

TABLE DES MATIERES

Liste des figures

Liste des tableaux

Abréviations

Introduction générale.....1

Chapitre I : Contexte général du projet

I. Présentation de la COSUMAR2

I.1 Historique2

I.2 Fiche technique.....3

I.3 Activités de la COSUMAR3

I.4 Organisation.....4

I.5 Actionnariat5

I.6 Processus de fabrication de sucre brut.....5

II. Présentation du sujet d'étude8

II.1 Problématique, mission et objectifs.....8

II.2 Cadrage du projet.....9

II.2.1 Planning.....9

II.2.2 Démarche10

III. Généralité sur la maintenance11

III.1 Définition11

III.2 Les types de maintenances11

III.2.1 Maintenance corrective12

III.2.2 Maintenance préventive13

III.3 Objectifs visés par la maintenance préventive14

III.4 Les différents niveaux de la maintenance14

Chapitre II : Diagnostic de l'état actuel

I. Evaluation de la politique de maintenance actuelle.....16

I.1 Présentation de la méthode d'audit de l'ADEPA-CETIM16

I.2 Exemple d'évaluation17

I.3 Résultat du diagnostic.....20

I.4 Interprétation des résultats.....21

Chapitre III : Etude et analyse des machines

I. Performance des équipements22

I.1	MTBF : Mean Time Between Failures.....	22
I.2	MTTR : Mean Time To Repair	22
I.3	Disponibilité : Do	22
II.	Détermination des équipements critiques.....	23
II.1	Introduction	23
II.2	Classification des équipements.....	24
II.2.1	Choix de la méthode de classification.....	24
II.2.2	Analyse de la matrice de criticité	25
III.	Analyse fonctionnelle.....	27
III.1	Introduction.....	27
III.2	Analyse fonctionnelle du vis transporteur	28
III.2.1	Vis transporteuse	28
IV.	Présentation de la méthode AMDEC	31
IV.1	Introduction.....	31
IV.2	Application de la méthode AMDEC sur les équipements névralgiques.....	33
Chapitre IV : Mise en place des plans de maintenance préventive paramétrage du progiciel SAP et étude économique		
I.	Plan de maintenance préventive	37
I.1	Elaboration d'un plan de maintenance préventive	37
I.2	Plan de maintenance préventive des équipements névralgique.....	37
II.	Paramétrage des plans de maintenance préventive des équipements névralgique.....	38
II.1	Définition SAP	38
II.2	Module PM (Plan de maintenance)	39
II.3	Paramétrage des plans de maintenances préventives	40
II.3.1	Création de la gamme.....	40
II.3.2	Création du plan de maintenance préventif.....	43
III.	Etude économique.....	46
III.1	Coût de la maintenance préventive	46
III.2	Coût de la maintenance corrective	49
III.2.1	Etude de cas de la vis inclinée.....	49
Conclusion générale.....		50

Annexes

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Les différents produits de la COSUMAR.....	4
Figure 2: Organigramme de la direction de COSUMAR.....	4
Figure 3:Structure du capital.....	5
Figure 4: Processus de raffinage du sucre brut.....	6
Figure 5: Contenu de la fonction maintenance.....	11
Figure 6: Les différents types de maintenance.....	12
Figure 7: Maintenance préventive systématique.....	13
Figure 8: Maintenance préventive conditionnelle.....	14
Figure 9 : Graphe en radar de la méthode ADEPA-CETIM.....	20
Figure 10: Disponibilité des machines de la station de cristallisation (STG2).....	23
Figure 11: Diagramme de besoin.....	27
Figure 12: Diagramme des interactions.....	28
Figure 13: Diagramme FAST.....	28
Figure 17: Diagramme de besoin de la vis transporteuse.....	29
Figure 18: Diagramme des interactions d'une vis transporteuse.....	29
Figure 19: Diagramme FAST de la vis transporteuse.....	30
Figure 29: Les modules de SAP.....	39
Figure 30: Création d'une gamme.....	41
Figure 31: Renseignement sur la gamme des vis sucre blanc R2/R3/R4.....	42
Figure 32: Liste des opérations de la maintenance préventive des vis sucre blanc.....	42
Figure 33: La fréquence de réalisation du plan préventif des vis sucre blanc R2/R3/R4.....	43
Figure 34: Création du plan préventif.....	44
Figure 35: Renseignement sur le plan préventif des vis sucre blanc R2/R3/R4.....	44
Figure 36: Détermination de l'horizon d'ouverture et de l'intervalle d'appel du plan.....	45

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1: Historique du groupe COSUMAR	3
Tableau 2: Liste des tâches et phases associées au projet.....	9
Tableau 3 : Ressources nécessaires pour chaque niveau de maintenance	15
Tableau 4: Niveau d'activité requis pour chaque marche.....	17
Tableau 5: La fiche d'enquête correspond à la marche Analyse F.M.D.S.....	18
Tableau 6: Grille de correction de la marche F.M.D.S.....	19
Tableau 7: Résultat du diagnostic avec la méthode ADEPA-CETIM.....	20
Tableau 8: Critères de l'évaluation de la criticité des différents équipements.....	24
Tableau 9: Classification des équipements critiques par catégorie:.....	26
Tableau 10: Critères de fréquence d'occurrence:	31
Tableau 11: Critères de gravité.....	32
Tableau 12: Critères de détection	32
Tableau 13: Seuil de criticité	32
Tableau 14: AMDEC du vis transporteur	35
Tableau 15: Les sous-ensembles critique	36
Tableau 16: La forme du plan de maintenance préventive des équipements.....	38
Tableau 17: Coût de maintenance préventive du vis transporteur	48

ABREVIATIONS

ADEPA : Agence Nationale pour le Développement de la Production Automatisé

AFNOR : Association Française de la Normalisation

AMDEC : Analyse des Modes de Défaillances, de leurs Effets et leur Criticité

CETIM : Centre d'Etude Technique des Industries Mécaniques

COSUMAR : Compagnie Sucrière Marocaine de Raffinage

Do : Disponibilité opérationnelle

ERP : Entreprise Resource Planning

F.M.D.S : Fiabilité, Maintenabilité, Disponibilité et Sécurité

GMAO : Gestion de Maintenance Assistée par Ordinateur

MTBF : Mean Time Between Failures

MTTR : Mean Time To Repair

PMP : Plan de maintenance préventive

ONA : Omnium Nord-Africain

SAP : Systems, Applications & Products in data processing

STG : Séchage Tamisage Granulé

SNI : Société Nationale d'Investissement

TA : Temps d'arrêt

TO : Temps d'ouverture

INTRODUCTION GENERALE

La maintenance préventive est considérée comme un atout pour augmenter la capacité de production des usines. Ce principe vient du fait qu'un arrêt imprévu d'un équipement névralgique au cours de la production peut causer des pertes économiques importantes. Ces pertes peuvent être dues à un arrêt prolongé de la production. La maintenance préventive permet d'éviter ou de minimiser ces préjudices.

La maintenance préventive devient plus rentable en la renforçant par un système de gestion de maintenance assistée par ordinateur. Cependant, améliorer la disponibilité des équipements nécessite une stratégie de maintenance préventive bien définie.

Etant le seul producteur du sucre au royaume, la COSUMAR devra répondre à 70% du besoin marocain. Pour atteindre cet objectif, il est indispensable d'assurer une disponibilité optimum de ses équipements de production.

Dans ce contexte, la COSUMAR a décidé de renforcer sa maintenance préventive en acquérant un nouveau système de GMAO, Cependant il m'a été proposé de traiter le sujet suivant : « Amélioration de la maintenance préventive des équipements critiques de la station de cristallisation (STG2) ».

Pour arriver à des résultats favorables, l'étude a été entamée par une présentation de l'organisme d'accueil dans le premier chapitre et par un diagnostic de l'état actuel à l'aide d'un audit de fonctionnement de maintenance dans le deuxième chapitre. Ensuite une étude d'historique des pannes des années 2016/2017, a permis de se renseigner sur la disponibilité des équipements en calculant leur temps moyen du bon fonctionnement et leur moyenne des temps d'arrêt.

Pour déterminer les équipements prioritaires, une étude de criticité a été élaborée à l'aide de la méthode basée sur la matrice de criticité dans le troisième chapitre. Cette méthode se base sur des critères propres à la machine, des critères liés au coût direct de la maintenance et d'autres se basant sur les pertes de production. Une étude AMDEC a été effectuée sur chaque équipement prioritaire pour déterminer les sous-ensembles critiques sur lesquels les interventions systématiques seront concentrées.

