

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

Licence Sciences et Techniques
Spécialité : Conception et Analyse Mécanique

Titre

Elaboration d'un plan de maintenance préventif
pour la centrifugeuse BMA K2300 selon la
méthode AMDEC

Effectué à :

Sucrier de Doukkala (Cosumar)

A Sidi Bennour

Présenté par :

LABRABICHE Ismail

Encadré par :

- Mr. Abdelfettah HASSANI : COSUMAR
- Pr. Abbass SEDDOUKI : Faculté des sciences et techniques de Fès

Soutenu le 07/07/2022 devant le jury :

- Pr. Abbass SEDDOUKI
- Pr. Mouad GARZIAD

Année universitaire 2021 - 2022

Table des matières

Table des matières	2
Figure.....	4
Tableau.....	5
REMERCIEMENTS	7
INTRODUCTION	8
CHAPITRE I : Présentation de l'entreprise et du processus de production.....	9
1. Présentation du Groupe COSUMAR :.....	10
a. Informations générales sur le Groupe COSUMAR :.....	10
b. Fiche Technique de Cosumar	11
c. Historique :.....	11
d. Organigramme de l'entreprise.....	13
2. Présentation L'unité de sidi Bennour "Doukkala » : sucrière.	13
a. Généralité.....	13
b. Historique de la sucrerie Sidi Bennour :.....	14
c. Fiche d'identité de l'entreprise d'accueil COSUMAR Sidi Bennour :.....	14
3. Processus de préparation des betteraves.....	15
a. Réception des betteraves :.....	15
b. Préparation mécanique de la betterave :	16
c. Extraction du sucre des cossettes(diffusion)	16
d. Epuration.....	16
e. Evaporation	17
f. La cristallisation.....	17
g. Séchage	17
h. Conditionnement	18
4. Les produits fabriqués.....	18
a. Produit :.....	18
b. Les coproduits	19
CHAPITRE II : Présentation du cahier de charge	20
1. La centrifugation	21
a. Définition :.....	21
b. Les paramètres de la centrifugation	22
c. La centrifugeuse BMA K2300	22
d. Fonctionnement de la centrifugeuse BMA K2300	23
e. Données techniques : K2300.....	24
2. Analyse fonctionnel.....	31
a. Introduction	31

b.	Analyse fonctionnel externe	31
c.	Analyse fonctionnel interne	33
	CHAPITRE III : Problématique et Résolution	34
1.	Problématique :	35
2.	Les méthodes de résolution du problème	35
a.	Introduction :	35
b.	Démarche suivis pour la résolution du problème	35
c.	Le diagramme de Pareto	35
d.	La méthode AMDEC :	36
e.	Diagramme de Pareto	42
f.	Analyse AMDEC	42
3.	Interprétation et résultats du tableau AMDEC:	48
	CHAPITRE IV :Plan de maintenance	50
1.	Introduction	51
a.	Définition du PMP selon la norme NF EN 13306.....	51
b.	Objectifs :	51
c.	Démarche pour l'élaboration d'un plan de maintenance.....	51
	CHAPITRE V : Travail d'amélioration	53
1.	Questionnaire LAVINA.....	54
2.	Résultats :	58
3.	Amélioration 5s	59
	CONCLUSION	60

Figure

Figure 1.1 : Organigramme de Cosumar Sidi bennour	13
Figure 1.2 : Pain de sucre.....	18
Figure 1.3 : Sucre en lingot	19
Figure 1.4 : Sucre granulé	19
Figure 1.5 : Mélasse.....	19
Figure 1.6 : Pellets	19
Figure 2.1 : Dessin de la centrifugeuse BMA k2300	23
Figure 2.2 : Dimension de la centrifugeuse BMA k2300	24
Figure 2.3 Dessin d'ensemble de la centrifugeuse	24
Figure 2.4: Panier Centrifugeuse	25
Figure 2.5 : Logement.....	25
Figure 2.6 : Ressort en caoutchouc	26
Figure 2.7 : Répartiteur de produit.....	27
Figure 2.8: Dispositif tendeur	27
Figure 2.9 : Dispositif tendeur	28
Figure 2.10 : Transmission de mouvement	29
Figure 2.11 : Dispositif de clairçage	29
Figure 2.12 : Dispositif de graissage	30
Figure 2.13 : Diagramme de bête a corne	32
Figure 2.14 : Diagramme de pieuvre	32
Figure 2.15 : Diagramme FAST	33
Figure 3.1 : Démarche AMDEC	37
Figure 3.2 : Historique des pannes de l'année 2021/20222	42
Figure 3.3 : Diagramme Pareto selon la durée de pannes	42
Figure 3.4 : Diagramme Pareto selon la Fréquence de Pannes.....	42
Figure 3.5 : Diagramme de Pareto pour les éléments de la centrifugeuse.....	48

Tableau

Tableau 1.1 : Fiche technique COSUMAR.....	11
Tableau 1.2 : Fiche technique COSUMAR Sidi Bennour	15
Tableau 1.3 : Prix de la betterave selon sa richesse en sucre	15
Tableau 2.1 : Caractéristique dimensionnelle de la centrifugeuse	24
Tableau 2.2 : <i>Nomenclature panier centrifugeuse</i>	25
Tableau 2.3 : Nomenclature logement.....	26
Tableau 2.4 : Nomenclature ressort en caoutchouc.	26
Tableau 2.5 : Nomenclature répartiteur de produit	27
Tableau 2.6 : Nomenclature tendeur	28
Tableau 2.7 : <i>Nomenclature étoupage</i>	28
Tableau 2.8 : <i>Nomenclature transmission de mouvement</i>	29
Tableau 2.9 : <i>Nomenclature dispositif de clairçage</i>	30
Tableau 2.10 : Nomenclature conduite de graissage	30
Tableau 2.11 : <i>Fonctions extraites du diagramme pieuvre</i>	33
Tableau 3.1 : Barème de la valeur de gravité	39
Tableau 3.2 : Barème de la valeur de fréquence	40
Tableau 3.3 : Barème de la valeur de détectabilité.....	40
Tableau 3.4 : Feuille AMDEC de la centrifugeuse BMA k23	47
Tableau 4.1: plan de maintenance de la centrifugeuse	52
Tableau 5.1 : Questionnaire sur l'organisation générale	54
Tableau 5.2 : <i>Questionnaire sur les méthodes de travail</i>	55
Tableau 5.3 : <i>Questionnaire sur le suivi technique des équipements</i>	55
Tableau 5.4: <i>Questionnaire sur la gestion de portefeuille des travaux</i>	56
Tableau 5.5: <i>Questionnaire sur l'organisation matérielle de l'atelier maintenance</i>	56
Tableau 5.6 : <i>Questionnaire sur l'outillage</i>	57
Tableau 5.7 : <i>Questionnaire sur la documentation technique</i>	57
Tableau 5.8 : <i>Questionnaire sur le personnel et formation</i>	58
Tableau 5.9: <i>Synthèse du questionnaire</i>	58

A mes parents qui m'ont toujours soutenu

A mes deux sœurs Meryem et Hanae.

A mon gendre Hicham.

REMERCIEMENTS

Je tiens à remercier profondément pour leur précieux conseils, leur soutien, leur encadrement de qualité et leur patience, MR SEDDOUKI Abbass et MR BA Mohammed, sans lesquels je n'aurais pas achevé le présent travail.

Mes sincères remerciements sont adressés à tous ceux qui tout au long de ces années ont été constamment à mes côtés pour m'encourager.

Des remerciements tout particuliers à tous les professeurs pour leur formation qualifiante.

A toute l'équipe de l'atelier mécanique qui m'ont beaucoup aidé pendant ces deux mois de stage, spécialement Mr. CHAABI, Mr. MIKBAL, Mr. AIT ELHAJ, MR HASSANI, MR ELWAFDI pour leur assistance et leur bien vaillance pour leur conseil et renseignement,

À toutes les personnes que j'ai pu rencontrer au cours de mon stage et qui ont contribué d'une manière ou d'une autre à la réalisation de ce rapport et à mon apprentissage.

INTRODUCTION

Dans le cadre de la LICENCE science et Techniques intitulé Conception et Analyse Mécanique, à la faculté des science et technique de Fès, nous sommes amenés à effectuer un stage dans une entreprise d'une durée de deux mois. Le but de ce stage est de mettre en pratique les connaissances théoriques assimilées durant l'année universitaire et acquérir plus d'expérience sur le terrain.

J'ai commencé ce stage en avril à COSUMAR, c'est une entreprise agroalimentaire du Maroc. Cela m'a permis de passer de la théorie vers l'application et de me projeter dans le monde de l'entreprise. Ainsi, j'ai pu mettre à contribution mes compétences au sein de l'entreprise en accomplissant diverses tâches. La période de stage représente une véritable occasion d'étudier de l'intérieur le fonctionnement d'une entreprise.

Le but de mon stage au sein de cette entreprise plus précisément dans le service maintenance est d'analyser et étudier les défaillances potentielles de l'un des équipements du service cristallisation, qui est la centrifugeuse BMA K2300 par l'application de l'une des méthodes de maintenance préventive : Analyse des Modes de Défaillances, de leurs Effets, et de leurs Criticités (AMDEC), dans le but de réduire ou d'éliminer les points critiques de cet équipement.

Dans mon rapport, je vais présenter dans une première partie l'organisation de l'entreprise, le processus de fabrication du sucre et les différents coproduits qu'elle fabrique, La présentation du cahier de charge de la centrifugeuse BMA K2300 dans une deuxième partie, La problématique et la mise en place du plan de maintenance et en fin une conclusion.

CHAPITRE I : Présentation de l'entreprise et du processus de production



البركة تجمعنا
ΠΘΟΟΚ +ΘΕΩΙ αΗ
Partageons le Progrès
Sharing Progress

1. Présentation du Groupe COSUMAR :

a. Informations générales sur le Groupe COSUMAR :

Le Groupe COSUMAR Créé en 1929, est une des premières entreprises industrielles marocaines de production de sucre blanc. Avec plus de 90 ans d'activité, l'entreprise figure aujourd'hui parmi les acteurs les plus dynamiques opérant dans l'agro-industrie à l'échelle du Royaume. Il entretient une relation avec près de 80.000 agriculteurs et leurs familles dans les périmètres de Doukkala, Gharb, Loukkos, Tadla et Moulouya. COSUMAR fait partie des rares opérateurs sucriers mondiaux à intervenir sur l'ensemble de la chaîne de valeur de la production de sucre :

- Extraction du sucre brut de la betterave ou la canne à sucre.
- Raffinage du sucre brut.
- Conditionnement du sucre.
- Commercialisation et distribution à l'échelle internationale et nationale.

La production annuelle de COSUMAR est de :

- 1.119.000 tonnes de sucre
- 200.000 tonnes de mélasse
- 190.000 tonnes de pulpe

b. Fiche Technique de Cosumar

Dénomination	COSUMAR S.A (Compagnie Sucrière Marocaine de Raffinage)
Statut juridique	société anonyme
Siège social	8 Rue El Mouatamid Ibnou Abbed Roches Noirs, casablanca , MAROC
Date de création	1929
PDG	M. Hicham BELMRAH
Secteur d'activité	agroalimentaire
Branche d'activité	Sucre blanc
Chiffre d'affaire	9 112 MDH
Capital	944 871 430,00
Amont agricole	80 000 agriculteur
Téléphone	05 22 67 83 00
Fax	05 29 02 83 00
EMAIL	contact@cosumar.co.ma
Registre de commerce	Casablanca 30037
Identification fiscale	30701380
CNSS	1928003
Superficie	80ha
Effectifs	1 440 personnes permanents
Site web	www.cosumar.co.ma

Tableau 1.1 : Fiche technique COSUMAR

c. Historique :

1929 : Création par la Société Nouvelle des Raffineries de Sucre de SAINT LOUIS de MARSEILLE du site historique de la raffinerie de Casablanca au quartier Roches Noires.

1967 : COSUMA DEVIENT COSUMAR L'État marocain acquiert 50% du capital de la société

1985 : PRISE DE CONTRÔLE PAR LE GROUPE ONA Le Groupe ONA prend le contrôle du capital de COSUMAR, désormais cotée à la Bourse des Valeurs de Casablanca.

1993 : RENFORCEMENT DE COSUMAR DANS LA RÉGION DE DOUKKALA

COSUMAR absorbe les sucreries des Doukkala (Zemamra et Sidi Bennour), dont il détenait déjà une part significative.

2005 : NAISSANCE DU GROUPE COSUMAR Acquisition des quatre sociétés sucrières publiques ; SUTA, SURAC, SUNABEL et SUCRAFOR.

2006 : DÉMARRAGE DES INVESTISSEMENTS Lancement du projet d'extension de la capacité de traitement de betterave à sucre à 15 000 t betterave à sucre/jour de la sucrerie de Sidi Bennour.

2007 : CRÉATION DE SUCRUNION Filiale spécialisée dans les produits à forte valeur ajoutée.

2009 : MODÈLE D'AGRÉGATEUR La FAO décerne au Groupe COSUMAR la médaille de modèle d'agrégateur.

2012 : COSUMAR PIONNIER DE LA RSE COSUMAR obtient le Label CGEM de la Responsabilité sociale et est distingué Pionnier de la RSE en Afrique par l'Institut RSE.

2013 : ENTRÉE DU GROUPE WILMAR AU CAPITAL SNI cède 27,5 % du capital de COSUMAR au Groupe singapourien WILMAR.

2014 : ENTRÉE D'INSTITUTIONNELS MAROCAINS AU CAPITAL Cession par SNI du contrôle de COSUMAR et entrée au capital d'un consortium d'institutionnels (Axa Assurances, CNIA Saada, RMA Watanya, SCR, Wafa Assurance, MAMDA, MCMA, CDG, CMR, RCAR, Wafa Gestion, CFG).

2015 : NOUVELLE IDENTITÉ VISUELLE :



2016 : INTERNATIONALISATION DU GROUPE COSUMAR annonce le co-investissement dans la raffinerie de sucre Durrah Sugar Refinery en Arabie Saoudite.

2017 : EFFICACITÉ ÉNERGÉTIQUE COSUMAR accroît ses investissements dans les équipements d'efficacité énergétique.

2018 : CAP SUR L'AFRIQUE COSUMAR investit dans une unité de conditionnement du sucre en Guinée Conakry.

2019 : COSUMAR FÊTE SES 90 ANS Nouvelle identité visuelle et nouvelle plateforme de communication institutionnelle.



