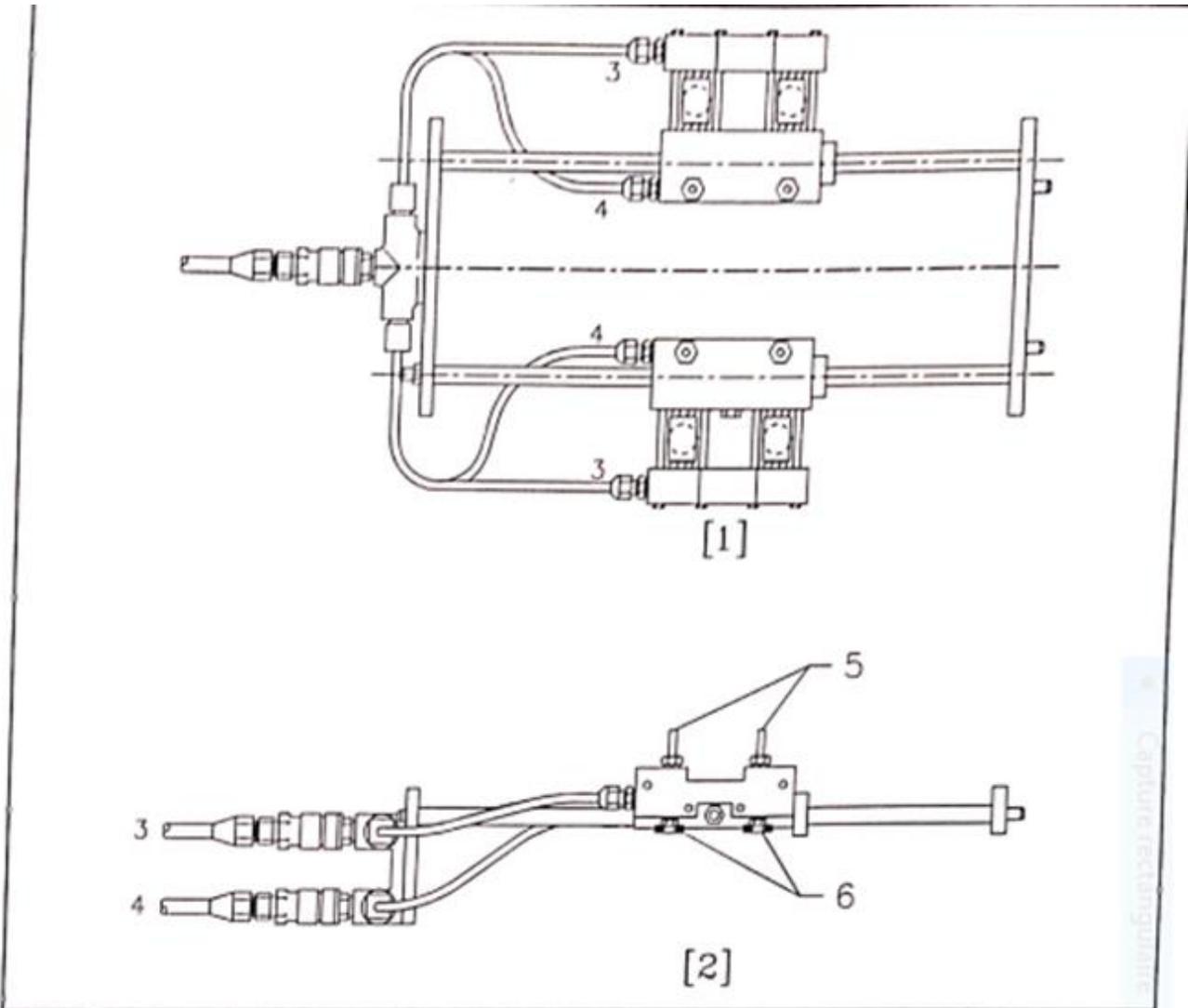


Figure 40 : Lactuca 3000 LT + eau de ville

POMPE CENTRIFUGE+FILTRE : permet de distribuer le mélange filtrée de réservoir qui contient le mélange à une pression de 8 bars, dans un réseau de 3 canaux, chaque canal lie par les têtes de pulvérisation des lignes (11, 12,13) avec une pression (5,5bar). Les têtes de pulvérisation à deux entrées de l'air et l'entrée de mélange,4 sorties de mélange (les buses).



Figure 41 : pompe + filtre



Têtes de Pulvérisation des Ciseaux

1.	Vue de dessus	4.	Air
2.	Vue de côté	5.	Buses
3.	Eau	6.	Valves à aiguille

Figure 42 : les têtes de pulvérisation

Lorsque le mélange revient aux têtes de pulvérisation et à l'aide de l'air comprimé de pression (2,9 bar), le mélange attaque Les points de contact des lames par des buses d'un diamètre de 3mm.