Dans le quatrième chapitre des plans de maintenance préventive ont été développés, il était nécessaire de déterminer les périodicités des interventions systématiques, les durées des interventions, et l'atelier chargé de l'exécution de chaque intervention systématique. Afin d'organiser la fonction de maintenance au sein de la COSUMAR, ces plans ont été chargés dans le logiciel SAP.

Finalement pour évaluer la rentabilité du projet, une étude technico-économique a été élaborée en calculant le coût de la maintenance préventive et le comparer aux dépenses que peut engendrer un arrêt imprévu d'un équipement.

CHAPITRE I : Contexte général du projet

Dans ce chapitre, nous établissons une vue d'ensemble sur le projet. Nous commençons par une présentation sommaire de la société COSUMAR. Puis, nous présentons le sujet d'étude ainsi que la démarche et la méthodologie adoptées en vue de répondre au cahier des charges. Enfin, nous décrivons un bref aperçu sur la maintenance en générale.

I. Présentation de la COSUMAR

Le groupe COSUMAR (Compagnie Sucrière Marocaine et de Raffinage) est une entreprise leader sur le marché national du sucre. COSUMAR est le 3ème opérateur sucrier du continent africain. Il a développé un modèle économique équilibré et résilient reposant sur une activité d'extraction du sucre à partir de la betterave et de la canne à sucre et une activité de raffinage du sucre brut importé. Ce modèle permet ainsi au Groupe COSUMAR de satisfaire continuellement les besoins croissants du marché marocain en bénéficiant d'une capacité de raffinage comme variable d'ajustement en cas d'aléas climatiques défavorables pouvant affecter l'amont agricole national.

Le Groupe COSUMAR dispose en effet d'une capacité totale de production de 1,65 millions de tonnes de sucre, soit 1 million de tonnes pour la raffinerie de Casablanca et de 0,65 millions de tonnes pour les sucreries.

I.1 Historique

L'historique du groupe ainsi que les principales étapes de développement de La COSUMAR se présentent comme suit :

1929	Création de COSUMA par la société Saint Louis de Marseille
1967	COSUMA devient COSUMAR suite à l'acquisition de 50% du capital de la société par l'Etat marocain
1985	Prise de contrôle du capital de la société par le groupe ONA. Introduction en Bourse
1993	Fusion absorption des sucreries de Zemamra et de Sidi Bennour (sucreries des Doukkala) par COSUMAR
2003	Lancement de la démarche QSE. Certification des sucreries des Doukkalas ISO 9001 V2000 par l'organisme AFAQ
2005	Acquisition des 4 sociétés sucrières publiques : SUTA, SURAC, SUNABEL et SUCRAFOR, à l'issue d'un processus de privatisation conduit par l'Etat
2006	Mise en œuvre du plan d'intégration et de développement des sucreries acquises dans le cadre du programme « INDIMAGE 2012 ». Début du processus de modernisation et de mise à niveau de l'outil industriel
2007	Lancement du projet de modernisation et d'extension de la raffinerie de Casablanca
2008	Création de SUCRUNION. Signature contrat Programme Etat-FIMASUCRE
2009	Obtention du prix FAO par le groupe COSUMAR pour son rôle d'agrégateur
2011	Obtention du Label RSE CGEM par SURAC et COSUMAR SA

2012	Obtention du Label RSE CGEM par SUCRAFOR, SUNABEL et SUTA et du prix Vigéo «top performer RSE »
2013	Cession de 27,5% du capital de COSUMAR détenu par SNI au Groupe WILMAR qui devient l'actionnaire industriel de référence
2014	Cession de 15,2% du capital de COSUMAR détenu par SNI à un consortium d'Investisseurs Institutionnels marocains. Suite à ces opérations de cession, les Investisseurs Institutionnels détiennent 26,5% du capital et des droits de vote de COSUMAR et forment, avec WILMAR Sugar Holdings Pte. Ltd, un bloc commun de contrôle de 54,0% du capital et des droits de vote de COSUMAR et ce, en vertu d'un pacte d'actionnaires
2015	COSUMAR dévoile sa nouvelle entité visuelle à l'occasion du Salon SIAM 2015

Tableau 1: Historique du groupe COSUMAR

I.2 Fiche technique

Président Directeur Général : Mohammed Fikrat.

Secteur d'activité : Agroalimentaire / Production.

Capital social : 419 105 700.00 MAD.

Siège social : 8, rue El Mouatamid Ibnou Abbad, Bp : 3098, 20300 Casablanca Maroc.

Téléphone : 05 22 67 83 00 / 05 29 02 83 00.

Fax : 05 22 24 10 71.

Site internet : <http://www.cosumar.ma/>

I.3 Activités de la COSUMAR

COSUMAR produit presque 3000 tonnes de sucre par jour sous différentes gammes : sucre granulé, pain de sucre, lingot et morceau, avec des pourcentages différents pour répondre à 70% du besoin du marché national. Sa capacité de production annuelle est de 1.65 million de tonnes de sucre. [12]

Le groupe COSUMAR dispose de 5 filiales sucrières y compris la seule raffinerie de Casablanca. Cette usine s’occupe du raffinage de sucre brut importé et de son conditionnement sous différentes formes qui sont représentés dans la figure suivante :



Figure 1 : Les différents produits de la COSUMAR

I.4 Organisation

Le schéma suivant représente la structure organisationnelle de la COSUMAR. À sa tête le président Directeur Général qui se charge de la définition de la stratégie globale de l’entreprise.

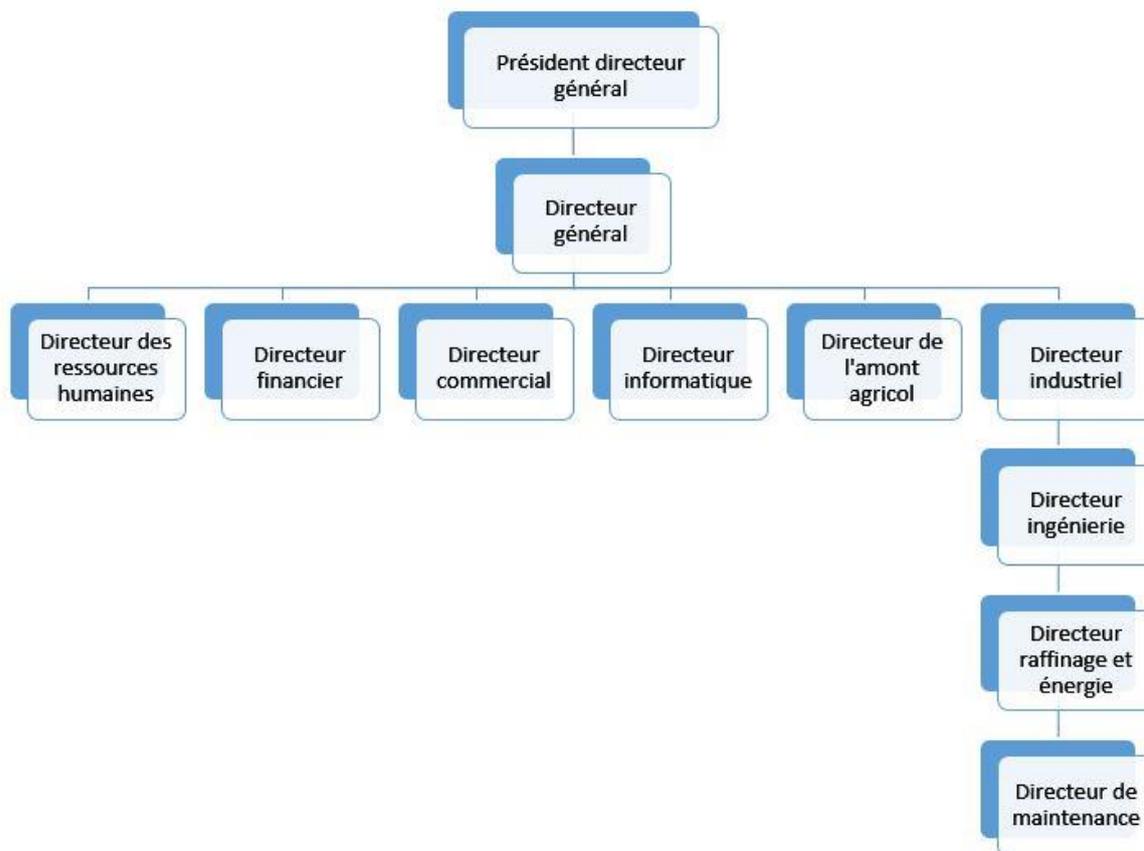


Figure 2: Organigramme de la direction de COSUMAR

La supervision de sa mise en œuvre. La direction générale a pour rôle de l'application de la stratégie définie et la coordination entre les différentes directions de l'entreprise.