المرحلة الجديدة
New-look +ECLIPSE
Partageons le Progrès
Sharing Progress

2021 : DÉMARRAGE DE LA RAFFINERIE DE DURRAH Au début du troisième trimestre 2021, la raffinerie de Durrah a commencé son activité et a atteint sa capacité nominale de production au quatrième trimestre de l'année.

d. Organigramme de l'entreprise

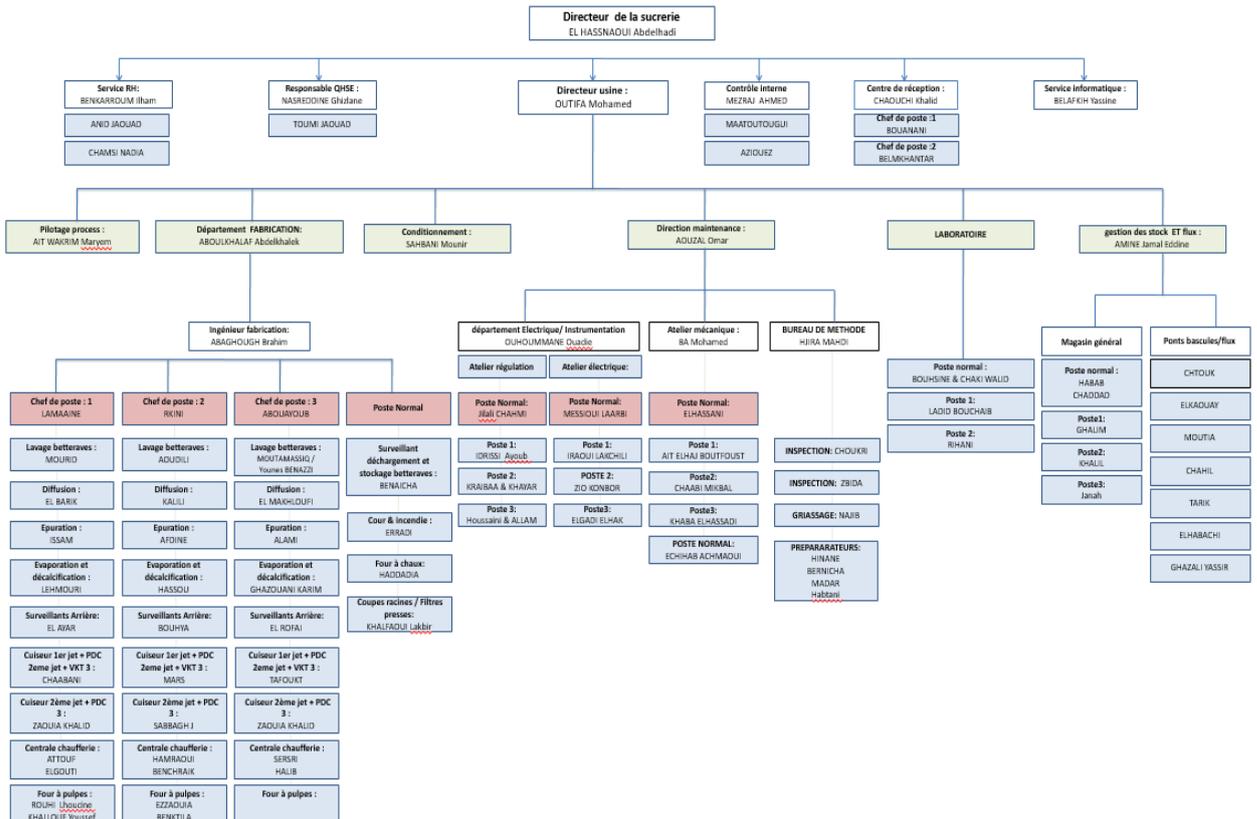


Figure 1.1 : Organigramme de Cosumar Sidi bennour

2. Présentation L'unité de sidi Bennour "Doukkala » : sucrière.

a. Généralité

La sucrerie COSUMAR de **SIDI BENNOUR** est une entreprise spécialisée dans la production du sucre sous diffèrent forme en plus de quelque coproduits du conditionnement et de la distribution. Sa production se basent sur la matière première du sucre qui est la betterave cette entreprise a été créer à 1968. Le site COSUMAR Sidi Bennour se trouve à 3 km au nord

de cette ville, et s'étend sur une superficie de 80 Ha (y compris une exploitation de culture de betterave).

Le travail dans la sucrerie de SIDI BENNOUR se répartie sur deux périodes :

- La campagne : c'est la période où la sucrerie reçoit la betterave des terres agricoles et lance la production du sucre blanc qui se commercialise pendant toute l'année et qui s'étale sur 3 mois du mois d'avril au mois d'août.
- L'inter-campagne durant cette période, le personnel de l'usine fait l'entretien de toutes les machines pour les préparer à la campagne

b. Historique de la sucrerie Sidi Bennour :

Construite par les Français le 14 juillet 1968 sous la nomination 'société anonyme de la sucrerie des DOUKKALA', cette dernière a démarré le 11 mai 1970 avec une capacité de traitement de 2000 à 2400 tonnes / jour.

1968 : Constitution sous la dénomination « Société Anonyme de la Sucrerie des Doukkala » de la sucrerie de Sidi Bennour.

1970 : Démarrage de la sucrerie avec une capacité nominale entre 2 000 et 2 400 tonnes betteraves /j et production de 17 300 tonnes de sucre brut.

1976 : Extension de la sucrerie à 4 500 tonnes betteraves/j.

1986 : Entrée de la sucrerie dans le groupe ONA.

1992 : Extension de la sucrerie à 6 000 tonnes betteraves/j.

1993 : Fusion absorption des sucreries des Doukkala par COSUMAR.

2000 : Mise en place de la démarche qualité.

2002 : Production du sucre blanc à partir de la betterave.

2003 : Certification des sucreries des Doukkala ISO 9001 figure 6 : vue à l'intérieur de l'usine Version 2000.

2006 : Extension de la sucrerie des Doukkala à 15 000 tonnes betteraves/j.

2008 : Certification du SMI QSE de la sucrerie. 2.3 - Fiche d'identité de l

c. Fiche d'identité de l'entreprise d'accueil COSUMAR Sidi Bennour :

Dénomination	COSUMAR Sucrerie de DOUKKALA
Adresse	BP 150 Sidi Bennour
Téléphone	05 23 34 90 31 05 23 34 91 32
Fax	05 23 34 95 55
Registre de commerce	Casablanca 30037
Patente	30701380
CNSS	1928003
TVA	616051 14
Président Directeur Général	BELMRAH HICHAM
Directeur Général Délégué	HASSAN MOUNIR
Directeur Sucrerie	ABDELHADI HASNAOUI
Directeur usine	MOHAMED OUTIFA
Activités	Extraction du sucre blanc à partir de la betterave.

Tableau 1.2 : Fiche technique COSUMAR Sidi Bennour

3. Processus de préparation des betteraves

a. Réception des betteraves :

A l'entrée de l'usine, les betteraves sucrières sont reçues par la sucrerie à travers des camions elles sont pesées puis dirigées vers le centre de réception. L'approvisionnement de l'usine en betterave est assuré de 6h du matin à 22h par le centre de réception, puis un échantillon est prélevé par camion à l'aide d'une sonde qui a une capacité de 50kg pour être lavée, épierrée, puis les racines et les feuilles restantes sont enlevées manuellement par des ouvriers. La betterave est repesée pour obtenir ensuite le poids net des betteraves puis transformées en râpure à l'aide de la râpe dans le but de déterminer la richesse en sucre de la betterave

Les agriculteurs sont payés en fonction du poids net et du pouvoir sucrant de la betterave selon le barème suivant :

Richesse	13	13.2	13.4	13.6	15	16	17	18	19	20	21	24
Prix au tonne	355	361	365	374	421	454	490	519	552	618	618	717

Tableau 1.3 : Prix de la betterave selon sa richesse en sucre

Une partie de la betterave passe par le point fixe directement vers l'usine, autre partie est stocké dans des silo appelé silo polaire et silo rectangulaire. En constituant une réserve de 24 h de fonctionnement pour la sucrerie.

b. Préparation mécanique de la betterave :

Le transport de la betterave dans l'usine est assuré par voie hydraulique, la betterave est entraînée depuis les silo vers l'usine par des jets d'eau puissants dans des caniveaux. L'alimentation en eau est assurée par des lances automatiques montées sur poutre mobiles ou par des lances à commande manuelle. L'eau utilisé et une eau qui contient de la boue elle est utilisé dans le but d'augmenté la densité de l'eau pour qu'il surpasse celle de la betterave et le transport vers des pompes a betterave.

Les pompe à betterave transportent la betterave vers un désherber (pour enlever l'herbe en suspension dans la betterave) puis vers deux épierreurs pour se débarrasser des pierres et puis vers des installations de désherbage une nouvelle fois pour s'assurer qu'il ne reste plus d'herbe sur la betterave. Ensuite, la betterave passe vers un tambour séparateur où l'eau contenant l'herbe est séparée de la betterave. À l'aide d'une bande transporteuse, la betterave est transférée vers le laveur finisseur où elle est lavée à l'aide de jets d'eau sous pression et l'eau revient vers les décanteurs (d'une capacité de 1000m^3 et de 500m^3) qui ont pour rôle de séparer la boue de l'eau pour le réutiliser une autre fois dans le transport et lavage de la betterave. Les betteraves lavées sont acheminées par bande transporteuse alimentant trois coupe-racines qui assurent le découpage de la betterave en fines lamelles obtenant ce qui est appelé cossette de betterave.

c. Extraction du sucre des cossettes(diffusion)

Les cossettes sortant des coupe-racines sont transportées à l'aide d'une bande vers un grand tambour appelé diffusion continue où se fait l'extraction par lessivage et par osmose du sucre contenu dans les cossettes. Le courant d'eau qui traverse le tambour de diffusion est en contact permanent avec la betterave découpée, se charge de tout le sucre des cossettes. La cossette épuisée (pulpe humide) est évacuée à la sortie des diffusions vers les presses via une bande transporteuse pour les débarrasser du maximum d'eau. La pulpe pressée est évacuée vers une bande qui la transporte vers la vis de répartition de la pulpe vers deux fours sécheurs.

d. Epuration

Cette opération consistant à enlever les non sucres associés au jus de cossette elle consiste en un traitement de chaux qui précipite un certain nombre d'impuretés. L'utilisation de la chaux est ciblée à cause de son coût et la facilité d'élimination des impuretés. Certaines de ces impuretés elles entravent la cristallisation. On obtient à la fin le jus de cossette avec un brix de 16% un ph de 6.1 et 91% de pureté ce jus est stocké dans le bac à jus clair.

e. Evaporation

L'évaporation est la phase de fabrication qui suit immédiatement l'épuration à pour but d'augmenter le Brix du jus par évaporation de la plus grande partie d'eau qu'il contient. Le jus est transporté du bac à jus clair vers la décartification où il entre en contact avec de la résine pour se débarrasser du reste des impuretés dans le jus. La pureté est alors augmentée à environ 93% qui est la pureté ciblée. Ensuite, le jus passe par un échangeur qui a pour but d'augmenter la température du jus de 90°C vers 120°C où le transfert de chaleur se fait par convection à l'aide de la vapeur d'eau de l'échangeur. Le jus passe vers le 4ème effet, composé d'une calandre et des faisceaux. Le jus passe dans la calandre, partie inférieure du 4ème effet, est transporté du bac vers la tête des faisceaux en descendant vers la calandre où une vapeur surchauffée entre en contact avec les faisceaux pour évaporer l'eau dans le jus descendant dans ces derniers.

f. La cristallisation

La cristallisation est une opération qui a pour but de séparer les impuretés contenues dans le sirop. Cette opération est réalisée à l'issue de l'épuration puisqu'elle permet d'extraire le sucre solide à partir du sirop en extractant le sucre sous forme de cristaux alors que les impuretés restent concentrées dans le liquide pour donner en final une solution résiduelle épuisée : la mélasse.

Dans cette étape une force centrifuge développée par les turbines sépare les cristaux, en les retenant dans un panier perforé, des restes d'eau sucrée appelées "eau-mère". Les cristaux de sucre restent dans le tamis, tandis que les eaux mères s'en échappent. Les "eaux-mères" ou égouts composés d'eau, de sucre et de quelques impuretés contenant du sucre. Elles sont soumises à une nouvelle cuisson dans le pied de cuite, avec formation de cristaux et à un nouvel essorage.

g. Séchage

Les cristaux, parfaitement purs et blancs, sont dirigés vers le séchage. Le sucre est séché par l'air chaud dans des cylindres séchoirs rotatifs, puis refroidi afin d'atteindre une teneur en eau comprise entre 0.03 et 0.06%. La qualité de l'air requise pour le séchage doit être comme suivante : sec, chaud et filtré.

h. Conditionnement

Pain de sucre : le sucre est repris du silo par des bandes transporteuses vers un réservoir où il est mélangé avec l'eau de chaux (eau + chaux) pour constituer le sirop dont la température est 80°C, Brix=75.5 et PH=10. Un taux de 2% de ce dernier est mélangé avec une quantité de sucre déjà pesée pour former un mélange qui sera pré-compressé, dosé, moulé et séché dans le four à micro-ondes. Par la suite, les pains de sucre obtenus passent par plusieurs étapes :

1. La maturation
2. L'habillage
3. L'ensachage

Avant d'être transférés vers la plate-forme où ils sont stockés.

Sucre granulé : le sucre, directement repris du silo, est transféré par les bandes transporteuses pour remplir les trémies. Le sucre est ensuite ensaché dans des sachets de 2 kg ou bien dans des sacs de 50 kg.

4. Les produits fabriqués

a. Produit :

COSUMAR Sidi Bennour propose différents produits de sucre qui sont les suivants :

Le pain de sucre associé à des moments forts de la vie du marocain, le pain de sucre est servi lors de la cérémonie traditionnelle du thé mais également donné comme offrandes lors d'évènements comme le pèlerinage, les mariages et les naissances. Longtemps, cette forme s'est confondue avec le sucre.



Figure 1.2 : Pain de sucre

Le sucre en lingot Il est commercialisé en boîte de 1 kg et en fardeaux de 5 kg.



Figure 1.3 : Sucre en lingot



Sucre granulé : Forme utilisée par les industriels comme par les ménages, est commercialisé en sachet de 1 kg et 2 kg regroupé par 6, 12 ou 15 et sac de 50 kg

Figure 1.4 : Sucre granulé

b. Les coproduits



Figure 1.5 : Mélasse

La mélasse est le résidu de la fabrication du sucre à partir de la betterave

C'est le dernier sous-produit issu du raffinage du sucre brut qu'est sous forme de sirop très épais et très visqueux. Incristallisable Elle est utilisée comme substrat pour la fabrication des levures alimentaire.