Figure 43 : les lames ciseaux avec les points de contact (en rouge)

CIRCUIT DE SECOURS : Chaque élément de circuit, il y a un élément de secours en parallèle. En cas de défaillance d'un des éléments, il passe au circuit de secours d'une façon manuelle, afin de s'assurer que le circuit fonctionne sans interruption. Alors, garantir que la fabrication ne s'arrête pas.

iii. Schéma du circuit existant :

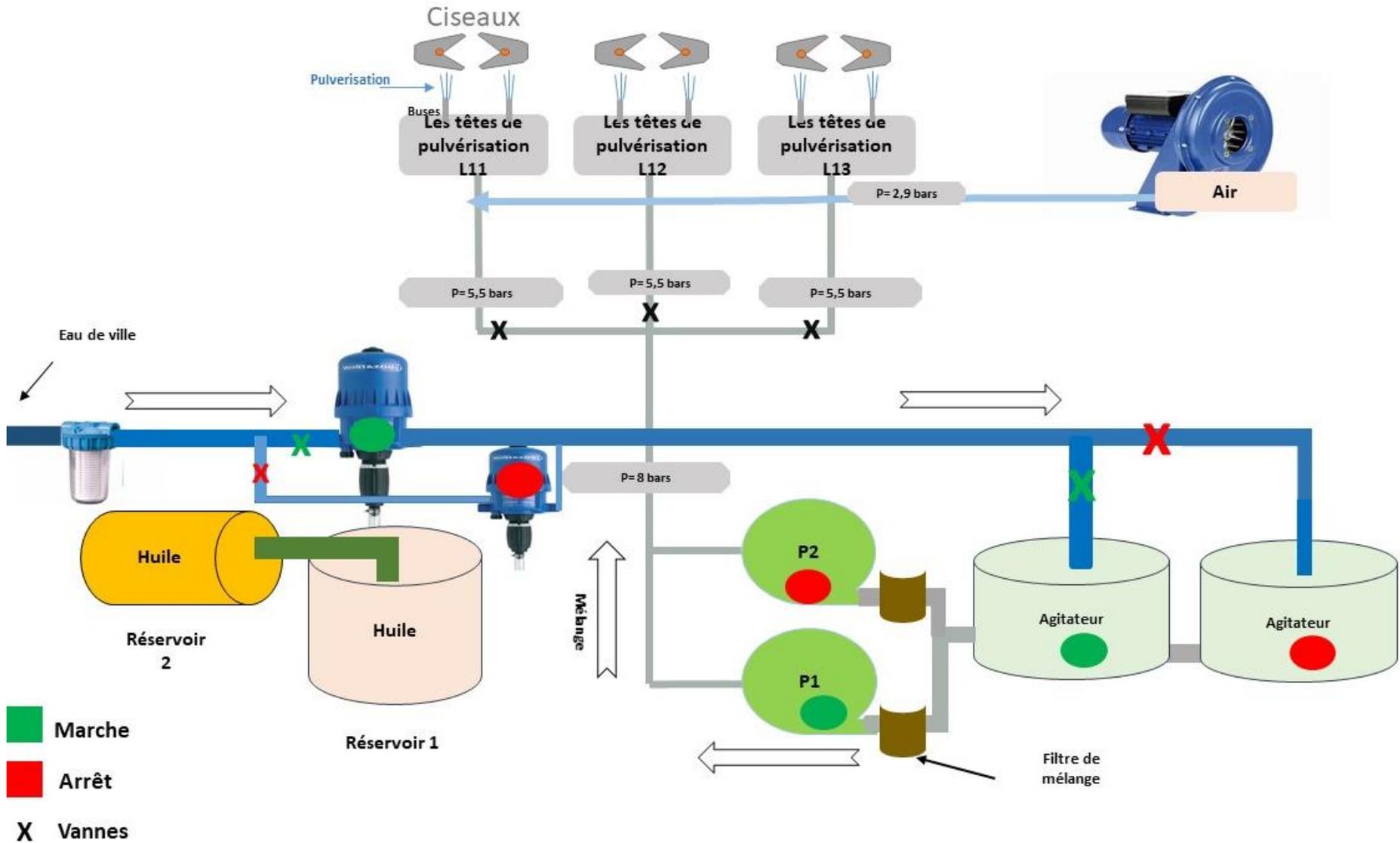


Figure 44 : Circuit de refroidissement existant

Le problème principal et à éviter c'est le dysfonctionnement des ciseaux

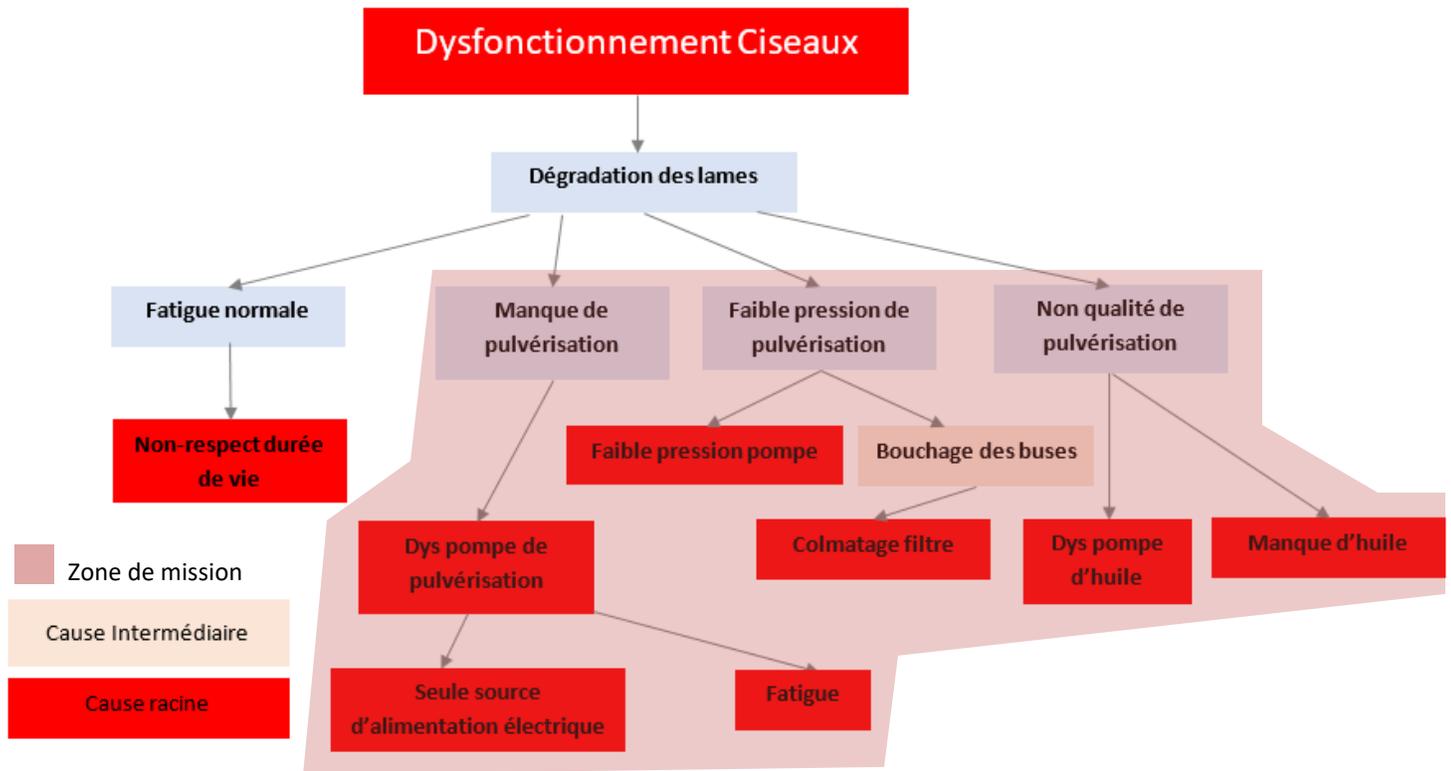


Figure 45 : Les risques de dysfonctionnement des ciseaux

VII. Analyse de défaillance :

Ensemble	Sous Ensemble	Fonction	Défaillances	Conséquences	Causes
Circuit	 Tubes	Chemin de circulation	Risque de corrosion	Augmente la possibilité de bouchage des buses	<ul style="list-style-type: none"> • Tubes en acier. • Eau non traitée.
Circuit	Buses (Pulvérisateurs)	La pulvérisation du point de contact des deux Lames afin de réaliser un(e) : <ul style="list-style-type: none"> • Refroidissement. • Lubrification. 	Bouchage	Température élevée des ciseaux : <ul style="list-style-type: none"> ➤ Etat de ciseaux se dégrade facilement. ➤ Collage du verre au ciseaux. ➤ Défaut dans le produit final. 	<ul style="list-style-type: none"> • Mauvaise filtration. • Mélange loin du point de pulvérisation