Mon stage de fin d'étude s'est déroulé dans la direction de maintenance, précisément au sein du bureau de méthodes chargé de la préparation et le suivi des travaux de maintenance correctives ou préventives.

I.5 Actionnariat

COSUMAR affiche ses ambitions en Afrique à travers l'internationalisation de son tour de table. L'arrivée de l'actionnaire WILMAR, leader asiatique de l'agro-industrie, et la participation de plusieurs grands institutionnels marocains au capital, confortent la position du Groupe et offrent de nouvelles perspectives de développement.

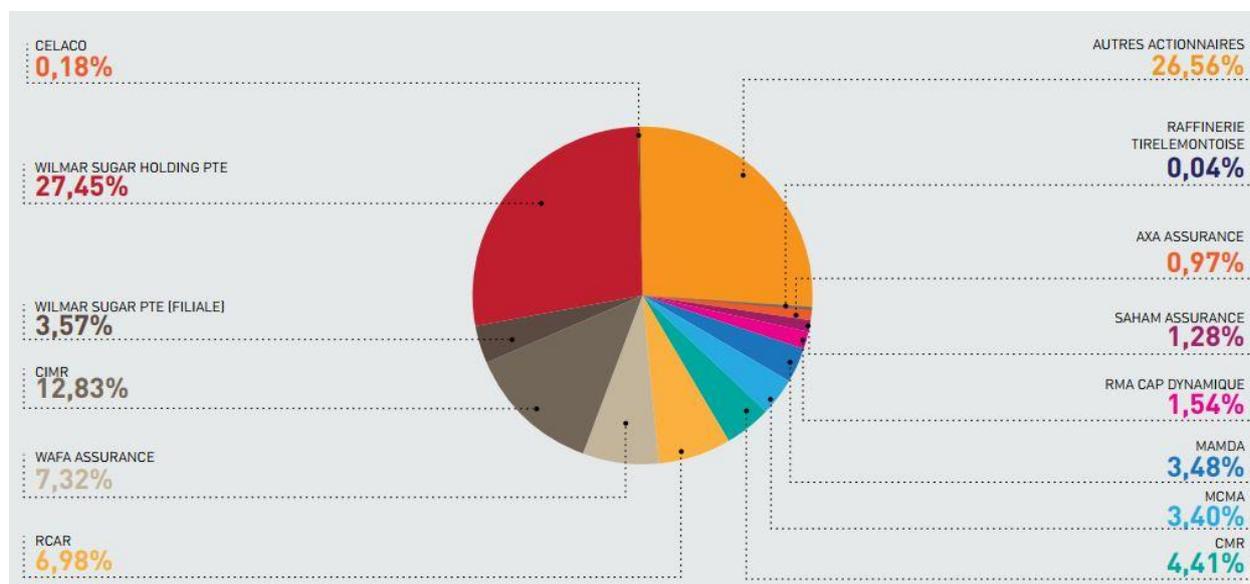


Figure 3: Structure du capital

I.6 Processus de fabrication de sucre brut

Le raffinage est le procédé qui permet d'obtenir à partir d'un sucre brut (mélange de saccharose et de non sucrés) un sucre raffiné de haute pureté. Dans le procédé de raffinage, il existe un certain nombre d'opérations qui permettent de :

- Retirer les impuretés extérieures au cristal ;
- Retirer les colorants de la fonte (mélange de sucre affiné et de l'eau) par le passage d'un absorbant ;
- Recristalliser le saccharose pour obtenir un cristal pur à partir de la solution purifiée par les opérations précédentes.

Le processus de raffinage du sucre brut se présente comme suit :

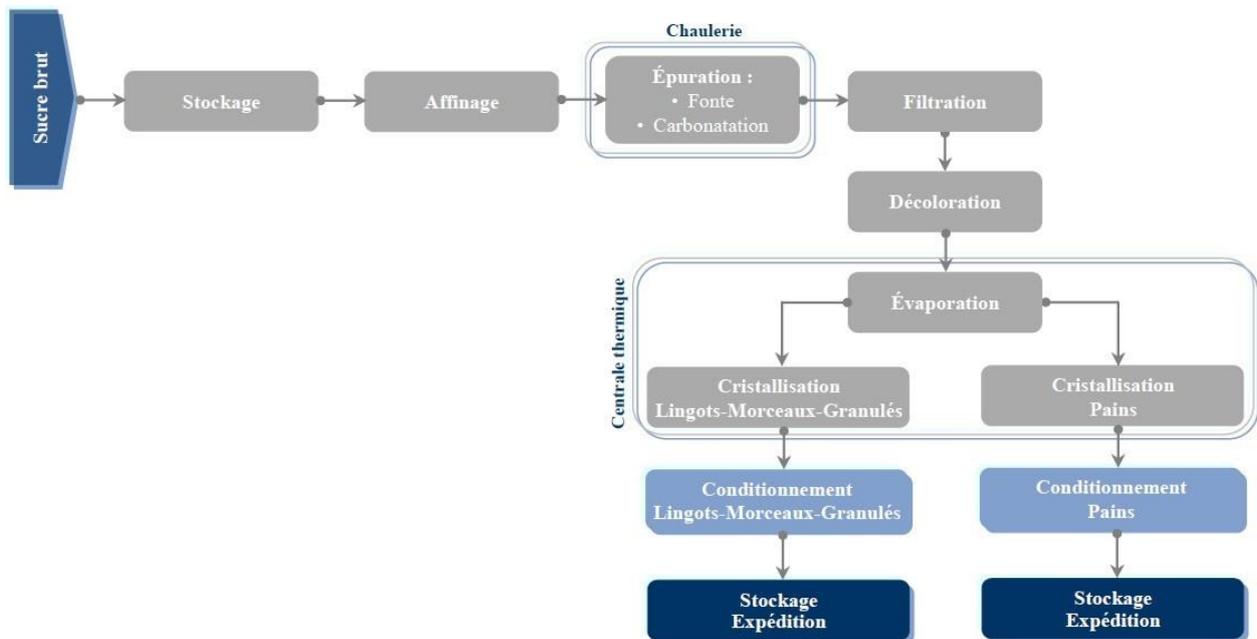


Figure 4: Processus de raffinage du sucre brut

La matière première de l'usine de raffinage se présente sous forme de sucre brut importé (Brésil, Australie, Afrique du sud, Colombie, etc.). Afin d'obtenir un produit de haute qualité, la matière première doit subir un traitement en suivant les étapes suivantes :

- **Stockage de la matière première :**

Le sucre brut constitue la matière première de la raffinerie. Il est stocké dans des grands magasins « silos » dont la capacité totale est de 75 000 tonnes.

Le sucre est transféré vers la station d'affinage grâce à des bandes transporteuses en passant par deux balances dynamiques, un aimant pour éliminer les métaux ferreux, et un tamis pour éliminer les grosses impuretés.

- **Affinage du sucre brut :**

Cette opération vise l'élimination des impuretés externes. A ce niveau, le sucre brut passe tout d'abord, par l'empattage où il est mélangé avec un égout sucré saturé. Afin de permettre l'accélération et la diffusion des non sucrés, le mélange est chauffé avec de la vapeur circulant au niveau de la double enveloppe. Le malaxage, par le frottement qu'il provoque entre les cristaux, permet la séparation de ces derniers du sirop les entourant. Le mélange est ensuite envoyé vers les turbines munies d'une toile qui permet le passage de l'égout riche (eau sucrée issue du turbinage contenant des impuretés) et retient le sucre.

Pour assurer une élimination efficace des impuretés, un essorage et un clairçage sont effectués. L'eau sucrée est alors envoyée vers les bacs de stockage pour un empattage ultérieur d'une part et pour une éventuelle utilisation dans les bas produits pour en extraire le maximum de sucre, d'autre

part. Mais avec l'utilisation d'un sucre de très haute qualité, cette opération est dépassée et permet un gain sur le rendement d'extraction et la consommation de fuel.

Le sucre ainsi affiné fera l'objet de l'opération de la fonte où le sucre est fondu et chauffé avant d'être envoyé vers l'épuration.

- ***Epuration :***

C'est une opération qui vise à éliminer les impuretés incluses dans le système cristallin du sucre affiné, elle se fait en ajoutant de la chaux à la fonte et en la précipitant sous forme de carbonate de calcium, permettant ainsi d'éliminer une partie des impuretés et de faciliter la filtration.

Cette opération est effectuée dans le but d'enlever les impuretés internes existantes dans le sirop provenant de la fonte. Elle est réalisée par l'addition d'un lait de chaux au sirop, où on fait barboter du CO₂ issu de la centrale (fumée de combustion du fuel).