Après extraction du jus de cossette, la pulpe déshydratée de la betterave est pressé sous forme de pellets elle est utilisée comme matière première pour l'alimentation animale et du bétail en particulier



Figure 1.6 : Pellets

CHAPITRE II : Présentation du cahier de charge

Introduction

L'atelier mécanique est chargé de la maintenance des équipements dans l'usine. Il assiste des travaux de réalisation des projets. Les missions de cet atelier se résument selon trois grands objectifs :

- Faire en sorte que l'équipement en panne redémarre aussi vite que possible.
- Eviter l'apparition des pannes ou des dysfonctionnements.
- Améliorer le rendement des équipements industriels en participant à la modification des matériels et à l'amélioration des méthodes de maintenance : Participer à l'installation et à la mise en route des équipements industriels.

1. La centrifugation

a. Définition :

La centrifugation encore appelée décantation centrifuge est un procédé de séparation des composés d'un mélange en fonction de leur différence de densité en les soumettant à une force centrifuge. Le mélange à séparer peut être constitué soit de deux phases liquides, soit de particules solides en suspension dans un fluide comme pour notre cas. L'appareil utilisé est une machine tournante à grande vitesse appelée centrifugeuse.

Un des principaux appareils qui sert à la centrifugation est la centrifugeuse. Cet appareil est destiné à imprimer une accélération, grâce à un mouvement de rotation. Elle permet notamment d'accélérer la décantation de mélanges liquides ou colloïdaux. Sous l'effet de la rotation, une accélération, ou force centrifuge, est appliquée au contenu

Plusieurs particules ou cellules dans une suspension liquide vont, avec le temps, se déposer dans le fond d'un récipient à cause de la gravité ($1 \times g$). Or, le temps requis pour que s'effectue de telles séparations est trop long. D'autres particules, de très petite taille, ne se sépareront pas du tout de la solution à moins d'être soumises à une force centrifuge élevée. Lorsqu'une suspension est tournée à une certaine vitesse ou tours par minute (Tr/min), la force centrifuge oblige les particules à s'écarter radialement de l'axe de rotation. La force appliquée aux particules (par comparaison à la gravité) s'appelle la force centrifuge relative (FCR). Par exemple, une FCR de $500 \times g$ signifie que la force centrifuge appliquée est 500 fois plus importante que la force gravitationnelle terrestre. Le tableau 1 présente différentes catégories de centrifugeuses et quelques applications courantes.

b. Les paramètres de la centrifugation

- Principaux paramètres concernant le produit :
 - Différence de densité particules-fluides à séparer ;
 - Taille des particules ;
 - Viscosité ;

Certaines techniques peuvent être employées pour modifier les caractéristiques du produit (réchauffage, utilisation d'agents flocculant, d'agents mouillants...)

- Principaux paramètres concernant la machine :
 - Force appliquée (vitesse, diamètre du bol...)
 - Surface de la séparation (nombre d'assiettes, diamètre du bol...)

Les centrifugeuses sont utilisées dans beaucoup de domaines : agro-alimentaire, biotechnologie, industrie pharmaceutiques, industries chimiques, pétrolière, traitements des eaux...

Nous nous concentrerons sur les applications alimentaires.

On peut avoir 3 objectifs différents :

- Clarifier un liquide trouble (suspension) comme l'épuration des eaux usées ou la clarification des boissons.
- Séparer les phases légères (huile) et lourdes (eau) d'une émulsion. C'est le cas de l'écémage du lait.
- Concentrer ou épaissir la phase solide d'une suspension (même principe que la clarification sauf qu'on récupère la phase solide). C'est le cas de la fabrication de pâte fraîche en fromagerie (carré frais) ou de la levurière.
-

c. La centrifugeuse BMA K2300

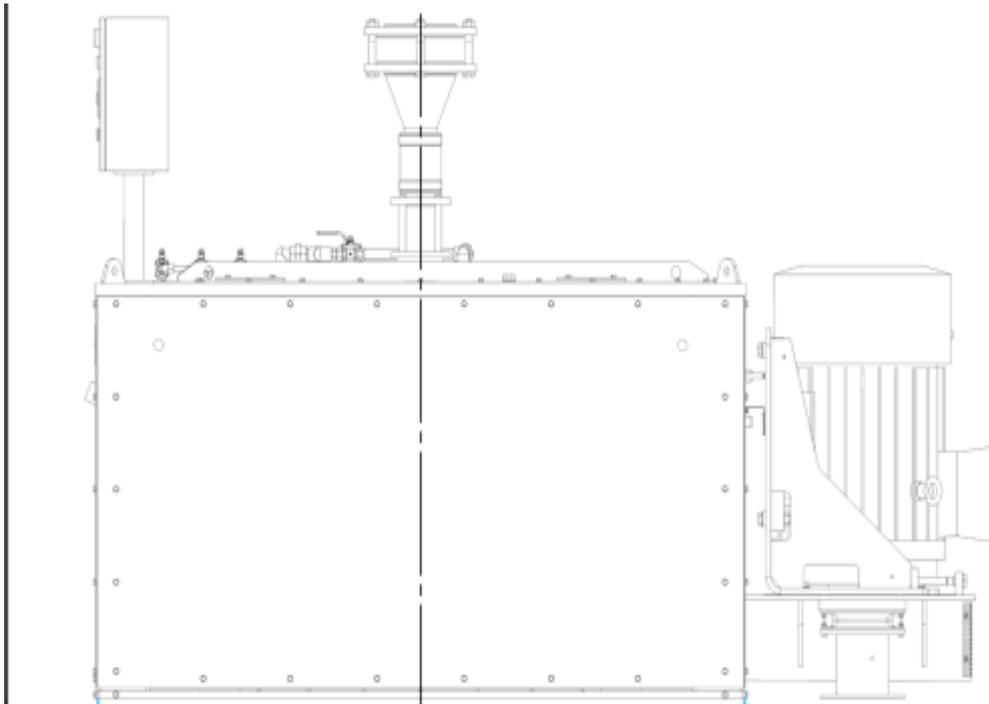


Figure 2.1 : Dessin de la centrifugeuse BMA k2300

Les centrifugeuses continues BMA K2300 s'utilisent dans l'industrie sucrière de canne et de betteraves ainsi que dans les raffineries de sucre partout où le sucre essoré est acheminé vers son traitement ultérieur à l'état sec, dissous ou empâté. La dissolution ou l'empattage peut se faire à l'intérieur de la centrifugeuse.

d. Fonctionnement de la centrifugeuse BMA K2300

Mode de fonctionnement de la centrifugeuse K2300 :

La masse cuite, l'eau et la vapeur sont alimentées en continu dans le répartiteur de produit via le dispositif d'alimentation se constituant de la vanne de masse cuite électropneumatique réglée en continu en fonction du courant du moteur, de l'élément conique, du compensateur, du verre de regard et du tuyau d'alimentation. Dans le pot de répartition du répartiteur de produit, les matières sont intensément mélangées, homogènement réparties et soumises à une accélération. La masse cuite ainsi préparée est ensuite acheminée de la cloche de répartition au premier étage de séparation du panier où l'égout se sépare déjà pour une grande part des cristaux. De là, les cristaux glissent doucement sur le tamis du deuxième étage de panier. La force centrifuge ne cesse de croître à mesure que le diamètre s'élargit et le restant de l'eau mère se sépare des cristaux de sucre qui sont retenus sur le tamis. Le lavage des cristaux est assuré par de l'eau arrivant via le dispositif de clairçage. L'arrivée séparée de l'eau de clairçage au premier étage de séparation et à l'étage supérieur permet de réduire la freinte et d'améliorer net-

tement la qualité du sucre. Sous l'effet de la force centrifuge, les cristaux de sucre lavés débordent du panier et se déversent dans la chambre à sucre. De la chambre à sucre, le sucre tombe en continu dans l'élément transporteur installé sous la centrifugeuse ou bien il est dissous ou empâté au sein de la centrifugeuse pour être envoyé via des tuyaux vers son traitement ultérieur.

e. Données techniques : K2300

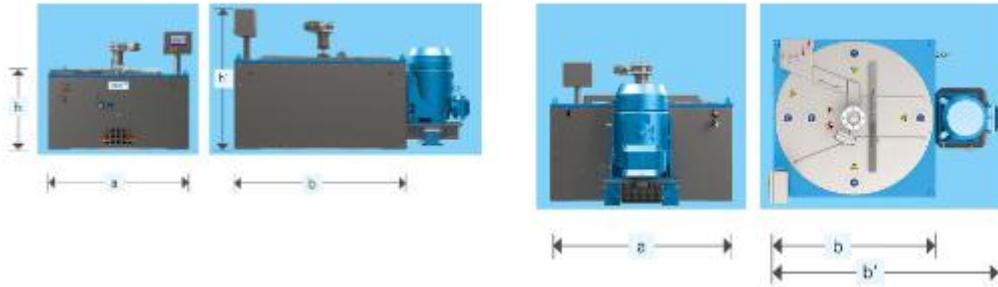


Figure 2.2 : Dimension de la centrifugeuse BMA k2300

Diamètre supérieur du panier	1300 mm
Largeur	1990 mm
Profondeur/ avec le moteur	1990 / 2800 mm
Hauteur	1030 mm
Poids	3400 kg

Tableau 2.1 : Caractéristique dimensionnelle de la centrifugeuse

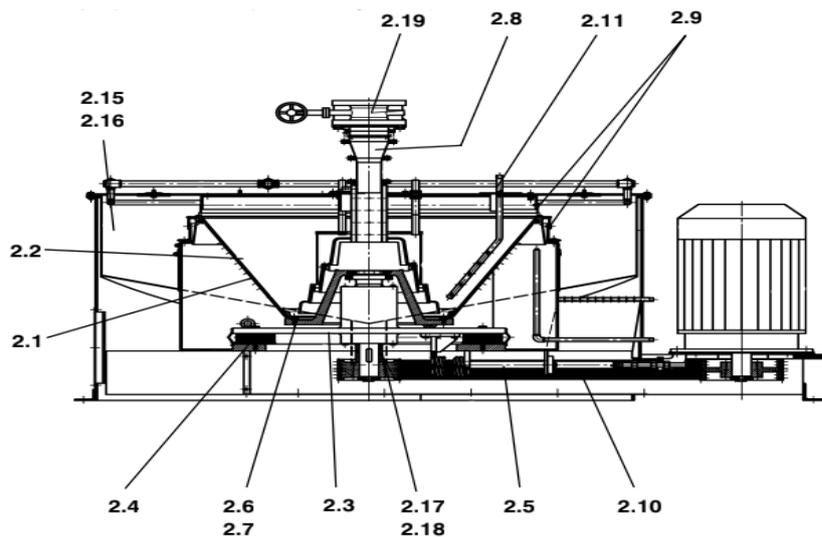
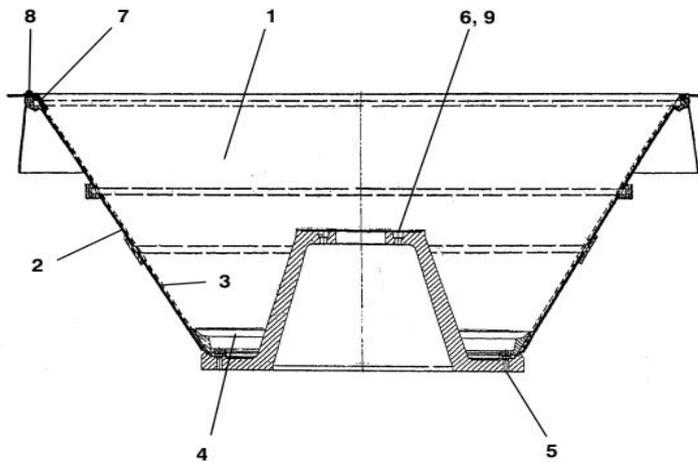


Figure 2.3 Dessin d'ensemble de la centrifugeuse

Nomenclature :

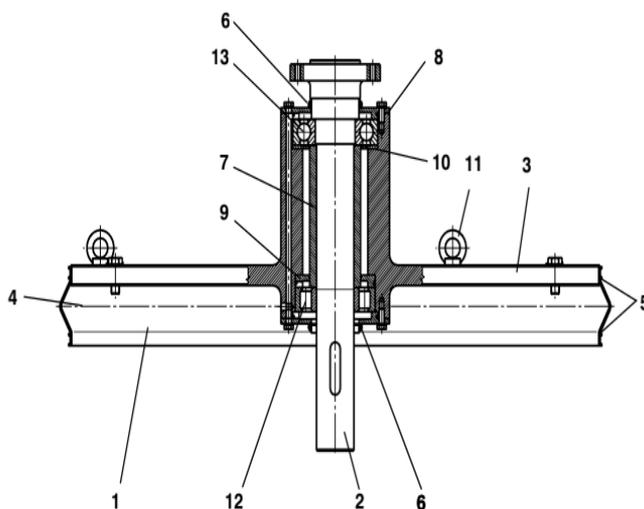


Est l'ensemble qui a pour but de tamiser les cristaux du sucre

Figure 2.4: Panier Centrifugeuse

Rep.	Quantité	Désignation
1	1	Panier, complet
2	1	Corps de panier
3	1	Tamis de soutien
4	1	Bague de serrage
5	18	Vis cylindrique
6	4	Goujon fileté
7	6	Agrafe tamis
8	6	Vis cylindrique
9	8	Vis cylindrique

Tableau 2.2 : Nomenclature panier centrifugeuse

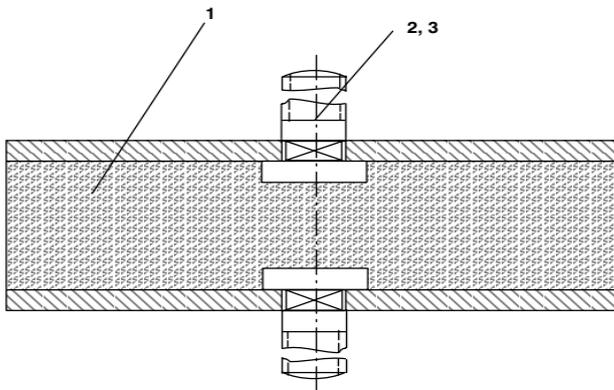


Le logement est l'ensemble responsable de transmission de rotation et d'amortissement

Figure 2.5 : Logement

Rep.	Quantité	Désignation
1	1	Logement , complet
2	1	Arbre
3	1	Carter de logement
4	1	Garniture
5	4	Collier de serrage
6	2	Anneau en V
7	1	Douille
8	2	Anneau
9	1	Anneau
10	1	Anneau
11	3	Anneau a vis
12	1	Roulement à rouleaux cylindriques
13	1	Roulement rainuré à billes
14	1	Arcanol TEMP 90

Tableau 2.3 : Nomenclature logement

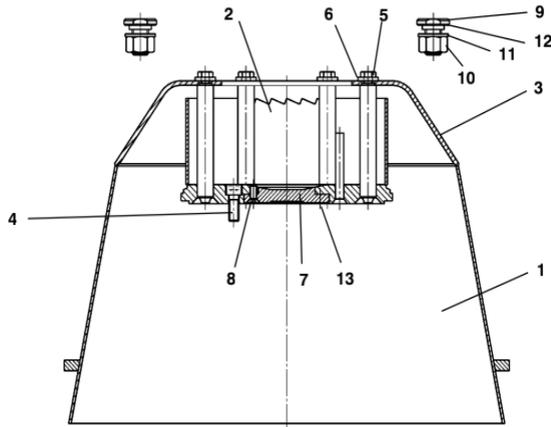


Les silenbloc ont pour rôle d'amortir les vibration

Figure 2.6 : Ressort en caoutchouc

Rep.	Quantité	Désignation
1	1	Jeu de ressorts en caoutchouc
2	8	Ecrous hexagonaux
3	8	Rondelle de sécurité

Tableau 2.4 : Nomenclature ressort en caoutchouc.