Circuit	Pompes	Distribution du mélange avec une pression de 8bar divisée en parallèle pour alimenter chaque ligne de fabrication (il y en a 3 lignes).	<ul style="list-style-type: none"> ○ Panne. ○ Grande consommation du mélange. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Diminution de son rendement. ➤ Dysfonctionnement 	Trois lignes partagent une seule pompe
Circuit	Alimentation électrique	Alimente les deux pompes	○ Risque de panne.	➤ Toute panne implique l'arrêt des pompes.	Existence d'une seule source d'alimentation électrique.

Tableau 4 : Etude des défaillances

L'analyse des défaillances permet d'identifier les défaillances potentielles qui pourraient survenir sur les organes des machines (l'état des lames ciseaux dans notre cas), le procédé de fabrication et sur la production en générale.

VIII. PHASE MESURER :

Le circuit de refroidissement existant est composé de plusieurs équipements, chacun engendre différentes natures de gaspillage, qui se peut être une perte de : temps, l'énergie, matière première

Dans notre cas d'étude, on s'intéressera aux pertes de temps pannes des équipements et le taux de production.

1) Suivi les historiques des pannes :

La période prise en considération dans cette phase est de Mai 2022 à Juin 2022. En se basant sur le fichier des historiques des pannes, cela dans le but de connaître les causes majeures des problèmes du circuit existant. Nous avons pu classer ces causes selon leur fréquence des pannes ainsi que la durée de temps d'arrêt causé par ces causes.