- ***Filtration :***

Elle vise à éliminer les précipités contenus dans la commune carbonatée. Cela s'effectue en utilisant des toiles synthétiques filtrantes qui ne laissent passer que le sirop avec formation d'un gâteau de carbonate de calcium d'une certaine épaisseur qui facilite davantage la filtration.

La filtration conduit à l'obtention d'un sirop carbonaté filtré d'une pureté supérieure à 99% et un Brix de 65 environ (appelé commune filtrée), mais qui contient toujours des matières colorantes.

- ***Décoloration :***

Le sirop carbonaté filtré contient encore des colorants qui n'ont pas été éliminés au cours de la carbonatation. Ce sirop va alors être décoloré sur résine. La station de décoloration sur résine comporte trois colonnes. La première colonne est en production, la deuxième est en finition et la troisième en régénération ou en attente.

- ***Evaporation :***

La décoloration de la commune filtrée produit de la raffinade (sirop décoloré) à une pureté de l'ordre de 99,5% et un Brix autour de 65. La raffinade est envoyée à la station d'évaporation pour concentration comprise entre 73 et 75 Brix. Cette opération se fait alors dans des chaudières appelées CEFT (Corps Evaporateur Flots Tombants).

- ***Cristallisation et séchage :***

Cette opération a pour but l'élimination des impuretés encore présentes dans le sirop afin de produire du sucre de qualité souhaité. Le sirop décoloré (raffinade) subit plusieurs cristallisations dans le but d'éliminer le maximum d'impureté et de récupérer le maximum de sucre. Le mélange

de cristaux et d'eau mère est appelé masse cuite (MC) qui est ensuite turbinée dans des centrifugeuses. Le sucre obtenu est encore trop humide (0,7 à 1%) pour pouvoir être conservé. Il est alors séché avec de l'air chaud puis refroidi avant d'être envoyé vers un silo de stockage. Ce silo alimente d'une façon régulière les machines de conditionnement.

- **Conditionnement :**

Le conditionnement s'effectue sous trois principales formes :

Pains : Le pain constitue le produit phare du groupe COSUMAR. Il est fabriqué d'une façon traditionnelle (pains turbinés), mais depuis quelques années et grâce à un travail soutenu de département de Recherche et de Développement, ce procédé a pu être mécanisé entièrement avec dépôt d'un brevet. Les pains sont emballés avec du papier et mis en carton pour la commercialisation. Le poids des cartons est contrôlé avant leur expédition.

Lingots et morceaux : Une opération de séparation physique des impuretés permet de filtrer les grumeaux de sucre des corps étrangers. Le sucre passe alors à travers un tamis vibreur pour la séparation des grumeaux, puis à travers un aimant pour l'élimination des corps étrangers ferriques. Il est humidifié pour favoriser le mélange. Le mélange, effectué dans les mouleuses, donne la forme et le poids au sucre. Ce dernier est stocké avant la mise en boîte puis stocké pendant 24h au niveau du magasin avant son expédition.

Granulé : il est conditionné en forma de 1 kg, 2 kg et 50 kg, et est utilisé aussi bien par les industriels que par les ménages.

II. Présentation du sujet d'étude

II.1 Problématique, mission et objectifs

Leader sur son marché, le groupe COSUMAR permet d'assurer l'approvisionnement du royaume en sucre, l'arrêt de sa production engendrera des pertes financières énormes. D'où la nécessité de pratiquer une politique de maintenance visant d'assurer une disponibilité maximale et une durabilité de ses outils de production.

Vu l'importance du rôle que joue la GMAO dans la maintenance, la COSUMAR a connue l'acquisition d'un nouveau système (SAP) qui permet de faire le suivi de la maintenance préventive.

Cependant, il est primordial d'élaborer des données fiables pour paramétrer ce système afin d'améliorer la maintenance préventive au sein de l'entreprise.

Le but de ce projet est de définir une stratégie de maintenance préventive en élaborant des plans de maintenance ainsi que la prise en charge de la maintenance préventive par le système d'information SAP/PM afin d'assurer une disponibilité optimum des équipements névralgiques et

de minimiser les coûts de maintenance de la station de cristallisation (STG2) considérée stratégique pour le service de production.

II.2 Cadrage du projet

II.2.1 Planning

Un planning de suivi d'avancement a été réalisé en collaboration avec nos encadrants afin d'assurer un meilleur déroulement du projet. Les phases et les tâches associées au projet sont classées dans la figure suivante :

Numéro	Nom de la tâche	Durée (jours)	Début	Fin
1	Découverte de la société	5	05/02/2018	09/02/2018
1.1	Décomposition des équipements (Nomenclatures, Codification)	7	12/02/2018	20/02/2018
2	Diagnostic de l'état actuel	6	21/02/2018	28/02/2018
2.1	Audit de la fonction maintenance			
3	Analyse de l'historique	13		
3.1	Analyse de l'historique des pannes et calcul des indicateurs de performances, la disponibilité de chaque équipements	7	01/03/2018	09/03/2018
3.2	Analyse de l'historique des pièces de rechange, Sélectivité sur coût global	6	12/03/2018	17/03/2018
4	Analyse fonctionnelle	5	18/03/2018	22/03/2018
5	Analyse AMDEC	14		
5.1	Etablir un recueil des principales indisponibilités des équipements	5	23/03/2018	29/03/2018
5.2	Faire ressortir les causes de ces indisponibilités de ces équipements, et proposer les actions idoines visant les prévenir	5	02/04/2018	05/04/2018
5.3	Calcul de la criticité	4	06/04/2018	11/04/2018
6	Elaboration des gammes opératoires	10		
6.1	Suivi des interventions sur le terrain	5	12/04/2018	18/04/2018
6.2	Standardiser les opérations de maintenance	5	19/04/2018	25/04/2018
7	Elaboration des plans de maintenance préventive	12		
7.1	Définition des opérations de maintenance préventive	5	26/04/2018	02/05/2018
7.2	Détermination des périodicités de maintenance préventive	6	03/05/2018	07/05/2018
7.3	Ordonnancer les tâches de maintenance		08/05/2018	10/05/2018
8	Mise en œuvre des plans de maintenance préventive	4	11/05/2018	16/05/2018
9	Etude des problèmes techniques si nécessaire	6	17/05/2018	24/05/2018
10	Mettre en œuvre une solution applicative avec SAP (ERP)	10	25/05/2018	07/06/2018
11	Etude technico-économique du projet	6	08/05/2018	15/06/2018

Tableau 2: Liste des tâches et phases associées au projet

Le suivi du projet a été réalisé par le logiciel GANTT Project illustré dans *l'annexe 01*. La description des principales étapes du projet sera détaillée aux paragraphes suivants.

II.2.2 Démarche

- **Découverte de la société**

Durant cette phase, un temps nécessaire a été pris pour mieux connaître les différents services de la société, sa structure organisationnelle ainsi que les différents processus de raffinage du sucre. Un accompagnement des agents de maintenance lors de l'exécution des interventions a été bénéfique durant cette phase.

- **Diagnostic de l'état actuel**

Ce diagnostic consiste à recueillir l'information sur l'existant en vue d'une amélioration ultérieure.

- **Inventaire de parc matériel et analyse de l'historique**

Cette phase consiste à faire un inventaire de tous les équipements existants dans la station de cristallisation (STG2) de l'usine, ensuite une analyse de l'historique de ces équipements sera élaborée par la suite.

- **Détermination des équipements névralgique**

L'identification des équipements névralgiques sera effectuée en vue de se focaliser sur l'étude des équipements stratégiques dans le service maintenance.

- **Analyse des défaillances des équipements névralgiques**

Une analyse de défaillance débute par la recherche des fonctions techniques des équipements étudiés. Cette analyse est fait grâce à la méthode AMDEC afin de déterminer les causes et d'évaluer la criticité des modes de défaillances de chaque fonction technique ainsi de déduire les actions correctives et préventives à mettre en place.

- **Elaboration des plans de maintenance préventive et paramétrage de SAP (ERP)**

Les résultats de l'analyse des défaillances, surtout les AMDEC, ont été exploités pour l'élaboration des plans de maintenance préventive des équipements. Ces plans de maintenance ont pour but d'assurer une meilleure fiabilité des équipements ainsi que de prévoir les différentes pièces de rechanges nécessaires pour leurs entretiens. Enfin, ces plans seront implantés dans le progiciel SAP, pour une gestion efficace de la maintenance.

- **Etude technico-économique du projet** Cette phase consiste à faire une étude économique visant l'estimation du gain apporté par les plans d'action préventive.