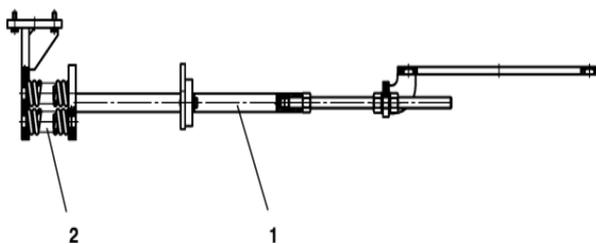


Le répartiteur de produit a pour but de répartir la masse cuite uniformément dans le panier

Figure 2.7 : Répartiteur de produit

Rep.	Quantité	Désignation
1	1	Répartiteur de produit, complet
2	1	Répartiteur
3	1	Cloche répartitrice
4	4	Vis cylindrique M12x30
5	6	Vis hexagonale M10x25
6	6	Rondelle
7	1	Tôle ronde
8	3	Vis à tête fraisée M8x20
9	3	Vis hexagonale M20x40
10	3	Ecrous hexagonaux M20
11	6	Rondelle $\varnothing 20$
12	3	Joint
13	2	Goujon fileté M16x20

Tableau 2.5 : Nomenclature répartiteur de produit

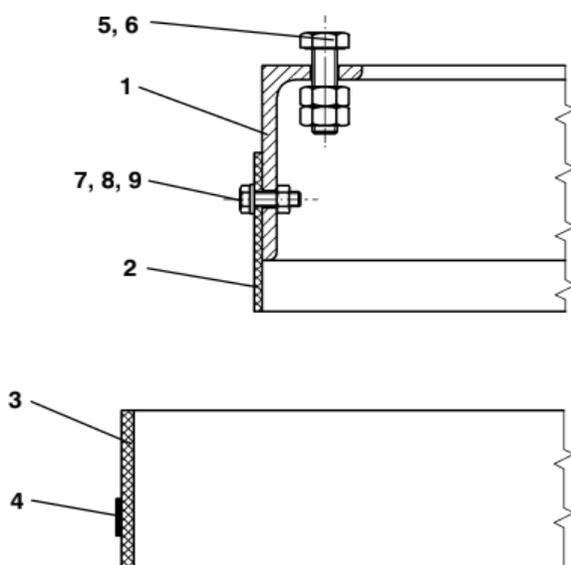


Le dispositif tendeur a pour but de tendre les courroies

Figure 2.8: Dispositif tendeur

Rep.	Quantité	Désignation
1	1	Dispositif tendeur, complet
2	3	Ressort à pression

Tableau 2.6 : Nomenclature tendeur

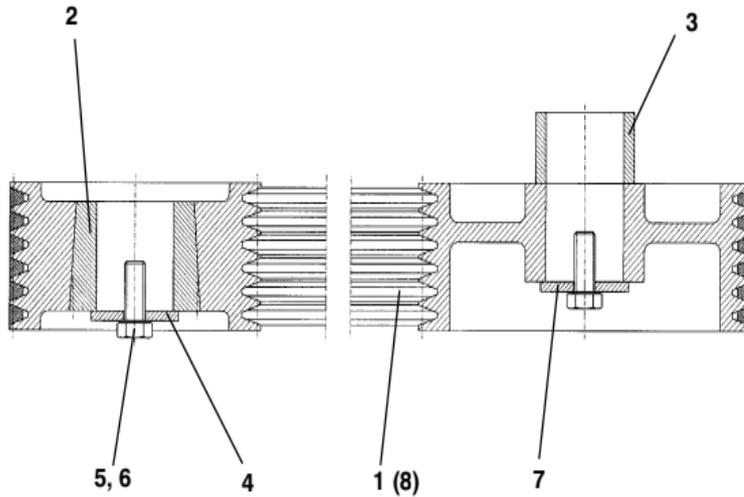


L'étoupage il assure l'étanchéité entre les égouts et les cristaux de sucre

Figure 2.9 : Dispositif tendeur

Rep.	Quantité	Désignation
1	1	Etoupage, complet
2	1	Caoutchouc plat
3	1	Caoutchouc plat
4	2	Collier de serrage 1720
	1	Collier de serrage 1120
5	14	Vis hexagonale M10x35
6	28	Ecrous hexagonaux M10
7	36	Vis hexagonale M6x20
8	36	Rondelle $\phi 6$
9	36	9Ecrous hexagonaux M6

Tableau 2.7 : Nomenclature étoupage

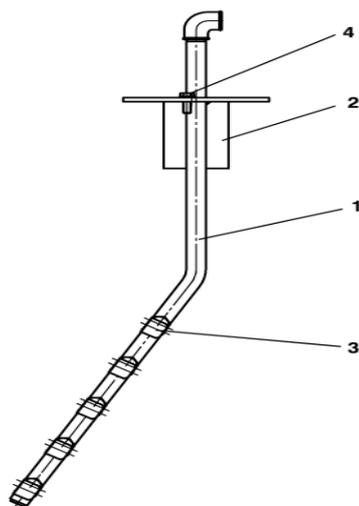


Transmission du mouvement du moteur vers le panier

Figure 2.10 : Transmission de mouvement

Rep.	Quantité	Désignation
1	6	Courroie trapézoïdale SPB
2	1	Douille
3	1	Bague d'écartement
4	1	Rondelle $\varnothing 85 \times 8$
5	1	Vis hexagonale M20x60
6	1	Rondelle de sécurité
7	1	Ci clip
8	2	Courroies en faisceau SPB

Tableau 2.8 : Nomenclature *transmission de mouvement*

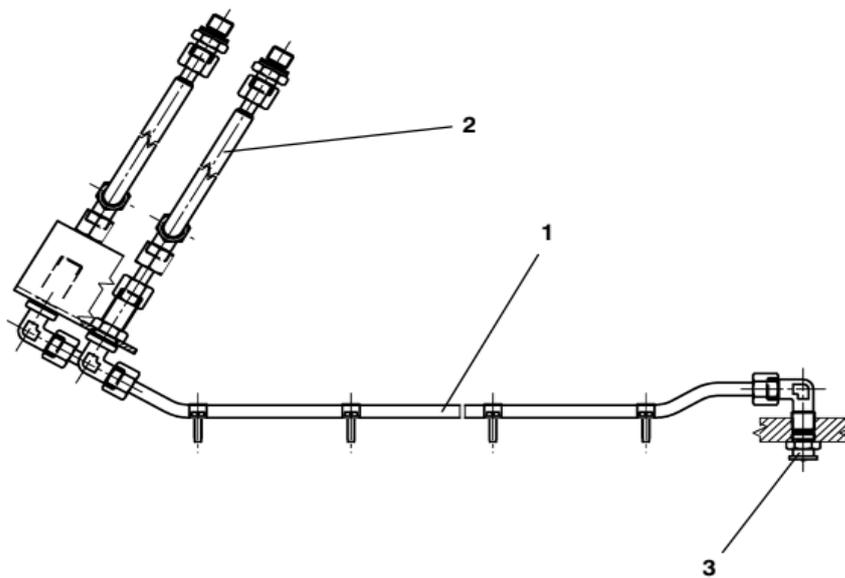


La rampe de clairçage elle a pour but d'aider à l'évacuation le reste du sirop dans le tamis

Figure 2.11 : Dispositif de clairçage

Rep.	Quantité	Désignation
1	1	Rampe de clairçage à l'eau
2	1	Porteur buses
3	5	Buse excentrique
4	4	Vis hexagonale M10x25

Tableau 2.9 : Nomenclature dispositif de clairçage



La conduite de graissage elle assure le graissage automatique des roulements

Figure 2.12 : Dispositif de graissage

Rep.	Quantité	Désignation
1	1	Conduite de graissage, complet
2	2	Flexible $\varnothing 6 \times 300$ Caoutchouc
3	2	Graisseur plat

Tableau 2.10 : Nomenclature conduite de graissage

2. Analyse fonctionnel

a. Introduction

Il s'agit d'identifier les fonctions remplies par le système et les solutions technologiques qui réalisent ces fonctions. L'importance de l'AF réside dans le fait qu'un dysfonctionnement ou une défaillance est le résultat d'une absence de fonction ou sa dégradation. La décomposition fonctionnelle peut être exhaustive ou limitée selon les besoins de l'étude et les objectifs fixés. L'analyse fonctionnelle se fait selon deux niveaux principaux :

- L'analyse fonctionnelle externe déterminant les fonctions de service (principales et de contrainte) liant le système à ses différents milieux externes.
- L'analyse fonctionnelle interne définissant, grâce à un bloc diagramme fonctionnel, les fonctions techniques permettant la réalisation des fonctions principales et de contrainte déterminées dans l'analyse fonctionnelle externe.

b. Analyse fonctionnel externe

La méthode de l'Analyse Fonctionnelle APTE consiste à :

1. Inventorier tous les milieux extérieurs du système à étudier.
2. Déterminer les fonctions principales liant deux milieux
3. Extérieurs voire plus via le système.
4. Identifier les fonctions de contrainte liant le système à
5. Chacun de ses milieux extérieurs.

Construire le diagramme fonctionnel du système montrant comment les fonctions principales et de contrainte sont réalisées en interne par le système grâce à des fonctions dites techniques ou de conception.

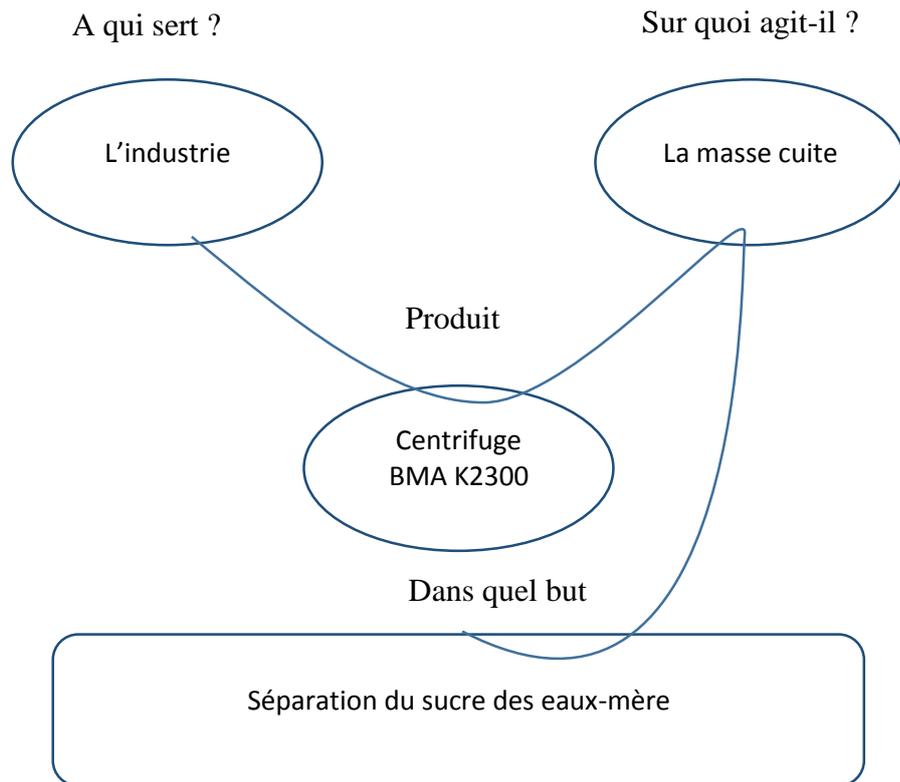


Figure 2.13 : Diagramme de bête a corne

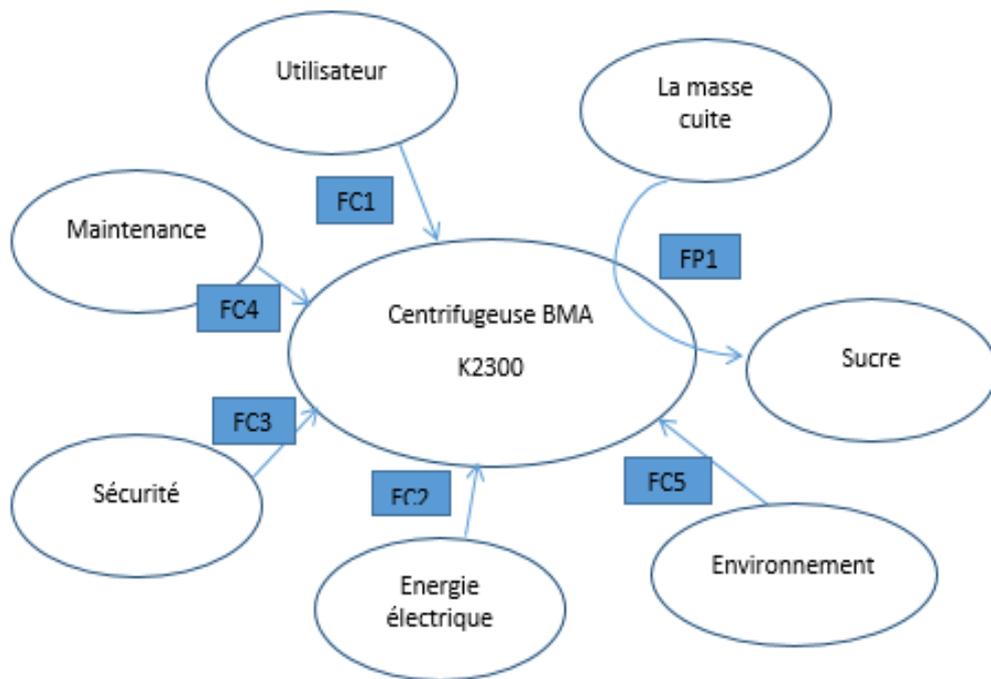


Figure 2.14 : Diagramme de pieuvre

Fonction	Type	Description
Fp1	Principale	Séparer le sucre de l'eau dans la masse cuite.
Fc1	Contrainte	S'adapter au ouvrier et au personnel.
Fc2	Contrainte	S'adapter à l'énergie électrique
Fc3	Contrainte	Respecter les normes de sécurité.
Fc4	Contrainte	La maintenabilité de la machine et l'attitude a pouvoir être réparable
Fc5	Contrainte	respecter l'environnement.