N°	Causes des arrêts possibles	Moyenne temps d'arrêt (min par mois)	Pourcentages	Cumuls
1	Quantité insuffisante de l'huile (collage du filet)	90	37%	37%
2	Floculation de mélange	30	12%	49%
3	Distance entre le circuit et les têtes de pulvérisation	30	12%	61%
4	Colmatage filtre	24	10%	71%
5	Surpression	16	7%	78%
6	Qualité des tubes	16	7%	84%
7	Déchets de l'huile	15	6%	90%
8	Diamètre des buses	14	6%	96%
9	Changement manuel du réservoir de l'huile	5	2%	98%
10	Filtration de l'huile	2.5	1%	99%
11	La qualité de l'huile	2.5	1%	100%
	MOYENNE	245		

Tableau 5 : Les arrêts causés

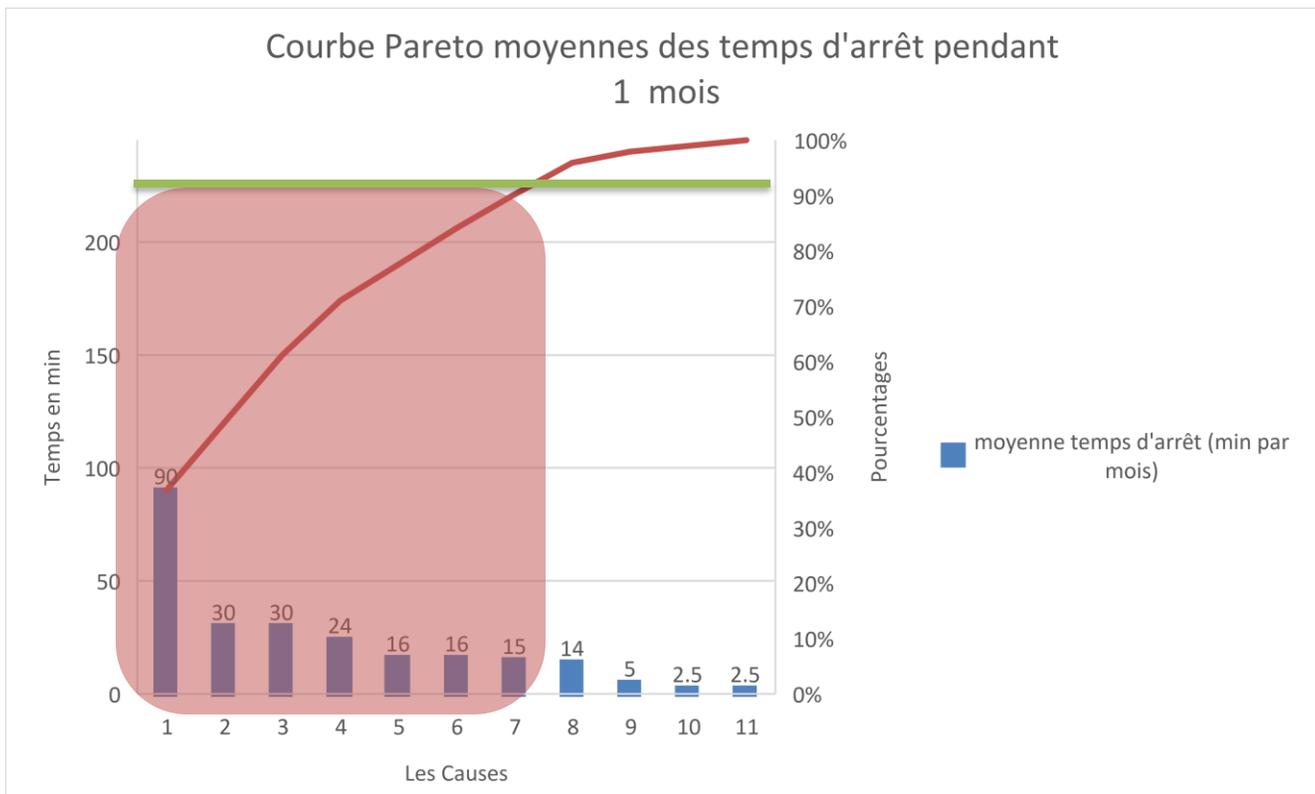
Nous allons faire une étude PARETO afin de définir les causes les plus critiques au niveau des arrêts. Ce diagramme permet de mettre en évidence les causes les plus importantes sur le nombre total d'effet.

Pour faire une analyse Pareto on doit :

1. Classer les catégories dans l'ordre décroissant ;
2. Calculer les pourcentages pour chaque catégorie ;
3. Calculer le pourcentage cumulé ;
4. Tracer la courbe.

Selon la loi de Pareto, il est possible d'aller chercher 80 % des gains en s'attaquant à seulement 20 % des équipements les plus critiques. Dans notre cas et à cause des intersections entre les causes, on préfère de traiter celles représentant 90% du temps d'arrêts.

La courbe ci-dessous illustre la répartition de la criticité concernant ces causes.



2) Interprétation des résultats :

Le diagramme de Pareto nous fait apparaître les causes les plus influençant sur le rôle du circuit, donc ce qui nous permet de savoir les équipements les plus critiques à modifier dans la situation existante et qui sont :

- Les réservoirs de l'huile (la saleté)
- L'eau de ville (filtration insuffisante)
- Les tubes utilisés (mauvaise qualité d'inox)
- Mélangeur (floculation/pas nécessaire)
- Les pompes à filtre intégré (gaspillage du mélange en filtration / fatigue /surpression)

CHAPITRE III :

Solutions Proposées

Plan d'Action :

D'après l'analyse déjà effectuée nous avons déterminé les causes racines des différents paramètres qui influencent sur le rôle du circuit de refroidissements des lames-ciseaux. Dans cette partie nous allons établir un plan d'action pour l'amélioration de ce système. Ce tableau représente les recommandations proposées.