III. Généralité sur la maintenance

III.1 Définition

Selon la norme AFNOR NF X60-010 : « La maintenance est l'ensemble des actions permettant de maintenir ou de rétablir un bien dans état spécifié ou en mesure d'assurer un service déterminé ».

- Le terme « maintenir » contient la notion de prévention sur un système en fonctionnement.
- Le terme « rétablir » contient la notion de correction consécutive à une perte de fonction.
- « Un état spécifié » ou « un service déterminé » implique la détermination préalable des objectifs à atteindre, avec quantification des niveaux caractéristiques.[2]

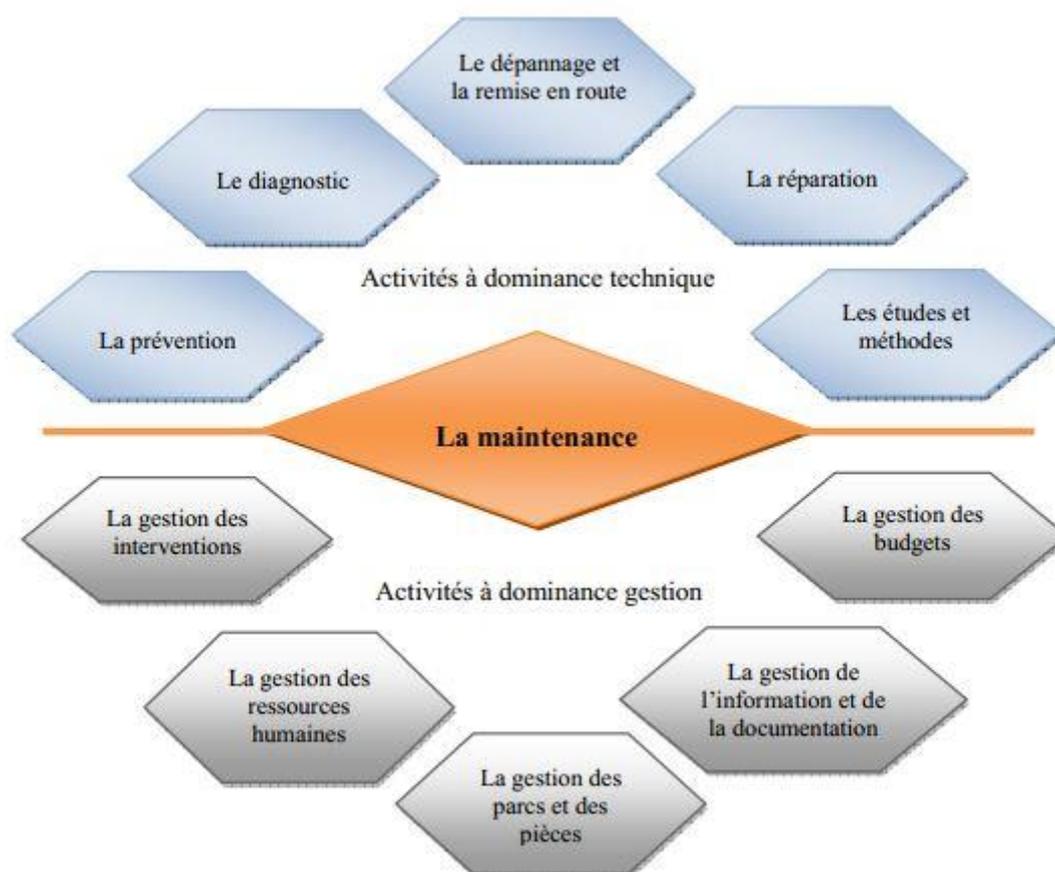


Figure 5: Contenu de la fonction maintenance

III.2 Les types de maintenances

Selon la norme AFNOR X60-011, il est possible de distinguer deux formes maintenance :

- **La maintenance corrective** : effectuée après défaillance du matériel.
- **La maintenance préventive** : effectuée dans l'intention de réduire la probabilité de défaillance du matériel. Elle peut opérer :

- Selon un échéancier établi d'après le temps ou le nombre d'unités d'usage : c'est la *maintenance préventive systématique*.
- Ou en fonction d'un type d'événement prédéterminé et révélateur de l'état de dégradation du matériel : c'est la *maintenance préventive conditionnelle*.

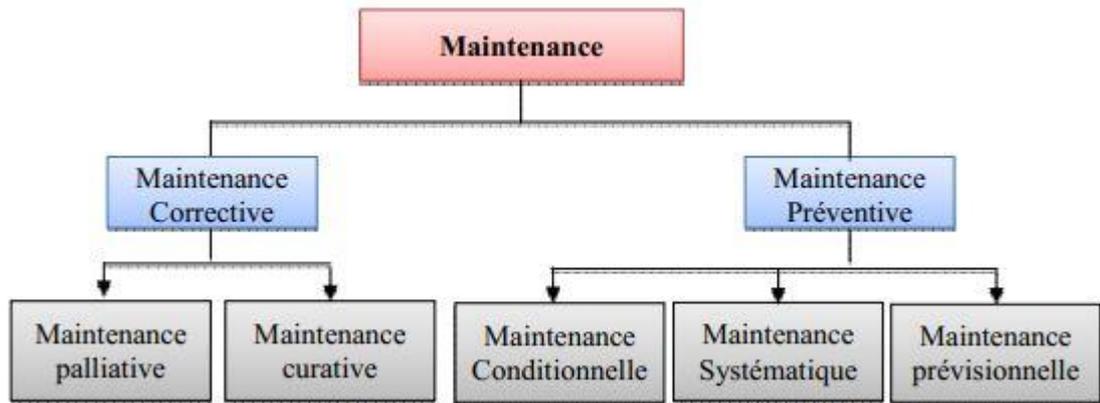


Figure 6: Les différents types de maintenance

III.2.1 Maintenance corrective

Selon la Norme NF X60-010 : « La maintenance corrective est une opération de maintenance effectuée après défaillance ».

La maintenance corrective correspond à une attitude défensive dans l'attente d'une défaillance aléatoire. Ce type de maintenance sera réservé à du matériel peu coûteux, non stratégique pour la production, et dont la défaillance aurait peu d'effet sur la sécurité et la production.

La maintenance corrective comprend deux types d'interventions :

- Le dépannage, appelé aussi maintenance palliative, est une intervention immédiate et rapide visant une remise en état provisoire du matériel. Cette intervention peut être parfaitement justifiée pour des matériels secondaires, sans incidence majeure sur la production, mais elle peut devenir nécessaire par manque de temps dans le cas où l'on ne peut pas arrêter la production ou par absence de pièces de rechange. Le dépannage est une pratique fréquente au cours de la mise au point, de rodage ou au contraire en fin de vie du matériel. Le dépannage est caractérisé par une faible sécurité puisque la défaillance peut survenir à n'importe quel moment, il est donc nécessaire d'effectuer une réparation le plus tôt possible.

- La réparation, appelée aussi maintenance curative, une remise en état définitive du matériel, soit directement après une défaillance, soit après un dépannage. La réparation est caractérisée par une sécurité élevée car le risque de défaillance est considérablement diminué par rapport au dépannage, et le matériel retrouve pratiquement ses caractéristiques de fonctionnement.

III.2.2 Maintenance préventive

Selon la Norme NF X60-010 « La maintenance préventive est effectuée selon des critères prédéterminés dans l'intention de réduire la probabilité de défaillance d'un bien ou la dégradation d'un service rendu ».

Les interventions sont prévues, préparées et programmées avant la date probable d'apparition d'une défaillance. En maintenance préventive, on trouve dans une première phase des visites périodiques permettant de suivre l'état du matériel et de connaître les lois de dégradation et les seuils d'admissibilité. Dans une seconde phase, lorsque le comportement du matériel est connu, on évolue vers la maintenance systématique.

- **Maintenance systématique**

C'est une « maintenance préventive effectuée selon un échéancier établi suivant le temps ou le nombre d'unités d'usage » (NF X60-010).

Les interventions sont effectuées à intervalles fixes. Ces intervalles sont déterminés d'abord sur la base des préconisations du constructeur, puis ensuite en se basant sur les résultats recueillis lors des visites préventives périodiques.