Tableau 2.11 : Fonctions extraites du diagramme pieuvre

c. Analyse fonctionnel interne

Voici ci-dessus le diagramme FAST montrant les solutions techniques pour les fonctions de la centrifugeuse

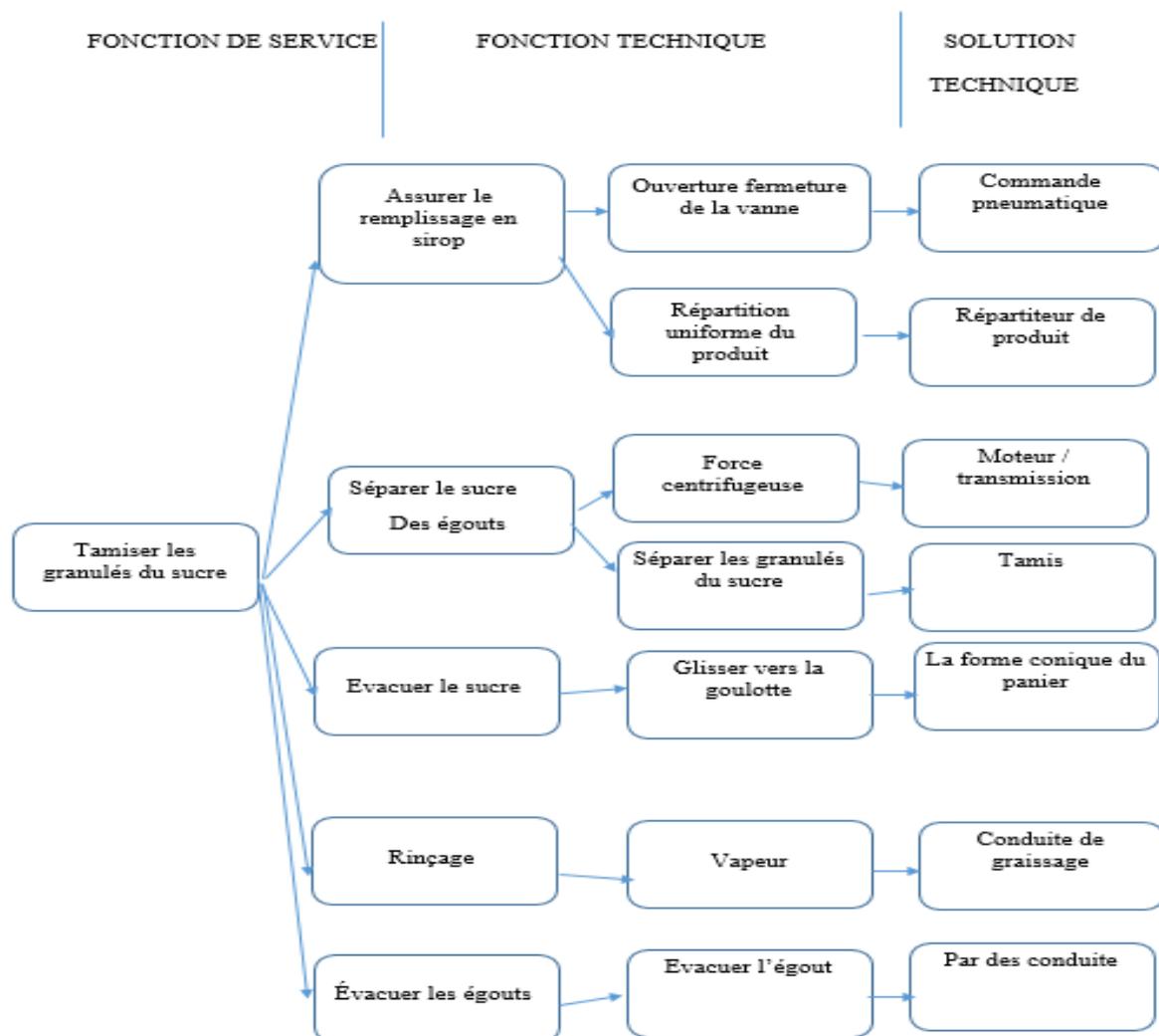


Figure 2.15 : Diagramme FAST

CHAPITRE III : Problématique et Résolution

1. Problématique :

Au sein de l'usine COSUMAR Sidi Bennour, La compagne ne dure que 3 mois donc la fiabilité des équipements joue un rôle délicat toutes arrêts ou panne dans un équipement peut agir directement sur la productivité, et afin de déterminer les équipements les plus critique, nous avons fait une étude avec l'équipe de travail à partir de l'historique des pannes de l'année précédente. Notre but de cette étude est d'améliorer le temps de disponibilité des équipements les plus critique tout en mettant la main sur la source et la cause d'anomalie et en essayant de trouver une solution réelle et faisable.

2. Les méthodes de résolution du problème

a. Introduction :

Dans La section Cristallisation du sucre a COSUMAR Sidi Bennour, La maintenance est d'une grande importance car elle assure la continuité de la production du sucre au sein de l'entreprise et permet de prévenir ou corriger les défaillances impliquant les arrêts de la production ou impact sur le bon déroulement de cette dernière. C'est pour cela qu'il s'est avéré nécessaire d'auditer constamment la fonction maintenance afin de mettre en exergue ses points forts, ainsi que ses points faibles.

b. Démarche suivis pour la résolution du problème

- Analyse des défaillances les plus critique à l'aide du diagramme Pareto
- Analyse AMDEC pour la détermination de cause et effet des défaillances et de leur criticité
- Elaboration d'un plan de maintenance pour l'équipement concerné

c. Le diagramme de Pareto

Le diagramme de Pareto est un outil relativement simple pour faire un classement de plusieurs phénomènes par ordre d'importance. Il s'agit d'un histogramme, mettant en forme les plus grandes colonnes à gauche, avec une décroissance qui se forme vers la droite. A ceci s'ajoute une ligne de cumul qui précise l'importance relative de chacune des colonnes.

Les diagrammes de Pareto profitent d'une certaine popularité car beaucoup de phénomènes s'accordent avec la loi de Pareto, aussi appelée loi de 80/20. Mais aussi car si on constate que 20 % des causes produisent 80 % des effets, on se retrouve à admettre qu'il est simplement

suffisant de travailler les 20 % en priorité pour avoir une influence directe sur les performances de ce phénomène. Sur ce point, le diagramme de Pareto est donc un outil considérable dans la cadre d'une prise de décision.

Dans un contexte industriel, les points de développement et d'amélioration sont presque infinis. En effet, on est presque en mesure d'améliorer sans limite tout et son contraire. Par contre, l'enjeu se situe dans le fait qu'il ne faut pas perdre de vue le fait que chaque amélioration nécessite un budget, et que par conséquent, une contrepartie apparaît. Et cette contrepartie n'est autre que la création de valeur ajoutée, ou une optimisation des efforts afin d'éviter le gaspillage.

Le diagramme de Pareto est utilisé dans des situations nombreuses et variées telles que :

- L'aide à la prise de décision et à l'identification des priorités ;
- Le classement des articles à stocker, tout en définissant leur gestion (on s'aperçoit assez souvent qu'uniquement 20 % de l'offre est responsable de 80 % du chiffre d'affaires) ;
- La réalisation de suivi de qualité car ici aussi, on se rend vite compte que 20 % des causes sont à l'origine de 80 % des défauts (c'est notamment valable dans des campagnes de prospection téléphonique par exemple);
- L'analyse d'un processus entier, car dans ce cas également seul 20 % des opérations menées créent 80 % de la valeur ajoutée.

d. La méthode AMDEC :

Définition :

Analyse des Modes de Défaillance, de leurs Effets et de leur Criticité (AMDEC) est un outil de sûreté de fonctionnement (sdf) et de gestion de la qualité.

C'est une analyse consistant à identifier de façon inductive et systématique toutes les défaillances d'un système avérées ou potentielles, à en déterminer les causes, les effets et les actions qu'il convient de mettre en œuvre pour supprimer ces défaillances ou en réduire les effets. C'est une méthode essentiellement préventive.

L'AMDEC permet de faire évoluer l'état d'esprit et la façon d'appréhender les problèmes de qualité-fiabilité, en imposant la rigueur de l'analyse et en montrant qu'il est possible d'intervenir très tôt sur la fiabilité, la maintenabilité et la sécurité du système, lorsque des me-

sures correctives (amélioratives) sont encore possibles, et sans attendre les résultats d'essais ultérieurs.

Les types de l'AMDEC

AMDEC Fonctionnelle : Analyse des défaillances et de ses causes à l'étape de la conception

AMDEC Produit Analyse les demandes des clients en termes de fiabilité.

AMDEC Procès Analyse des risques liés aux défaillances d'un produit.

AMDEC Moyen de Production Analyse les risques liés aux défaillances de la chaîne de production.

AMDEC Flux Analyses les risques liés à l'approvisionnement, le temps de réaction et de correction et leurs coûts

Démarche AMDEC :

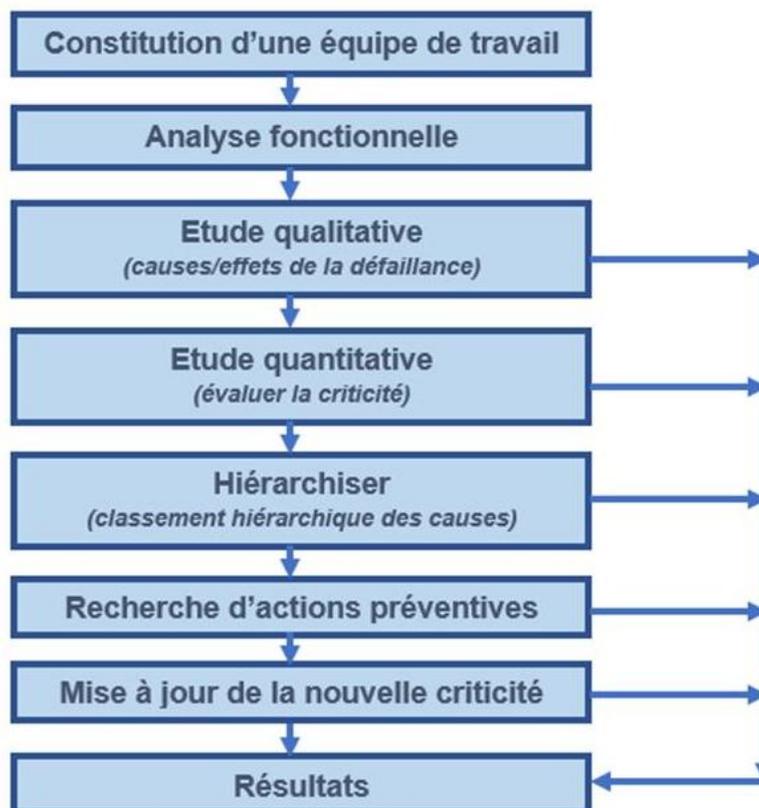


Figure 3.1 : Démarche AMDEC

Avantages de l'AMDEC

L'AMDEC présente de nombre avantages :

- Les points critiques du processus sont mis en évidence
- Les fabricants obtiennent des informations qui leur permettent d'adapter les futurs processus
- L'évolution des processus est maîtrisée
- Les corrections précoces apportées par l'AMDEC réduisent le temps de développement et les coûts inutiles, tout en améliorant la qualité du processus et du produit fini

Si on ne peut pas éliminer une défaillance la diminution de son impact est en revanche un objectif atteignable

L'AMDEC hiérarchise les défaillances et les plans d'action en fonction de trois paramètres :

- Quelle est la gravité de la défaillance ?
- Quelle est la probabilité que cette défaillance se produit ?
- Quelle est la probabilité de dicter le problème ?

Les inconvénients de l'AMDEC :

- Coût de l'application est élevée parfois.
- Difficile de prendre en compte la combinaison de plusieurs défaillances.
- Animation difficile dû au regroupement des responsables des secteurs qui ont souvent du mal à respecter les séances de travail.
- Un Brainstorming est nécessaire.

L'analyse des défaillances :

Il s'agit donc d'identifier les paramètres suivants :



Identification des modes de défaillance

Un mode de défaillance est une dégradation ou une absence de fonction. Pour déterminer toutes les défaillances d'un système, on doit donc analyser les différentes fonctions identifiées dans les analyses aussi bien internes qu'externes.

On aura ainsi des défaillances résultant des :

- Défaillances ou absences des fonctions de service (principales ou de contrainte).
- Défaillances ou absences des fonctions techniques.