Causes	Actions
Dysfonctionnement de la pompe de pulvérisation	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Respecter la durée de vie des pompes ✓ Utilisation des pompes centrifuges pour l'eau et des pompes doseuses (un dosage de 0.5L de l'huile pour chaque 200L d'eau) pour pousser le mélange ✓ Séparation des 3 lignes
Faible pression de pulvérisation	
Fatigue (diminution de rendement de la pompe)	
Seule source d'alimentation électrique	Problème du service AEE, Comme proposition à tester : <ul style="list-style-type: none"> ✓ Ajouter une pompe plus que celle de secours avec une autre source d'alimentation
Colmatage filtre	Bonne filtration d'eau <ul style="list-style-type: none"> ✓ Ajouter des osmoseurs ✓ Ajouter des filtres contrôleurs proches au buses
Bouchage des buses : <ul style="list-style-type: none"> • Corrosion des tubes • Diamètres des buses • Eau utilisée (Eau de ville) • Filtration insuffisante • Floculation de mélange (eau de pulvérisation) 	Approcher le mélange aux têtes de pulvérisation en évitant minimiser la distance entre les buses et où s'effectue le mélange (éviter que le mélange traverse un long trajet) <ul style="list-style-type: none"> ✓ Diamètre des buses intouchable pour effectuer une bonne pulvérisation ✓ Utilisation des tubes en inox (un pourcentage important de chrome)
Etat de l'huile	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Utilisation d'un réservoir à purger qui va effectuer une vidange manuelle de l'huile ✓ Protection de l'huile lors de stockage
Mauvais dosage	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Une pompe doseuse (+ une de secours) pour chaque ligne (6 pompes) ✓ Effectuer le dosage nécessaire et suffisant
Non-respect des durées de vie des équipements	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Respecter la durée de vie de chaque outil en évitant une dégradation ou un dysfonctionnement non attendu ✓ Faciliter instauration le planning préventif
Surpression	Au cas d'une surpression on pense à ajouter une soupape de décharge proche aux buses en protégeant les buses et évitant un gaspillage de l'eau de pulvérisation.

Tableau 6 : Plan des actions

L'analyse des défaillances et des causes racines nous a aidé à savoir les actions principales à effectuer afin d'arriver à une modification globale du circuit existant.

Dans ce sens et à l'aide d'une équipe composée du personnel suivant :

- ✚ Notre encadrant et responsable au service A.E.M : Mr. HASSAN MASTADI
- ✚ Le chef de département de production : Mr. OMAR KOUDRA
- ✚ Ingénieur chez SEVAM : Mr. BRAHIM AIT-ELHAJ
- ✚ AADNANI ACHRAF
- ✚ ADDOU NAJIB

On a arrivé à une amélioration du circuit existant, une modification qui va minimiser l'espace pris par l'installation et diminuer la distance avec les têtes de pulvérisation, prenant en compte l'augmentation du taux de production, en évitant au maximum les risques des arrêts possibles au long de la fabrication, et en minimisant les pertes.

Solution Proposée :