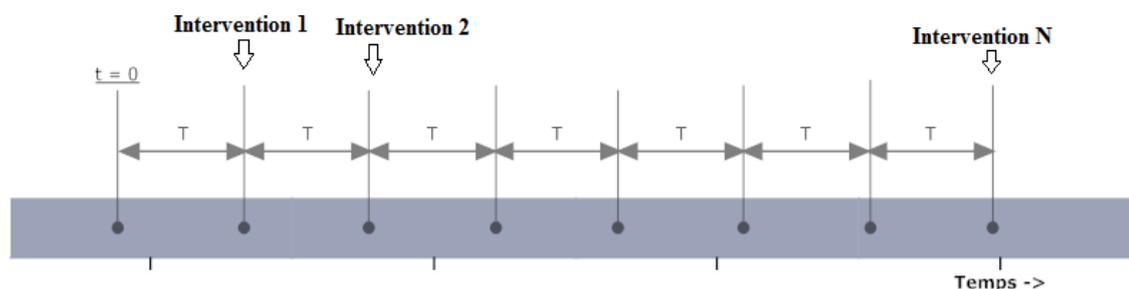


Figure 7: Maintenance préventive systématique

- **Maintenance conditionnelle**

C'est une « maintenance préventive subordonnée à un type d'événement prédéterminé et révélateur de l'état de dégradation d'un bien » (NF X60-010).

Cette forme de maintenance permet d'assurer le suivi du matériel pendant son fonctionnement dans le but de prévoir les défaillances attendues. Elle n'implique pas la connaissance de la loi de dégradation et le démontage du matériel. L'intervention préventive n'a lieu que si certains paramètres mesurables atteignent un seuil critique prédéterminé et révélateur d'une défaillance imminente.

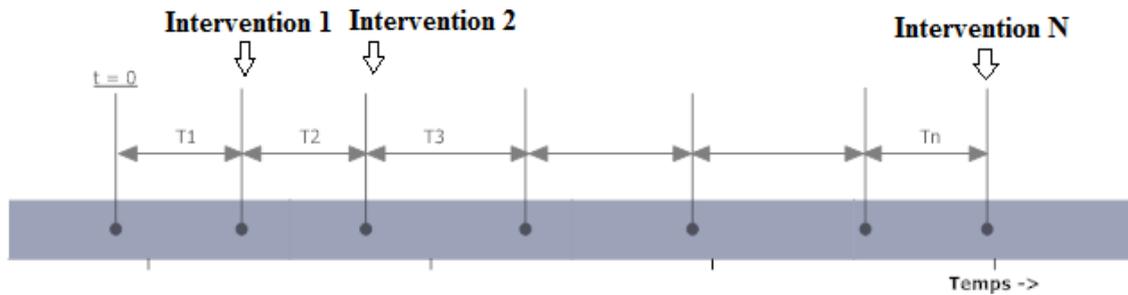


Figure 8: Maintenance préventive conditionnelle

- **Maintenance prévisionnelle**

C'est une « maintenance conditionnelle exécutée en suivant les prévisions extrapolées de l'analyse et de l'évaluation de paramètres significatifs de la dégradation du bien ». (Extrait norme NF X 60-319)

III.3 Objectifs visés par la maintenance préventive

L'investissement dans la maintenance préventive a plusieurs avantages pratiques :

- Augmenter la durée de vie des matériels,
- Diminuer la probabilité des défaillances en service,
- Diminuer le temps d'arrêt en cas de révision ou de panne,
- Prévenir et aussi prévoir les interventions de la maintenance corrective coûteuse,
- Permettre de décider la maintenance corrective dans de bonnes conditions,
- Eviter les consommations anormales d'énergie, de lubrifiant, etc.
- Diminuer le budget de la maintenance,
- Eviter les causes d'accidents graves

III.4 Les différents niveaux de la maintenance

Une autre condition pour réussir un système de maintenance serait de spécifier les niveaux de maintenance dans l'entreprise.

1er niveau : Contrôle et relevés des paramètres de fonctionnement suivi des réglages et échanges des consommables si nécessaire,

2ème niveau : Dépannage par échanges standards de matériels, ou petite intervention préventive,

3ème niveau : Identification et diagnostic des pannes, réparation par échange d'éléments fonctionnels, réparations mécaniques mineures, réglage général et réaligement des appareils de mesure,

4ème niveau : Travaux importants de maintenance préventive et corrective,

5ème niveau : Travaux de rénovation, de reconstruction ou réparations importantes confiées à un atelier central/atelier spécialisé ou à une unité extérieure.

Pour chaque niveau de maintenance il y a des besoins en ressources humaines et matériels qui sont récapitulés et présentés dans le tableau 4.

Niveau	Personnel intervenant	Moyens
1 ^{er}	Exploitant sur place	Outillage léger défini dans les instructions d'utilisation.
2 ^{ème}	Technicien habilité sur place	Outillage léger défini dans les instructions d'utilisation, plus pièces de rechange trouvées à proximité, sans délai.
3 ^{ème}	Technicien spécialisé sur place ou en locale de maintenance	Outillage prévu plus appareils de mesure, banc d'essai, contrôle, etc.
4 ^{ème}	Equipe encadré par un technicien spécialisé en atelier central	Outillage général plus spécialisé, matériel d'essais, de contrôle, etc.
5 ^{ème}	Equipe complète polyvalente en atelier central	Moyens proches de la fabrication par le constructeur.

Tableau 3 : Ressources nécessaires pour chaque niveau de maintenance

Chapitre II : Diagnostic de l'état actuel

Ce chapitre présente un diagnostic de l'état actuel de la maintenance. Tout d'abord nous analysons les aspects de maintenance à l'aide de la démarche d'audit ADEPA-CETIM. Ensuite, nous examinons les résultats de cette démarche afin de suggérer quelques recommandations, pour améliorer la fonction maintenance au sein de l'entreprise

I. Evaluation de la politique de maintenance actuelle

Dans cette partie on va procéder à une étude critique de la fonction maintenance au sein de COSUMAR. Cette étude va nous permettre de cerner les problèmes les plus critiques, et qui auront la priorité dans les propositions d'amélioration.

Pour ce faire, on va se baser sur la partie « Etats des lieux », et aussi, on va utiliser la méthode la méthode universelle d'audit de la maintenance ADEPA CETIM.

I.1 Présentation de la méthode d'audit de l'ADEPA-CETIM

Parmi les méthodes d'audit de la maintenance, on trouve la méthodologie élaborée par les deux organismes français : ADEPA (Agence Nationale pour le Développement de la Production automatisé) et CETIM (Centre d'Etude Technique des Industries Mécaniques) dont le but d'évaluer la fonction maintenance et de relever ses centres de faiblesse. Elle repose sur des travaux de recherche, des traitements d'avis d'experts, des expérimentations et une validation auprès des industriels. Elle permet de guider les entreprises qui désirent évoluer et informatiser leur fonction Maintenance.

Cette méthode constitue une aide à la décision. Elle a la particularité d'évoluer dans le sens de pousser la fonction maintenance vers une évaluation claire et succincte. L'agent de maintenance doit graver les huit marches suivantes qui illustrent les différentes activités du service :

- 1- Gestion des équipements.
- 2- Maintenance 1ère niveau.
- 3- Gestion de stock.
- 4- Gestion des travaux.
- 5- Analyse FMDS.
- 6- Analyse des coûts.
- 7- Base de données.
- 8- Planification/Prévention.

Le traitement des données a permis de hiérarchiser les activités et de définir pour chaque marche le niveau minimum à atteindre pour avoir une maintenance efficace.

L'application de la méthode ADEPA-CETIM s'appuie sur l'évaluation de 8 marches de la fonction maintenance par un questionnaire constitué de 8 fiches rempli par les responsables du service maintenance de COSUMAR.

Le tableau ci-dessous illustre les seuils minimaux à atteindre pour garantir une bonne gestion de la maintenance [1] :

Etape	Marche	Niveau d'activité requis	Niveau requis en %
1	Gestion des équipements	9	60
2	Maintenance 1ère niveau	4	50
3	Gestion de stock	6.02	43
4	Gestion des travaux	8.04	67
5	Analyse FMDS	8.06	62
6	Analyse des coûts	5	50
7	Base de données	3.96	44
8	Planification/Prévention	3.96	33

Tableau 4: Niveau d'activité requis pour chaque marche

Le principe de la démarche se base sur l'utilisation des documents suivants (voir *annexe 02*) :

- Huit fiches d'enquêtes.
- Huit grilles de correction.
- Graphe en radar pour synthétiser les résultats.

I.2 Exemple d'évaluation

Nous allons traiter comme exemple, l'évaluation de la marche "Analyse Fiabilité, Maintenabilité, Disponibilité, Sécurité" :

Fiches d'enquête :

La fiche d'enquête correspond à la marche Analyse F.M.D.S est rempli par le responsable de la maintenance est la suivante (voir la page qui suit).

Chaque fiche doit être remplie en fonction de la situation existante et non celle envisagé.