L'évaluation :

L'évaluation est faite selon 3 critères principaux qui sont définis comme suit :

La gravité (G) :

Elle est relative aux effets provoqués par l'apparition du mode de défaillance en termes de temps d'intervention, de qualité et de sécurité. L'indice G, qui traduit la gravité d'une défaillance, est fixé à partir du barème de cotation suivant :

Niveau de gravité	Indice	Critères
Gravité mineure	1	Défaillance mineure : -arrêt de la centrifugeuse pour une durée de moins de 3h -aucun endommagement des pièces
Gravité significative	2	Défaillance significative : -arrêt de la centrifugeuse pour une durée de moins de moins de 6h -Remplacement des pièces consommables
Gravité moyenne	3	Défaillance moyenne : -arrêt de la centrifugeuse pour une durée de moins de 1 jours -révision d'un sous ensemble et remplacement des pièces usées
Gravité majeure	4	Défaillance majeure : -arrêt de la centrifugeuse pour une durée moyenne de 3 jour -Révision de 2 sous ensemble et remplacement des pièces usées
Gravité catastrophique	5	Défaillance catastrophique : -arrêt de la centrifugeuse pour une durée moyenne d'une semaine -Révision complété de la centrifugeuse

Tableau 3.1 : Barème de la valeur de gravité

La fréquence (F) :

Cet indice exprime la probabilité combinée d'apparition du mode de défaillance par l'apparition de la cause de la défaillance. L'indice F est déterminé comme suit :

Niveau de fréquence	Indice	Critères
Fréquence très faible	1	Défaillance très faible : 1 fois/3mois
Fréquence faible	2	Défaillance faible : 2 fois/3 mois
Fréquence moyenne	3	Défaillance possible : 3 fois/3 mois
Fréquence forte	4	Défaillance fréquente : 4 fois/ 3 mois
Fréquence très forte	5	Défaillance très fréquente : 5 fois/3 mois

Tableau 3.2 : Barème de la valeur de fréquence

La non-Détection (D) :

Elle est relative à la probabilité de détecter la défaillance (couple mode de défaillance-cause) avant qu'elle ne produise l'effet. L'indice D, qui fait la cotation de la détection, est déterminé à partir du barème de cotation suivant :

Niveau de probabilité de non détection	Indice	Critères
Détection sûre et efficace	1	L'opérateur pourra éviter la défaillance par une action préventive. La détection est totale
Détection exploitable	2	Il y a risque que la défaillance ne soit pas perçue par l'opérateur. La détection est exploitable
Détection difficile	3	La défaillance n'est pas facilement détectable. La détection est faible
Détection impossible	4	Cas sans détection

Tableau 3.3 : Barème de la valeur de détectabilité

La valeur de la criticité est calculée par le produit des niveaux atteints par les critères de cotation :

$$C=F*G*D$$

e. Diagramme de Pareto

Pour déterminer les équipements les plus critiques dans la section cristallisation on s'est basé sur le diagramme Pareto. Une partie de l'historique des pannes de la dernière année se présente comme suivant :

Date	Section	Equipement	Dérogation	Sur-Ensemble	Dérogation2	Incident	Durée (heures)	Cause de la panne	Imputation	Action	Durée cumul
09/05/2021	Lavage	100007238	TAPIS METALLIQUE TAPIS EPAILLEUR	100007237	ENS D'ENTRAINEMENT TAPIS EPAILLEUR	FUITE D'EAU	0,50	Fuite	Maintenance Mécanique	SERRAGE TRESSE	1416
09/05/2021	EPR	100007867	AGITATEUR COMPART N°2 WKT N°3	200004539	RED AGIT COMPART N°1 WKT N°3	FUITE D'HUILE	2,00	USURE JOINT D'ETANCHEITE	Maintenance Mécanique	CHANGEMENT JOINT D'ETANCHEITE 62-45-10	1416
09/05/2021	Lavage	200003442	GMP E/BOUEUSES VERS TAMIS COURBEN°1	200005993	POMPE E/BOUEUSES VERS TAMIS COURBEN°1	DETTACHEMENT COURROIES	1,00	COURROIES ENDOMAGEE	Maintenance Mécanique	ALIGNEMENT DES POULIES MOTOPOMPE, REMONTAGE COURROIES	1416
09/05/2021	Diffusion	200003431	GROUPE MOTO-POMPE N°1A JUS DEMOUSSE	200005957	POMPE N°1A JUS DE MOUSSE	FUITE DE PRODUIT	3,00	USURE JOINT D'ETANCHEITE	Maintenance Mécanique	DEMONTAGE POMPE POUR CHANGER JOINT D'ETANCHEITE	1416
09/05/2021	Lavage	200005884	GMP D'ABATTAGE N°2	200006705	POMPE D'ABATTAGE N°2	BRUIT AU NIVAU DU DEFLECTEUR	2,00	USURE VIS DE FIXATION	Maintenance Mécanique	INTERVENTION AVEC LES CHAUDRONNIER	1416
09/05/2021	Lavage	100006450	DECANTEUR 1000 M3	200005904	POMPE A BOUES VERS DECANTEUR 1000 M1	FUITE AU NIVAU DES TRESSE	0,50	Fuite	Maintenance Mécanique	SERRAGE TRESSE	1416
09/05/2021	Epuraton	100014898	FILTRE PKF N°1	300000195	CHAINE DE GUIDAGE DES FLEXIBLES PKF N°1	CHAINE DE GUIDAGE FLEXIBLES DEFECTUEUSE	1,00	Déarrage	Maintenance Mécanique	REMISE EN ETAT CHAINE DE GUIDAGE	1416
09/05/2021	Décalcification	100006748	SURPRESSEUR	200003833	POMPE SURPRESSEUR POUR DECALCIFICATION	DETTACHEMENT COURROIES	1,00	COURROIES ENDOMAGEE	Maintenance Mécanique	CHANGEMENT 3 COURROIES SPA 1800	1416
09/05/2021	Lavage	100006450	DECANTEUR 1000 M3	100008157	AGITATEUR & RACLEUR DECANTEUR 1000 M3	BLOCCAGE AGITATEUR	1,00	TROP DE BOUE	Maintenance Mécanique	DEBLOCCAGE AGITATEUR	1416
09/05/2021	Diffusion	200005991	GRPE MOTO-PPEN°1 NETTOYAGE GRILLE BMA	200004725	POMPE N°1 NETTOYAGE GRILLE TOUR BMA	FUITE AU NIVAU DES TRESSE	0,50	Fuite	Maintenance Mécanique	SERRAGE TRESSE	1416
09/05/2021	Lavage	100006439	VIS A BETTERAVES	100006439	VIS A BETTERAVES	FUITE AU NIVAU DES TRESSE	0,50	Fuite	Maintenance Mécanique	SERRAGE TRESSE	1416
10/05/2021	Feur à pulpe	100007011	SAUTERELLE A SAC N°1	200005683	INSTALLATION HYDR SAUTERELLE A SAC N°1	FUITE D'HUILE	1,00	Fuite	Maintenance Mécanique	CHANGEMENT FLEXIBLE ET RACCORD DU VERIN HYDRAULIQUE	1416
10/05/2021	Cristallisation	100006883	CONVOYEUR A SUCRE BLANC TBS1 VERS TBS2	100006883	CONVOYEUR A SUCRE BLANC TBS1 VERS TBS2	DEPORTEMENT BANDE	1,00	Département bande	Maintenance Mécanique	REGLAGE DEPORTEMENT BANDE	1416
10/05/2021	Cristallisation	100006884	CONVY A SB TBS2 VERS SILO N°1 ET TBS6	100006884	CONVY A SB TBS2 VERS SILO N°1 ET TBS6	DEPORTEMENT BANDE	1,00	Département bande	Maintenance Mécanique	REGLAGE DEPORTEMENT BANDE	1416
10/05/2021	Cristallisation	200004016	PPE EXTRAC M N°2 MC LIET VERS G1750	200004016	PPE EXTRAC M N°2 MC LIET VERS G1750	VIDANGE MALAXEUR	1,00		Maintenance Mécanique	DEMONTAGE ET REMONTAGE DE LA POMPE	1416
10/05/2021	Lavage	100006450	DECANTEUR 1000 M3	100007238	AGITATEUR DECANTEUR 1000 M3	COINCEMENT	1,00	TROP DE BOUE	Maintenance Mécanique	DEBLOCCAGE AGITATEUR	1416
10/05/2021	Feur à pulpe	100008008	PRESSE KHAL N°1	100008008	PRESSE KHAL N°1	FROTTEMENT ENTRE GALET ET FILIERE	3,00		Maintenance Mécanique	CHANGEMENT FILIERE	1416
10/05/2021	Cristallisation	200003962	POMPE EAUX CHAUDE LAVAGE COMPART WKT	200003962	POMPE EAUX CHAUDE LAVAGE COMPART WKT	DETTACHEMENT COURROIES	1,00	Endommagement	Maintenance Mécanique	CHANGEMENT COURROIES	1416
10/05/2021	Feur à pulpe	100008009	PRESSE KHAL N°2	100008009	PRESSE KHAL N°2	FUITE D'HUILE AU NIVAU DU VERIN HYDRAULIQUE	2,00	Fuite	Maintenance Mécanique	CHANGEMENT RACCORD	1416
10/05/2021	Epuraton	100014898	FILTRE PKF N°1	300000195	CHAINE DE GUIDAGE DES FLEXIBLES PKF N°1	CHAINE DE GUIDAGE FLEXIBLES DEFECTUEUSE	1,00	Déarrage	Maintenance Mécanique	REMISE EN ETAT CHAINE DE GUIDAGE	1416
11/05/2021	Feur à pulpe	200005511	POMPE N°2 MELASSE VERS TAPIS	200005511	POMPE N°2 MELASSE VERS TAPIS	BLOCCAGE	1,00	caincement	Maintenance Mécanique	DEMONTAGE FLASQUE, NETTOYAGE PIGNONS ET REMONTAGE	1416
11/05/2021	Feur à pulpe	200005508	POMPE N°1 MELASSE VERS TAPIS	200005508	POMPE N°1 MELASSE VERS TAPIS	FUITE DE PRODUIT	0,50	Fuite	Maintenance Mécanique	SERRAGE TRESSE	1416
11/05/2021	Lavage	100006450	DECANTEUR 1000 M3	100008155	GRPE DE COMMANDE AGIT DECANTEUR 1000 M3	ACCOUPLMENT ENDOMMAGE	5,50	Endommagement	Maintenance Mécanique	CHANGEMENT ACCOUPLEMT	1416
12/05/2021	Cristallisation	100008213	AGITATEUR COMPART N°4 WKT N°1 LIET	200006181	RED AGIT COMPART N°4 WKT N°1 LIET	REDUCTEUR ENDOMMAGE	9,00	Endommagement	Maintenance Mécanique	CHANGEMENT REDUCTEUR	1416
13/05/2021	Centre de réception	100006567	ECHANTILLONNEUR N°1 LIGNE 1	100007027	SONDE DE PRELEVEMENT ECHANTILLO N°1 LE1	BOULONS DE CISAILLEMENT DESSERES	1,00	Déarrage	Maintenance Mécanique	SERRAGE BOULONS	1416
14/05/2021	Lavage	100007238	AGITATEUR DECANTEUR 1000 M3	100008156	ENS D'ENTRAINEMENT AGIT DECANTEUR 1000 M3	Clavette du pignon endommagé	3,00	Surcharge	Maintenance Mécanique	Changement clavette + pignon	1416
14/05/2021	Feur à pulpe	200003255	MOTO-POMPE N°1 MELASSE VERS TAPIS	200005508	POMPE N°1 MELASSE VERS TAPIS	Fuite du produit	0,50	Déarrage	Maintenance Mécanique	Serrage flange	1416
14/05/2021	Cristallisation	100008310	AGITATEUR COMPART N°1 WKT N°1 LIET	200006163	RED AGIT COMPART N°1 WKT N°1 LIET	Jeu axial anormal	4,00	Usure	Maintenance Mécanique	Démontage entrée du réducteur pour d'une cale pour compenser le jeu	1416
14/05/2021	Décapage	100006675	COMPRESSEUR D'AIR N°2 DE DEBOURRAGE	200003803	MOTEUR COMPRESSEUR D'AIR DEBOURRAGE N°2	Tampou d'accouplement endommagé	1,50	Endommagement	Maintenance Mécanique	Désaccouplement du moteur	1416
14/05/2021	Centre de réception	100006588	ECHANTILLONNEUR N°2 LIGNE 2	100007066	SONDE DE PRELEVEMENT ECHANT N°2 LE2	Boulon de cisailleur	1,00	Cisaillement	Maintenance Mécanique	Changement boulon de cisaillement	1416

Figure 3.2 : Historique des pannes de l'année 2021/2022

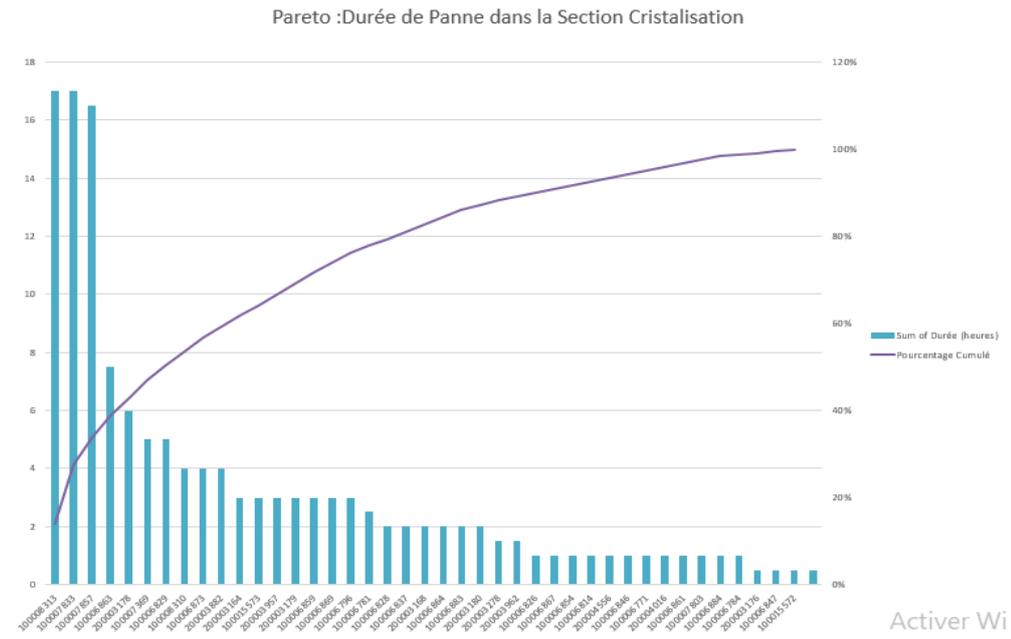


Figure 3.3 : Diagramme Pareto selon la durée de pannes

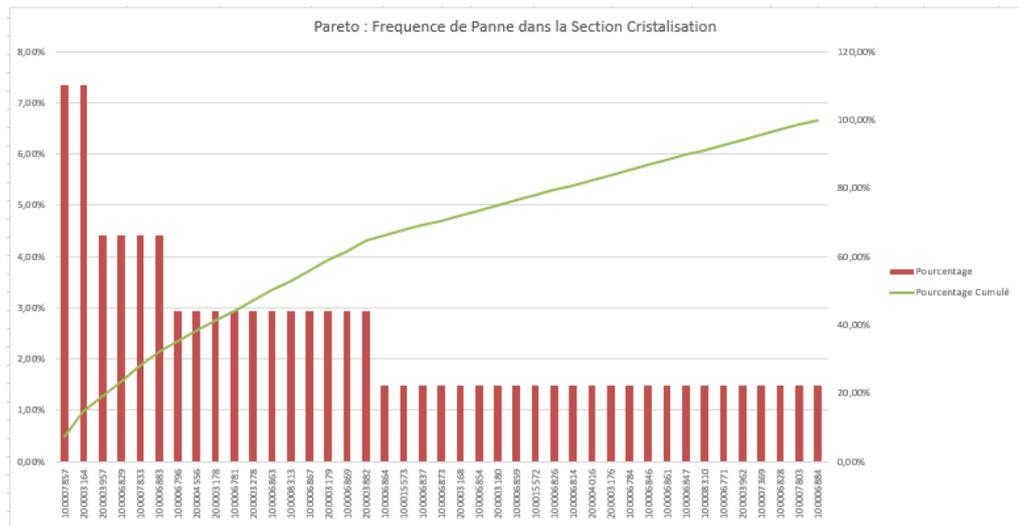


Figure 3.4 : Diagramme Pareto selon la Fréquence de Pannes

On a choisi avec l'équipe de travail de faire notre étude sur l'équipement 100006829 avec la désignation CENTRIFUGEUSE K2300 N°4 2JET