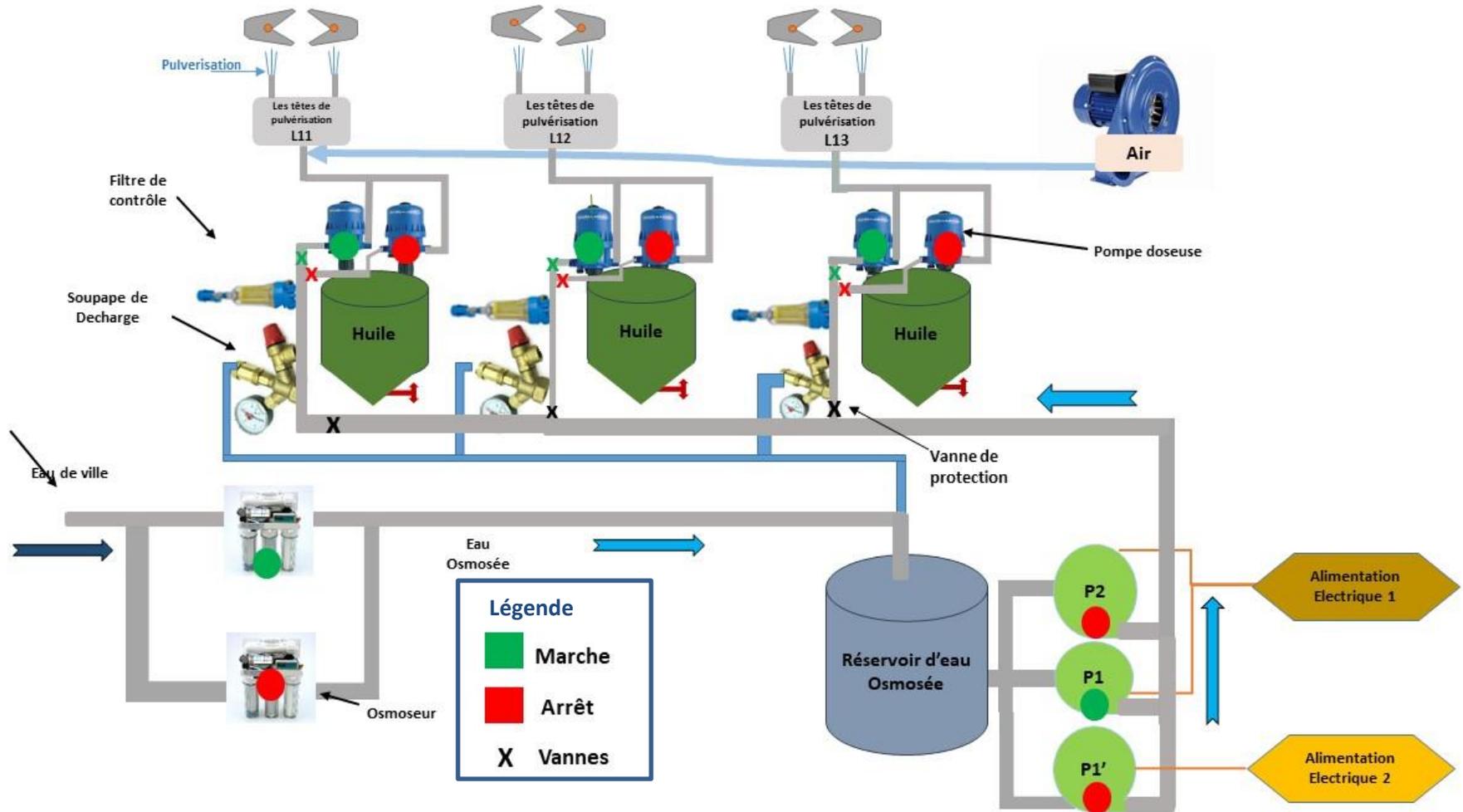


Figure 46 : Circuit amélioré

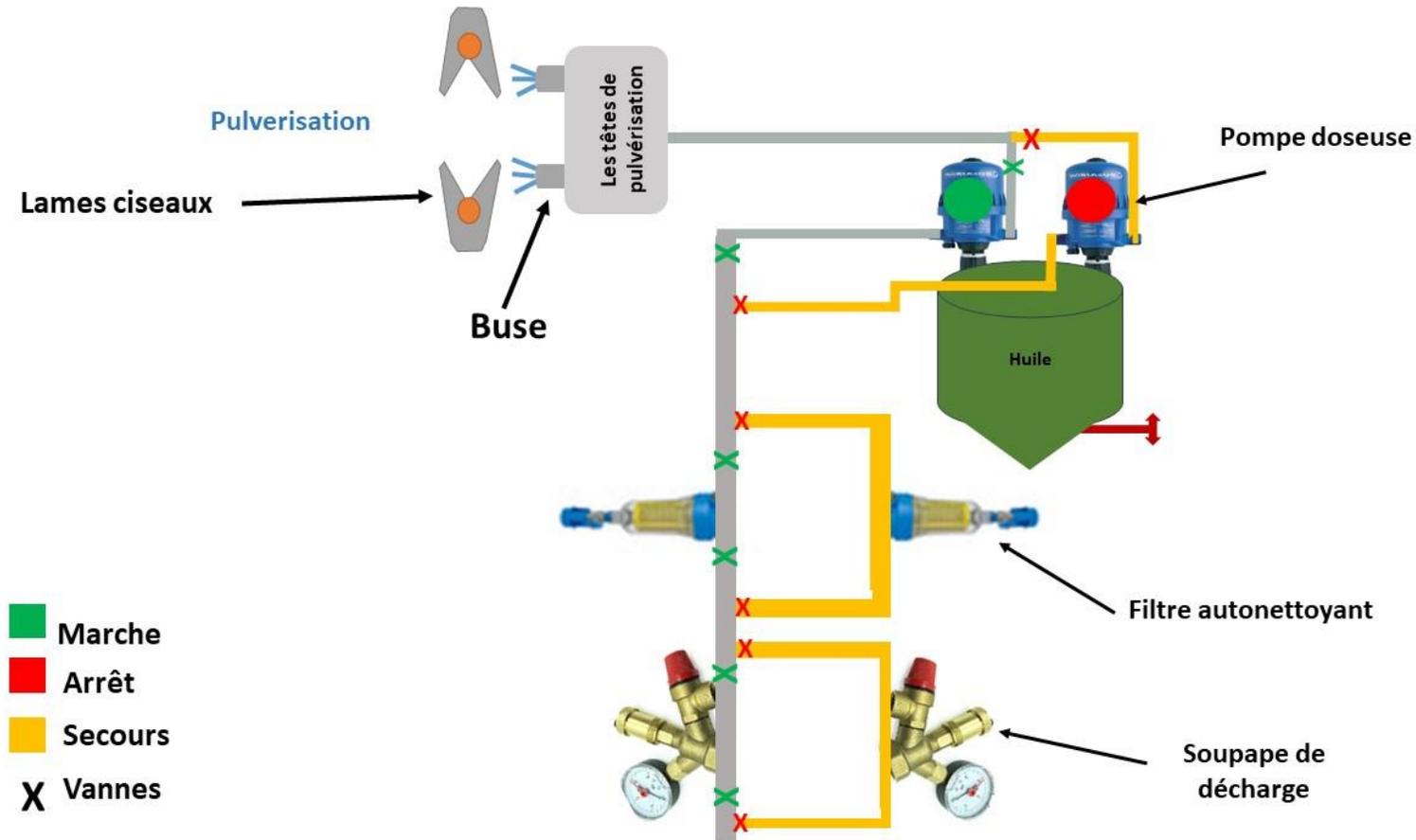
Adaptation de la solution

A. La souplesse des équipements avec l'environnement de l'usine :

Équipements	Description	Raison d'utilisation
L'Osmose	L'osmose inverse est un système qui permet de purifier l'eau, grâce à un système de filtration qui ne laisse passer que les molécules d'eau. Le préfiltre et le filtre anti-sédiments retiennent les particules solides (sable, rouille...), le filtre à charbon bloque tous les éléments chimiques désagréables.	On a choisi cet équipement afin de : <ul style="list-style-type: none"> • Limiter la corrosion des tubes et prolonger leur durée de vie. • Bonne filtration d'eau en limitant le risque du bouchage.
TUBE INOX	Des tubes fabriqués en acier inoxydable (<u>alliage</u> à base de <u>fer</u> et de <u>carbone</u>), comportant moins de 1,2 % de carbone et plus de 10,5 % de <u>chrome</u> .	<ul style="list-style-type: none"> • Être peu sensible à la <u>corrosion</u> • Eviter le bouchage • Bonne qualité d'inox
POMPE CENTRIFUGE (Autre source d'alimentation)	Une pompe centrifuge est un type de pompe de surface. De par sa conception, elle fournit un débit stable. De plus, ce produit peut facilement se réguler sans endommager le débit.	On propose d'ajouter une autre pompe à eau avec une autre source d'énergie électrique afin d'empêcher l'arrêt du circuit de refroidissement au cas des coupures ou des chutes de courant.
SOUPAPE DE DÉCHARGE	Elle se tare à une pression spécifique en agissant sur le vernier de pression. La pression tarée est la pression maximale de sécurité pour ne pas endommager l'installation. Quand la pression du circuit dépasse la pression tarée, le piston se déplace en ouvrant la soupape.	Eviter les surpressions en protégeant les buses et en limitant les surconsommations de l'eau de pulvérisation
FILTRE DE CONTROLE	Un filtre autonettoyant pour contrôler s'il y a des éléments qui passent dans l'osmoseur, où s'il y a des rouilles dans l'eau osmosée.	<ul style="list-style-type: none"> • Améliorer la filtration au maximum. • Eviter le bouchage