Chaque fiche comprend trois parties principales :

- a) La partie supérieure : contient le titre et le numéro de la marche.
- b) La partie intermédiaire : constitue la grille d'enquête.

Sur chaque ligne de la grille, on repère :

- Un numéro associé à chaque affirmation.
- Une affirmation.
- Quatre possibilités de réponse dont une seule (la bonne) est à cocher.

La réponse pour chaque question est peut-être :

- Vraie : affirmation est rigoureusement exacte. Elle est toujours vérifiée dans l'entreprise.

- Plutôt vraie : l'affirmation est exacte, mais pas toujours vérifiée dans l'entreprise. Cela dépend des circonstances ou des équipements concernés.
- Plutôt fausse : l'affirmation est fausse, mais elle peut être vérifiée quelquefois.
- Fausse : l'affirmation est totalement fausse. Elle n'est jamais vérifiée dans l'entreprise.
- Sans objet : l'affirmation n'a pas de réponse précise.

Analyse F.M.D.S (Fiabilité, Maintenance, Disponibilité, Sécurité)				Planche N° 5	
N°	Affirmations concernant l'analyse de la sûreté de fonctionnement	Vraie	Plutôt Vraie	Plutôt Fausse	Fausse
501	Il existe une structure et un formalisme pour enregistrer pour les informations			X	
502	Chaque intervention est classée et archivée			X	
503	Chaque intervention est analysée (coûts, temps)		X		
504	Les analyses sont compilées afin de réaliser des indicateurs et/ou tableau de bord			X	
505	Pour les équipements stratégiques, on connaît un indicateur de bon fonctionnement		X		
506	Pour les équipements stratégiques, on connaît un indicateur de temps d'intervention			X	
507	Pour les équipements stratégiques, on connaît un indicateur de disponibilité		X		
508	Pour les équipements stratégiques, on connaît les conditions d'intervention		X		
509	On dispose de matériel pour faire tout type de maintenance			X	
510	Les performances sont suivies (par équipement, par machine ...)			X	
511	On possède l'historique des travaux pour chaque équipement			X	
512	Les historiques sont analysés assez souvent			X	
513	L'efficacité de la fonction maintenance est contrôlée		X		

Tableau 5: La fiche d'enquête correspond à la marche Analyse F.M.D.S

Remarque : concernant les sept fiches d'enquête restante voir *annexe 02*.

Fiches de correction

A chaque fiche d'enquête correspond une grille de correction qui consiste à donner pour chaque affirmation vraie, un point, si elle est plutôt vraie 0,7 point, si elle est plutôt fausse on comptera 0,3 point, enfin, si elle est jugée fausse, on ne compte pas de point, s'il y a des affirmations non notées (sans objet), alors compter 0,5 point.

La grille suivante correspond à la grille de correction obtenue de l'évaluation de la fiche d'enquête « Analyse Fiabilité, Maintenabilité, Disponibilité, Sécurité »

N°	Affirmation concernant l'analyse de la sûreté de fonctionnement	Note
501	Il existe une structure et un formalisme pour enregistrer pour les informations	0.3
502	Chaque intervention est classée et archivée	0.3
503	Chaque intervention est analysée (coûts, temps)	0.7
504	Les analyses sont compilées afin de réaliser des indicateurs et/ou un tableau de bord	0.3
505	Pour les équipements stratégiques, on connaît un indicateur de bon fonctionnement	0.7
506	Pour les équipements stratégiques, on connaît un indicateur de temps d'intervention	0.3
507	Pour les équipements stratégiques, on connaît un indicateur de disponibilité	0.7
508	Pour les équipements stratégiques, on connaît les conditions d'intervention	0.7
509	On dispose de matériel pour faire type de maintenance	0.3
510	Les performances sont suivies (par équipement, par machine...)	0.3
511	On possède l'historique des travaux pour chaque équipement	0.3
512	Les historiques sont analysés assez souvent	0.3
513	L'efficacité de la fonction maintenance est contrôlée	0.7
Catégorie	   	5.9/13

Tableau 6: Grille de correction de la marche F.M.D.S

Catégorie 1 : marche très bien maîtrisée 

Catégorie 2 : marche suffisamment maîtrisée pour accomplir son rôle, mais on peut l'améliorer.



Catégorie 3 : marche moyennement maîtrisée, il faut rétablir les centres de faiblesse. 

Catégorie 4 : marche non maîtrisée pour satisfaire son rôle, il faut la revoir. 

Synthèse de la correction de la marche F.M.D.S

D'après la fiche d'enquête de la marche on remarque que toutes les affirmations sont non éliminatoires, et qu'elle est de catégorie 3 (marche moyennement maîtrisée).

Calculons le total des points :

$$P = (0 \times 1) + (5 \times 0.7) + (8 \times 0.3) \quad \text{donc :} \quad P = 5.9$$

Le niveau de maîtrise de cette marche est donné par la relation suivante [1] :

$$\frac{\text{le total des points trouvés (P)}}{\text{la valeur maximale des points}} * 100$$

Dans le cas de l'Analyse F.M.D.S on trouve : $(5.9 / 13) \times 100 = 45.38 \%$.

I.3 Résultat du diagnostic

Pour chaque module, nous avons relevé le pourcentage et la catégorie de son appartenance à partir des données des résultats de l'annexe 02.

Les résultats du diagnostic sont fournis dans le tableau suivant :

Activité	Niveau d'activité requis	Niveau d'activité requis en %	Niveau d'activité réalisé	Niveau d'activité réalisé en %	Note Max	Catégorie
Gestion des équipements	9	60%	5.7	38%	15	4
Maintenance 1ère niveau	4	50%	6.1	76.25%	8	1
Gestion de stock	6.02	43%	9.3	66.42%	14	2
Gestion des travaux	8.04	67%	7.4	61.66%	12	2
Analyse FMDS	8.06	62%	5.9	45.38%	13	3
Analyse des coûts	5	50%	7.9	79%	10	1
Base de données	3.96	44%	7.1	78.88%	9	1
Planification/Prévention	3.96	33%	6	50%	12	3

Tableau 7: Résultat du diagnostic avec la méthode ADEPA-CETIM

Pour mieux visualiser les points faibles et donner un impact comparatif, les résultats obtenus peuvent être présentés sous forme de graphe en radar. Les huit branches du graphe représentent les huit axes de la démarche ADEPA-CETIM.

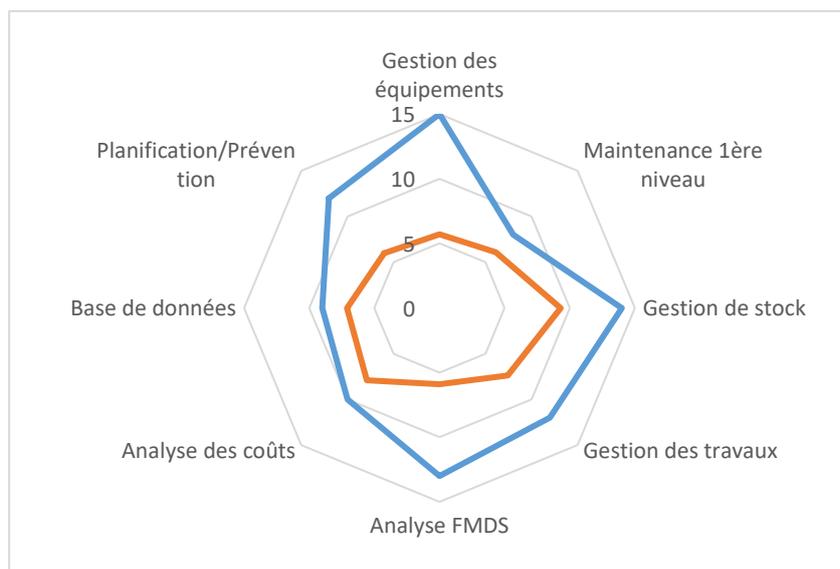


Figure 9 : Graphe en radar de la méthode ADEPA-CETIM

I.4 Interprétation des résultats

Les résultats de l'analyse nous ont permis d'identifier trois marches présentant des faiblesses ou dont l'action est prioritaire. Ce sont les marches de la troisième et la quatrième catégorie. Ces domaines sont :

- Gestion des équipements.
- Analyse F.M.D.S.
- Planification-prévention

Conclusion et recommandations

Le diagnostic du service maintenance par la méthode ADEPA-CETIM nous a donné une vision générale sur l'état actuel de l'entreprise, ainsi que les points faibles qui influencent négativement ce service. On suggère quelques recommandations, afin d'améliorer la fonction maintenance au sein de l'entreprise :

- Sensibiliser les agents de maintenance sur l'importance des enregistrements des travaux.
- Etablir un formulaire pour enregistrer les informations concernant les interventions, les classées, les archivées et l'analysées en terme de coûts et de temps.
- Définir un indicateur de bon fonctionnement et un indicateur de temps d'intervention pour les équipements principaux.
- Diminuer et organiser le temps techniques d'interventions de maintenance en préparant le matériel et les ressources nécessaires.
- Faire un plan de maintenance préventive pour tous les équipements, afin d'augmenter leurs disponibilités et diminuer leurs taux de panne.
- Paramétrage des plans de maintenance préventive pour assurer le suivi et l'adaptation des actions préventives.
- Planifier et ordonnancer les tâches.
- Organiser et dimensionner les équipes d'interventions.
- Former les agents exploitants le matériel pour réaliser des taches de maintenance de premier niveau.