179	06/03/2021	Cristallisation	100006829	CENTRIFUGEUSE K2300 N°4 2JET
140	13/06/2021	Cristallisation	100006829	CENTRIFUGEUSE K2300 N°4 2JET
151	14/06/2021	Cristallisation	100006829	CENTRIFUGEUSE K2300 N°4 2JET

f. Analyse AMDEC

Ci-dessus le tableau d'AMDEC contenant l'ensemble des éléments de la centrifugeuse BMA K2300 en plus de leurs onction, modes de défaillances, cause de défaillances, effet et la criticité de chaque élément

Équipement :Centrifugeuse BMA K2300		Préparé par :LABRABICHE Ismail Date : 13/06/2022		Analyse des modes de défaillance, De leurs effets et de leurs criticités(AMDEC)		Phase de fonctionnement: marche normale				Grille d'évaluation C=G*F*D	ACTIONS : PREVENTIVES CORRECTIVES
ELEMENT	FOCTION	MODE DE DEFAILLANCE	CAUSE DE DEFAILLANCE	EFFET	DETECTION	0	F	D	C		
MOTEUR	Entrainement du panier centrifugeuse	<ul style="list-style-type: none"> • Arrêt du moteur • Rotation dans le sens inverse • Surchauffèrent 	<ul style="list-style-type: none"> • Les erreurs en câblage • Pas d'alimentation en électricité • Alignement mal fait par la main d'œuvre 	<ul style="list-style-type: none"> • Vibration et bruit • Arrêt de la centrifugeuse • Influence sur le produit 	<ul style="list-style-type: none"> • Sonore (bruit) • Vibration (vibromètre) • thermomètre 	2	1	2	4	<ul style="list-style-type: none"> • Contrôle avant la mise en service (s'assurer du sens de rotation) • Changement de roulement avant la fin de leur durée de vie • Contrôler la température du moteur 	
ARBRE	Transmettre le mouvement du moteur a la centrifugeuse	<ul style="list-style-type: none"> • Usure de l'arbre • Déformation 	<ul style="list-style-type: none"> • Mauvais alignement • Surcharge • Manque de lubrification 	<ul style="list-style-type: none"> • Arrêt de la centrifugeuse 	<ul style="list-style-type: none"> • Vibromètre • Bruit anormal 	3	1	4	12	<ul style="list-style-type: none"> • Control des Corps étranger 	
ROULEMENT A ROULEAUX CYLINDRIQUE	Supporter et guider en rotation l'arbre	<ul style="list-style-type: none"> • Usure excessive des éléments 	<ul style="list-style-type: none"> • Mauvaise matière de graissage 	<ul style="list-style-type: none"> • Arrêt de la centrifugeuse 	<ul style="list-style-type: none"> • Sonore • A l'aide d'un 	3	2	4	24	<ul style="list-style-type: none"> • Maintenance systématique 	

ROULEMENT RAINURE A BILLE	de transmission de mouvement	rotatifs • Surchauffement	• Manque de lubrification • Coincement des éléments rotatifs • Usure ou déformation de l'arbre	vibration • Bruit anormal	vibromètre					(Respecter le calendrier de graissage) • Respecter les tolérances de montage des roulements
CLAVETTE	Permet l'entraînement en rotation de l'arbre à partir du moteur.	• Fragmentation	• Durée de vie expirée	• Arrêt de la centrifugeuse	• Pas de transmission de rotation	3	1	3	9	• Rechargement du clavette
TAMIS	Tamiser les granulé de sucre à grande vitesse	• Décollage du tamis • Usure des trous • Déformation du tamis	• Cops étrange arrivant avec le produit • Serrage mal fait	• Bruit anormal • Dégradation de l'ensemble des élément du logement	• Sonore • vibromètre	3	5	2	30	• Anticipé l'arrivé des corps étrange plutôt • s'assurer de la fixation du tamis
RESSORT EN CAOUTCHOU C (SILENTBLOC)	Amortir les vibrations Donne de la flexibilité logement	• Usure des ressort • Fissuration des ressort	• Courroies surtension	• vibration	• vibromètre	2	2	4	16	• S'assurer que les courroies son sous une tension correcte d'une façon régulière • S'assurer de la

										fixation du moteur
RESSORT DU TENDEUR	Tendre les courroies	<ul style="list-style-type: none"> • Rupture des ressort 	<ul style="list-style-type: none"> • Température 	<ul style="list-style-type: none"> • Mauvaise transmission du mouvement 	<ul style="list-style-type: none"> • Visuel courroie détendu 	2	1	3	4	<ul style="list-style-type: none"> • Adaptation de ressort plus résistant
CLOCHE REPARTITRICE	Repartir le produit uniformément	<ul style="list-style-type: none"> • Déséquilibre 	<ul style="list-style-type: none"> • Un corps étrange • Frottement de la cloche 	<ul style="list-style-type: none"> • Usure des Roulement • Bruit anormal • distribution non uniforme du produit 	<ul style="list-style-type: none"> • vibromètre 	2	3	3	18	<ul style="list-style-type: none"> • Maintenance corrective et Remise en cause complète de la conception • Empêchez les corps étrange d'arrive à la centrifugeuse
VIS HEXAGONALE	Fixation du répartiteur avec le panier	<ul style="list-style-type: none"> • Cisaillement 	<ul style="list-style-type: none"> • Corp. étrange 	<ul style="list-style-type: none"> • Bruit • Arrêt de la production 	<ul style="list-style-type: none"> • Sonore • vibromètre 	2	1	3	6	<ul style="list-style-type: none"> • Remise en cause de la matière utilisé pour la fabrication des vis
ETOUPAGE	Etanchéité qui assure la séparation lu sucre et l'égout	<ul style="list-style-type: none"> • Déchirure 	<ul style="list-style-type: none"> • Mauvais installation • Frottement contre la paroi de la centrifugeuse 	<ul style="list-style-type: none"> • Mélange du sucre avec l'égout 	<ul style="list-style-type: none"> • Visuel dans le produit final 	1	2	1	2	<ul style="list-style-type: none"> • Maintenance corrective et Remise en cause complète de la conception
JOINT	Protection	<ul style="list-style-type: none"> • Mauvaise 	<ul style="list-style-type: none"> • Mauvaise 	<ul style="list-style-type: none"> • Fuite de liquide 	<ul style="list-style-type: none"> • visuel 	1	1	1	1	<ul style="list-style-type: none"> • Procuré des joints

	contre le milieu extérieur	étanchéité	lubrification • Température							plus résistant à la température • Maintenance systématique (lubrification)
COURROIE TRAPEZOÏDALE SPB	Transmission du mouvement	• Glissement des courroies • Usure	• Surchauffèrent • Mauvais alignement • Mauvaise qualité des courroie	• Déchirure des courroies • Ejection des courroie arrêt de production	• Thermomètre • visuel	2	3	2	12	• Remettre en question la qualité des courroies • Maintenance correctives changement des courroies
COURROIES EN FAISCEAU SPB	avec réduction de vitesse									• maintenance systématique (inspection)
POULIE	Transmission du mouvement	• Usure des gorge	• Mauvaise alignement • Courroie de mauvaise qualité	• Mauvaise transmission de mouvement • Vibration	• Sonore • Visuel • isomètre	3	1	4	12	• Inspection journalière des busée
RAMPE DE CLAIRCAGE	Nettoyage des tamis	• bouchage des tubes	• Le produit qui pénètre dans les buse	• Di munition du débit	• Visuel sur le produit final	2	1	2	4	• Nettoyage de la rampe
CONDUITE DE GRAISSAGE	Assuré la lubrification du système	• Manque de graisse dans le systèmes	• Bouchage de la conduite de graissage	• Graissages des roulement mal fait	• Visuel • Contre pression de la	1	1	1	1	• Inspecter le niveau de graisse selon un calendrier

			• Tête de flexible endommagé		graisse					
FLEXIBLE	Transfert la matière lubrifiante	<ul style="list-style-type: none"> • Déchirure • Usure 	<ul style="list-style-type: none"> • Augmentation de la température 	<ul style="list-style-type: none"> • Arrêt de la Lubrification • Endommageant des éléments du logement 	<ul style="list-style-type: none"> • visuel 	1	1	1	1	• Qualité

Tableau 3.4 : Feuille AMDEC de la centrifugeuse BMA k23

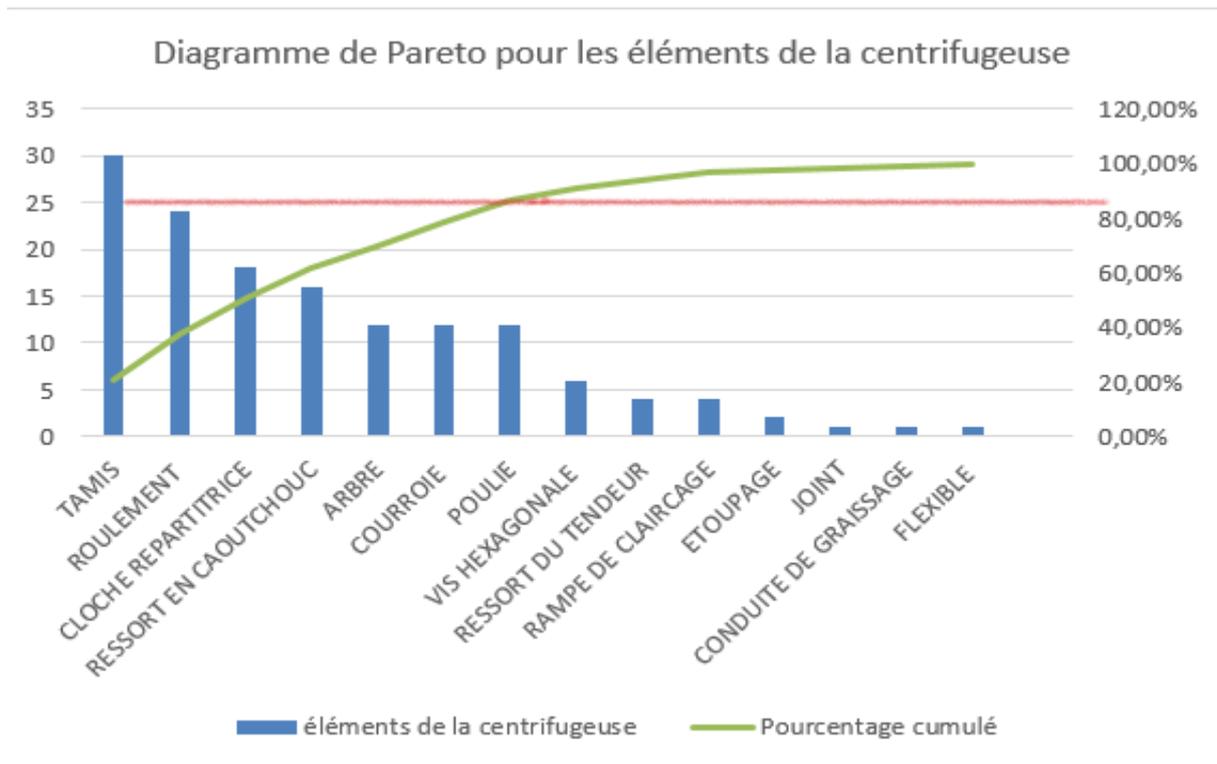


Figure 3.5 : Diagramme de Pareto pour les éléments de la centrifugeuse

3. Interprétation et résultats du tableau AMDEC:

D'après l'étude AMDEC et le diagramme de Pareto on remarque que les défaillances les plus critiques se produisent dans les tamis, les roulements, le répartiteur de produit, les silentbloc, l'arbre, la courroie et la poulie.

Après avoir identifié les éléments ayant la majorité de criticité, il est nécessaire d'intervenir et pour se faire nous avons proposé les solutions suivantes :

LES TAMIS :

Problèmes

- Dégradation des tamis
- Décollage et usure des tamis (le produit qui se solidifie frappe le panier)

Actions :

- Changement des tamis chaque mois prévention contre l'arrivée des corps étranger vers le **tamis**
- Assurer la répartition uniforme du produit

LES ROULEMENTS :

Problème :

- Surchauffèrent des roulements
- Usure des éléments roulant

- Jeu entre arbre et roulement

Actions :

- Respecter le calendrier de graissage
- Respecter les tolérances de montage des roulements

LE DISTRIBUTEUR DE PRODUIT :

Problèmes :

- Distribution non uniforme
- Bouchage par l'arrivée d'un corps étranger ou le produit solidifié

Actions :

- Control vibratoire régulier de la turbine
- Prévention contre l'arrivée de corps étrange

LES SILENTBLOC :

Problèmes

- Vibration forte et bruit
- Usure des Roulements

Action :

- Inspection des silenbloc en cas de vibration forte
- Changement de ces derniers

LES POULIES ET COURROIES :

Problèmes

- Usure des gorges de la poulie
- Détention de la courroie
- Mauvais alignement

Action :

- Utiliser des courroies de meilleur qualité
- Control de la tension des courroies et de l'alignement

CHAPITRE IV :Plan de maintenance

1. Introduction

Le plan de maintenance est élaboré après l'étude AMDEC faites sur la centrifugeuse BMA k2300 réalisées précédemment.