RESERVOIR DE L'HUILE (Avec une vanne manuelle)	Réservoir proche aux lames ciseaux, de forme spécifique avec une vanne, pour vider les éléments désagréables dans l'huile qui descend au fond du réservoir.	Le réservoir sera proche pour diminuer la distance avec les lames ciseaux et éviter la formation des bactéries dans le canal de l'huile, qui peut causer la floculation du mélange (bouchage des buses)
POMPE DOSEUSE (D 25 RE 2 DOSATRON) AVEC UN FILTRE À L'HUILE	la pompe donne le dosage nécessaire (débit à régler manuellement) dans l'eau, avec un filtre à huile. (0.5L de l'huile de LACTUCA pour chaque 200L d'eau).	Obtenir le bon mélange Garder l'huile injectée en bonne état

B. Circuit de secours (Augmentation de la disponibilité) :

En cas de défaillance de l'un des éléments et à raison de protection (éviter la fatigue), il va passer au circuit de secours, afin de s'assurer que de circuit fonctionne sans interruption, cela à l'aide des vannes qu'ils vont faciliter cette tâche. On va donc garantir une amélioration de la disponibilité du circuit.



Conclure sur la solution :

Après l'achèvement du projet, la résolution de 90% des problèmes du nouveau circuit permettra:

- augmenter la disponibilité et la fiabilité du circuit.
- protection des lames, il garantit son fonctionnement tout au long de sa durée de vie
- Economisez 221 minutes/mois sur l'arrêt de production ou environ 132 600 produits/mois de gain.
- En plus de la résolution du problème de l'alimentation on peut arriver à presque 100% d'éliminer les temps d'arrêt non programmés.

N°	Causes des arrêts possibles	Moyenne temps d'arrêt (min par mois)	Pourcentages	Cumuls
1	Quantité insuffisante de l'huile (collage du filet)	90	37%	37%
2	Floculation de mélange	30	12%	49%
3	Distance entre le circuit et les têtes de pulvérisation	30	12%	61%
4	Colmatage filtre	24	10%	71%
5	Surpression	16	7%	78%
6	Qualité des tubes	16	7%	84%
7	Déchets de l'huile	15	6%	90%
	MOYENNE	221		

Tableau : Causes Traitées

Validation de la solution :

La solution n'est pas encore validée par l'administration, le service AEM pense que c'est un projet rentable et il sera approuvé dans les prochains jours. Ils ont également commencé à résoudre le problème de surpression en ajoutant des soupapes de décharge.