Ce plan contient les éléments les plus critiques de l'équipement concerné, en plus du type de maintenance à effectuer, les actions à mener, la périodicité ainsi qu'une estimation des ressources à engager et quelques remarques à prendre en considération.

a. Définition du PMP selon la norme NF EN 13306

Un plan de maintenance est l'Ensemble structuré de tâches qui comprennent les activités, les procédures, les ressources et la durée nécessaire pour exécuter la maintenance.

b. Objectifs :

L'établissement du plan de maintenance permet d'atteindre les objectifs suivants :

- Garantir une continuité de service
- Garantir un niveau de disponibilité connu à un coût global maîtrisé
- Maintenir une qualité de service contractuelle
- Prévenir les risques

c. Démarche pour l'élaboration d'un plan de maintenance

La réalisation des documents constituant le plan de maintenance ce fait suivant une démarche méthodique.

En premier j'ai déterminé les équipements les plus critique dans la section cristallisation à l'aide du diagramme de Pareto que j'ai réalisé sur l'historique de l'année précédente puis j'ai décomposé les éléments de cette équipement qui est la centrifugeuse BMA K2300 en indiquant la fonction de chacun, suivis d'une analyse AMDEC pour la détermination des éléments les plus critique de la centrifugeuse. Puis, J'ai procédé ensuite à l'élaboration d'un plan de maintenance de la centrifugeuse BMA K2300 pour la maintenir en bon fonctionnement durant la campagne

PLAN DE MAINTENANCE			
Désignation	Périodicité	Spécialité responsable	Etat de la machine
Changement des tamis	1/mois	Atelier MECA	Arrêt
Graissage des roulement	1/2 jours	Atelier MECA	Marche
Contrôle régulier de la vibration et de la température du logements	1/semaine	Atelier MECA	Marche
Changement des silentbloc	1/3mois	Atelier MECA	Arrêt
Contrôle de la tension des courroies et vérification de l'alignement de ces derniers	1/2 semaine	Atelier MECA	Arrêt
Répartiteur de produit	Maintenance corrective	Atelier MECA	Arrêt
Control des conduite de graissage	1/jour	Atelier MECA	Marche
Contrôle périodique des roulements	1/3 mois	Atelier MECA	Arrêt
Changement de l'étoupage	à l'inter-compagne	Atelier MECA	Arrêt
Contrôle des vibrations dans la transmission	1/1semaine	Atelier MECA	Marche
Nettoyage des rampe	1/jour	Atelier MECA	Arrêt
Nettoyage colle de la conduite de graissage	1/3mois	Atelier MECA	Arrêt
Inspection total de la centrifugeuse	à l'inter compagne	Atelier MECA	Arrêt

Tableau 4.1: plan de maintenance de la centrifugeuse

CHAPITRE V : Travail d'amélioration

1. Questionnaire LAVINA

Pour analyser l'existant, on s'est basé sur le questionnaire de YVES LAVINA comportant plusieurs rubriques synthétisés dans les tableaux suivants :

1. Organisation générale	6	5	4	3	2	1
1. Est-ce que l'organisation de la fonction maintenance a été définie par écrit et approuvée ?	X					
2. Les responsabilités et les tâches définies dans l'organisation sont-elles vérifiées ?		X				
3. Les responsabilités et les tâches des différents acteurs sont-elles clairement définies ?	X					
4. Le personnel d'encadrement et de supervision est-il suffisant ?		X				
5. L'activité de chaque intervenant est-elle encadrée par un budget de fonctionnement ?	X					
6. Existe-t-il un responsable pour assurer la coordination des travaux, des approvisionnements, des études d'installation et de la formation ?				X		X
7. Existe-t-il des fiches de fonction pour chacun des postes d'exécutant ?						X X
8. Les opérateurs disposent-ils de consignes écrites pour les tâches de maintenance du 1 ^{er} niveau ?	X			X		
9. Vous réunissez-vous périodiquement avec les opérateurs pour examiner les travaux à effectuer ?			X			X
10. Les objectifs sont-ils écrits et sont-ils contrôlés régulièrement ?	X					X
11. Etes-vous consultés par les exploitants, ou par les services d'ingénierie à l'occasion de l'étude ou de l'installation de nouveaux équipements ?		X			X	

Tableau 5.1 : Questionnaire sur l'organisation générale

2. Méthode de travail	6	5	4	3	2	1
1. Pour les interventions importantes en volume d'heures et /ou répétitives, privilégiez-vous la préparation du travail ?	X					
2. Utilisez-vous des supports imprimés pour préparer les travaux (fiches de préparation) ?	X					
3. Disposez-vous de modes opératoires écrits pour les travaux complexes ou délicats ?	X					
4. Avez-vous une procédure écrite définissant les autorisations de travail pour les travaux à risque ?	X					
5. Conservez-vous et classez-vous de manière particulière les dossiers de préparation ?		X				
6. Y a-t-il des actions visant à standardiser les organes et les pièces ?	X					
7. Avez-vous des méthodes d'estimation des temps et des coûts de la fonction maintenance ?	X					
8. Utilisez-vous les méthodes PERT pour la préparation des travaux longs ?						X
9. Réservez-vous des pièces en magasin, faites-vous préparer des kits en fonction de vos interventions ?	X					
10. La documentation est-elle correctement classée et facilement accessible ?	X					

Tableau 5.2 : *Questionnaire sur les méthodes de travail*

3. Suivi technique des équipements	6	5	4	3	2	1
1. Existe-il un inventaire des équipements par unité ?	X					
2. Est-ce que chaque équipement possède-t-il un numéro d'identification unique autre que le numéro chronologique indiqué ?	X					
3. Sur le site, tout équipement a-t-il son numéro d'identification clairement indiqué ?		X				
4. Les modifications, nouvelles installations ou suppression d'équipements, sont-elles enregistrées systématiquement ?	X					
5. Un dossier technique est-il ouvert pour chaque équipement ou installation ?	X					
6. Possédez-vous un historique des travaux pour chaque équipement ?	X					
7. Disposez-vous d'informations concernant les heures passées, les pièces consommées et les coûts équipement par unité ?	X					
9. Assurez-vous un suivi formel des informations relatives aux comptes rendus des visites ou des inspections préventives ?		X				
10. Les historiques sont-ils analysés une fois par an ?		X				

Tableau 5.3 : *Questionnaire sur le suivi technique des équipements*

4. Gestion de portefeuille des travaux	6	5	4	3	2	1
1. Avez-vous un programme établi de maintenance préventive ?	X					
2. Disposez-vous de fiches de maintenance préventive ?	X					
3. Existe-t-il un responsable des actions de maintenance préventive ?	X					
4. Les opérateurs ont-ils des responsabilités en matière de réglage et de maintenance de routine ?	X					
5. Avez-vous un système d'enregistrement des demandes de travaux ?	X					
6. Y a-t-il une personne particulièrement responsable de l'ordonnancement des travaux ?	X					
7. Avez-vous défini des règles permettant d'affecter les travaux selon les priorités ?	X					
8. Connaissez-vous en permanence la charge de travail en portefeuille ?	X					
9. Existe-t-il un document « bon de travail » permettant de suivre toute intervention, qui soit utilisé systématiquement pour tout travail ?	X					
10. Les responsables se rencontrent-ils sur une base régulière pour regarder les différents problèmes ?	X					
11. Disposez-vous d'un planning journalier de lancement des travaux ?	X					

Tableau 5.4: *Questionnaire sur la gestion de portefeuille des travaux*

5. Organisation matérielle de l'atelier maintenance	6	5	4	3	2	1
1. L'espace atelier de maintenance est-il suffisant ?	X					
2. Votre atelier pourrait-il être mieux situé par rapport aux équipements à entretenir ?	X		X			
3. Les bureaux des superviseurs sont-ils de plein pied sur l'atelier ?	X				X	
4. Votre atelier dispose-t-il de chauffage et d'air conditionné ?			X			X
5. Le magasin d'outillage et de pièces de rechange est-il au voisinage de votre atelier ?					X	
6. Y a-t-il un responsable du magasin ?	X					
7. Le magasin outillage est-il affecté exclusivement à la maintenance ?	X					
8. Chaque intervenant dispose-t-il d'un poste de travail bien identifié ?	X					
9. Les moyens de manutention de l'atelier sont-ils adaptés ?		X		X		

Tableau 5.5: *Questionnaire sur l'organisation matérielle de l'atelier maintenance*

6. Outillage	6	5	4	3	2	1
1. Disposez-vous d'un inventaire d'outillage et d'équipement de test en votre possession ?			X			
2. Cet inventaire est-il mis à jour régulièrement ?					X	
3. Disposez-vous de tous les outillages spéciaux et équipements de test dont vous avez besoin ?					X	
4. Exécutez-vous la maintenance préventive à l'aide d'équipements de test dont vous avez besoin ?					X	
5. Les outillages et équipements de test sont-ils facilement disponibles et en quantité suffisante ?		X				
6. Avez-vous défini par écrit le processus de mise à disposition et d'utilisation de l'outillage ?						X
7. Chaque exécutant dispose-t-il d'une boîte à outils personnelle ?	X					
8. Disposez-vous suffisamment de moyens de manutention sur le site ?	X				X	

Tableau 5.6 : Questionnaire sur l'outillage

7. Documentation technique	6	5	4	3	2	1
1. Disposez-vous d'une documentation technique générale et suffisante ?					X	
2. Pour les équipements, disposez-vous de plans d'ensemble et de schémas nécessaires ?					X	
3. Les notices techniques d'utilisation et de maintenance ainsi que la liste des pièces détachées sont-elles disponibles pour les équipements ?						X
4. Les plans des installations sont-ils facilement accessibles et utilisables ?						X
5. Les plans et schémas sont-ils mis à jour ?						X
6. Enregistrez-vous les travaux de modification des équipements et classez-vous les dossiers de préparation correspondants ?						X
7. Les contrats de maintenance sont-ils facilement accessibles ?						X
8. Les moyens de reprographie et classement sont-ils suffisants ?					X	

Tableau 5.7 : Questionnaire sur la documentation technique

8. Personnel et formation	6	5	4	3	2	1
1. Le climat de travail est-il généralement positif ?			X			
2. Les responsables encadrent-ils les travaux effectués par les ouvriers sous leur responsabilité ?					X	
3. Les problèmes sont-ils souvent examinés en groupe incluant les opérateurs ?		X				
4. Existe-il des entretiens annuels d'appréciation du personnel d'encadrement et exécutant ?	X					
5. Les responsables et les opérateurs sont-ils suffisamment disponibles ?				X		
6. Considérez-vous globalement que la compétence technique de votre personnel est satisfaisante ?		X				
7. Dans le travail quotidien, estimez-vous que le personnel a l'initiative nécessaire ?	X					
8. Les responsables assurent-ils le perfectionnement de leur personnel ?		X				
9. Les responsables reçoivent-ils une formation aux nouvelles technologies ?			X			X
10. Votre personnel reçoit-il régulièrement une formation aux nouvelles technologies ?						X
11. La formation du personnel est-elle programmée et maîtrisée par le service maintenance ?						X
12. Avez-vous des pertes importantes de temps de production ?		X				

Tableau 5.8 : Questionnaire sur le personnel et formation

2. Résultats :

Afin de comprendre les écarts, nous avons calculé dans le tableau suivant le pourcentage des scores obtenus par rapport aux scores maximaux pour chaque rubrique du questionnaire.

Modules d'analyse	Scores obtenus	Scores maximaux	%
1. Organisation générale	39	66	59.09%
2. Méthode de travail	54	60	90%
3. Suivi technique des équipements	57	60	95%
4. Gestion portefeuille des travaux	66	66	100%
5. Organisation matérielle atelier maintenance	41.5	54	76.85%
6. Outillages	26	48	54.16%
7. Documentation technique	11	48	22.91%
8. Personnel et formation	45,5	72	63.19%
Total	340	414	82.25%

Tableau 5.9: Synthèse du questionnaire

3. Amélioration 5s

Afin d'améliorer la productivité du personnel au sein de l'atelier mécanique on a essayé de répondre à cet audit pour détecter les manques dans l'atelier et trouver des solutions pour l'amélioration des conditions de travail et pour une meilleure organisation.

On a procédé par la méthode des 5s pour limiter les pertes d'outillage dans l'atelier et la facilitation de repérage de pièces et équipement et instauré des bonnes conditions de travail.

Dans un premier lieu on a commencé par se débarrasser de ce tout ce qui est inutile. S'il est important de garder, il est également important de jeter. Mais surtout, il faut savoir ce qu'il faut garder et ce qu'il faut jeter.

Après on a essayé de positionner chaque chose à son endroit précis pour pouvoir le retrouver immédiatement lorsque l'on en aura besoin et sans perdre de temps à le chercher

On a aussi sensibilisé le personnel à propos des 5s et leur impact sur la productivité de l'atelier et l'importance de rendre chaque chose à sa place après de l'utilisé et se débarrassé de toutes chose inutile

On a aussi installé des étiquettes sur les rangements et sur les pièces indiquant l'identité et les caractéristiques les plus important de la pièce



Figure 4 : Rayonnement de l'atelier Mécanique Avant/Après

CONCLUSION

Dans le cadre de ce stage, j'ai proposé la méthode AMDEC vu que cette méthode peut s'appliquer à une organisation, un processus, un moyen, un composant, un produit ou une machine et qui nous aidera dans notre cas à analyser les effets et les causes de l'équipement concerné, dans le but de déterminer la source des causes de défaillance et de les éliminer si possible

J'ai apporté quelques solutions pour éviter les défaillances critiques et améliorer la disponibilité de la Centrifugeuse BMA K2300, où j'ai touché d'une part, au plan de maintenance en proposant plusieurs actions permettant la diminution des pannes. Mais, on peut dire que le seul moyen de s'assurer que les recommandations que j'ai proposées ont des effets positifs sur la disponibilité de la pompe, c'est à partir de l'expérience et la mise en œuvre et le suivi. J'ai eu la chance aussi d'être bien accueilli et bien encadré parce que la connaissance et la compétence seules ne sont pas suffisantes pour faire un bon travail, le stagiaire doit chercher dans son environnement pour trouver tous les éléments qu'il peut utiliser et adapter pour créer les bonnes conditions de la réalisation du stage.

Ce stage ma vraiment permis de pratiquer les connaissances que j'ai acquis durant mes études aussi m'a permis de prendre une idée sur le fonctionnement d'une grande entreprise et l'importance du relationnel et du travail d'équipe pour atteindre un but