Solution à tester :

La séparation du mélange (l'eau et l'huile plus l'air) évite la floculation définitivement, mais une expérimentation doit d'abord être réalisée pour vérifier que la séparation donne le même résultat que le mélange. On parle ici de la suffisance de mélangeage qui va être effectué juste avant la pulvérisation, c'est évident de tester cette solution avant de penser à la réaliser.

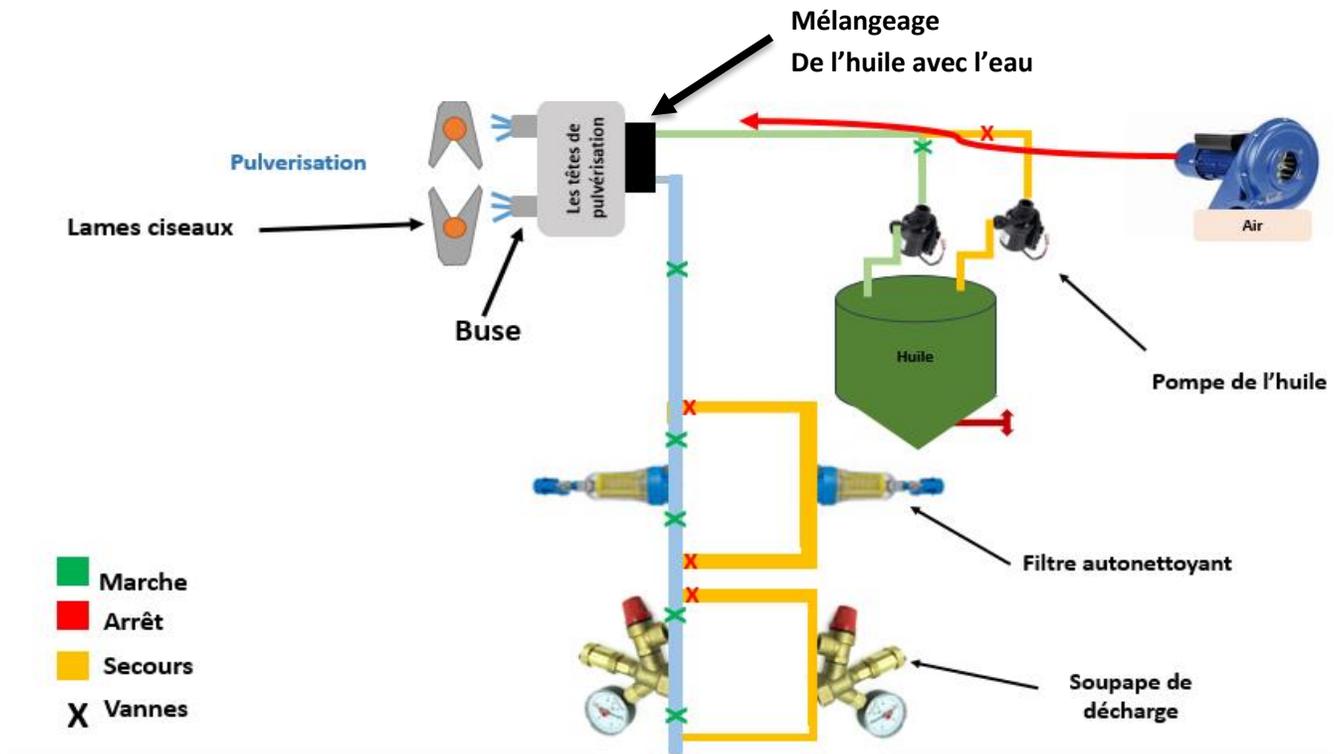


Figure : Schéma du circuit au cas de l'approuvement de la séparation

Conclusion :

Nous avons effectué notre stage de fin d'étude de licence en conception et analyse mécanique au sein de l'entreprise SEVAM de TIT MLIL à Casablanca. Ce stage a été une expérience professionnelle très enrichissante par l'approfondissement de nos connaissances en maintenance ainsi que par la découverte de nouvelles techniques d'analyse comme le projet Etude et amélioration de circuit de refroidissement des lames formant les gouttes de verre.

L'application du projet Etude et amélioration de circuit de refroidissement des lames formant les gouttes de verre nous a permis de définir les problèmes du circuit de refroidissement, des lames ciseaux et d'analyser ses différents éléments afin de proposer des actions de maintenance préventives et correctives dans le but de réduire son taux de panne et d'augmenter sa fiabilité et sa disponibilité

Notre travail s'est basé sur :

- La description détaillée du circuit afin de savoir les faiblesses de cette dernière. La recherche des défaillances les plus répétitives par l'application de l'analyse du des défaillances.
- L'analyse des éléments défectueux du circuit et la recherche des causes et des conséquences de leurs dysfonctionnements par PARETO.
- La proposition des actions d'optimisation préventives pour diminuer le taux de défaillances et assurer le bon fonctionnement du circuit et alors la production des produits de verre.

Enfin, le projet étude et amélioration de circuit de refroidissement des lames formant les gouttes de verre nous a permis de réduire les arrêts coûteux, d'augmenter la durée de vie des lames ciseaux et d'assurer la qualité de la production et du service.