Chapitre III : Etude et analyse des machines

Dans ce chapitre, nous étudions la performance des équipements de la station de cristallisation (STG2). Ensuite nous déterminons les équipements critiques. Pour atteindre ce but, nous utilisons une analyse multicritère en classant les équipements par ordre de criticité. Enfin, nous élaborons une analyse fonctionnelle de ces équipements en la combinons avec une analyse de défaillance.

I. Performance des équipements

Dans cette section, nous présentons les différents indicateurs de performances des équipements, leurs significations et leurs intérêts dans le cadre de l'optimisation des méthodes de maintenance. [6]

I.1 MTBF : Mean Time Between Failures

Traduit en français "Moyenne des Temps de Bon Fonctionnement", qui signifie « temps moyen entre deux pannes consécutives ». En effet, il caractérise l'intervalle moyen sur une période donnée entre deux interventions de maintenance corrective. Il est donné par la relation suivante :

$$MTBF = \frac{\sum \text{Temps de bon fonctionnement}}{\text{Nombre de défaillances (arrêts)}}$$

Le MTBF est représentatif de la FIABILITE de l'équipement : « aptitude d'une entité à accomplir les fonctions requises dans des conditions données pendant une durée donnée ».

I.2 MTTR : Mean Time To Repair

Traduit en français "Moyenne des Temps Totaux de Réparations", qui signifie « temps moyen de réparation d'une panne ». Cet indicateur permet de caractériser la gravité d'une panne et la difficulté de résolution qui en découle. Pour le mesurer, il est nécessaire de répertorier les interventions de maintenance corrective sur un équipement et plus particulièrement le temps mis pour chaque intervention. Il est donné par la relation suivante :

$$MTTR = \frac{\sum \text{Temps de défaillances}}{\text{Nombre de défaillances (arrêts)}}$$

Le MTTR est représentatif de la MAINTENABILITE de l'équipement : « aptitude d'une entité à être remise en état, par une maintenance donnée, d'accomplir des fonctions requises dans les conditions données ».

I.3 Disponibilité : Do

L'indice de performance d'utilisation « universel » est la Disponibilité Opérationnelle (Do) qui se calcule facilement à partir de deux relations précédentes :

$$Do = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR}$$

La disponibilité se calcule également d'une autre façon :

$$Do = \frac{\text{Temps total de bon fonctionnement}}{\text{Temps total d'ouverture de l'équipement}}$$

La DISPONIBILITE se traduit par « une aptitude d'une entité à être en état d'accomplir les fonctions requises dans les conditions données ».

Résultats

A partir des rapports historiques des équipements des années 2016 et 2017, le tableau de l'annexe 03 a été dressé. Ce tableau regroupe les indicateurs de performance (MTBF, MTTR et Do) pour chaque machine ainsi la disponibilité (Do) par catégorie de machine.

La figure suivante représente les résultats du tableau des indicateurs de performances sous forme des diagrammes afin de visualiser et comparer la disponibilité des différentes machines

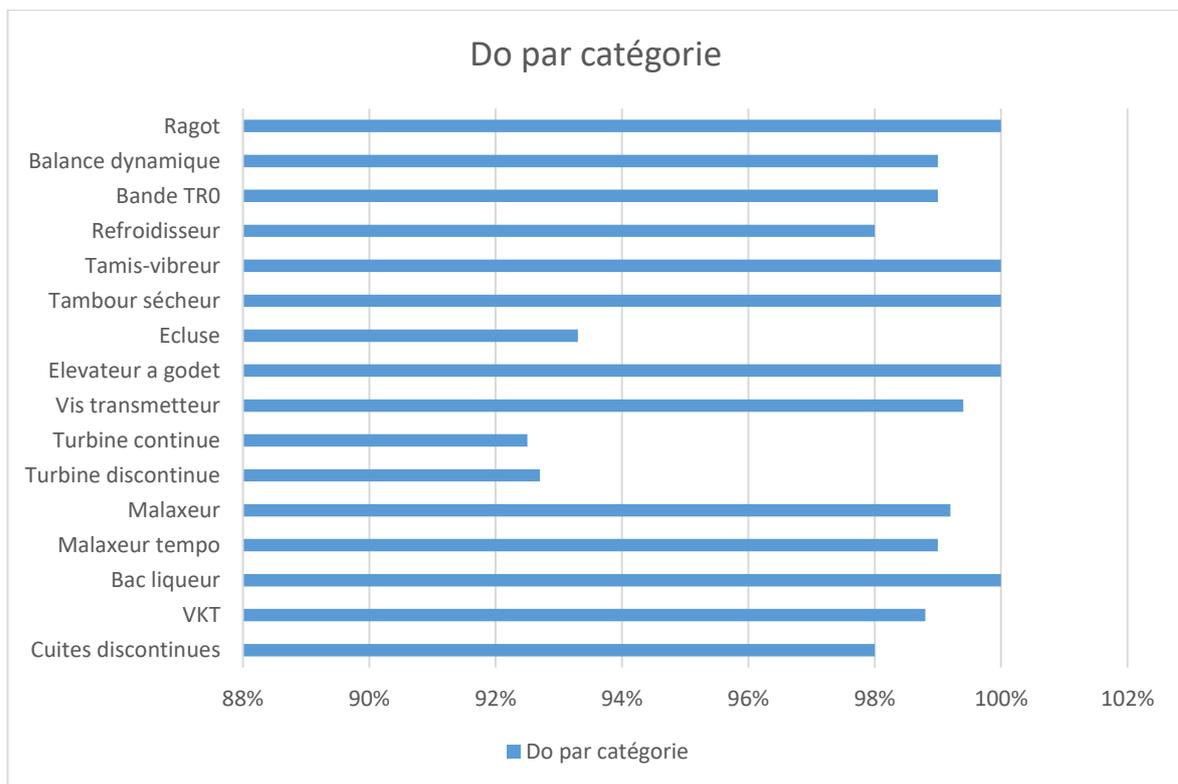


Figure 10: Disponibilité des machines de la station de cristallisation (STG2)

D'après cette figure, nous constatons qu'il y a plusieurs machines : turbine continue, turbine discontinue et l'écluse a roue cellulaire, dont la disponibilité est inférieure à l'objectif du service maintenance des équipements qui est de 96%.

II. Détermination des équipements critiques

II.1 Introduction

Pour le bon fonctionnement d'un service maintenance, il est nécessaire de définir les équipements critiques. La notion de criticité revêt un caractère fondamental en maintenance. En effet puisqu'une attention particulière sera accordée aux équipements critiques en vue d'améliorer leur fiabilité, leur disponibilité et le rendement global de l'entreprise.

Une classification des équipements a été faite pour en tirer les plus névralgiques. Ces équipements vont constituer l'objet de l'étude technique de la mise en place.

II.2 Classification des équipements

II.2.1 Choix de la méthode de classification

Il existe plusieurs méthodes pour apprécier la situation de chaque équipement, nous nous intéressons plus particulièrement à la méthode de la matrice de criticité. Cette méthode tient compte d'un nombre plus important de critères et surtout de leurs interactions, elle consiste à évaluer quantitativement et qualitativement la gravité des défaillances pouvant survenir aux différentes installations ou équipement de l'usine. [8]

Critères	Poids			
	1	2	3	4
Complexité technologique (CT)	Simple : Spécialités demandées moins élevées + Temps d'intervention faible	Peu complexe : Spécialités demandées peu élevées + Temps d'intervention faible	Complexe : Spécialités demandées élevées + Temps d'intervention moyen	Très complexe : Spécialités demandées élevées + Temps d'intervention important
Importance de l'équipement dans le processus de production (IE)	Négligeable : Arrêt sans risque pour la production	Tolérable : Aide à la continuité de la production	Important : Influence sur la productivité + Possibilité de permuter	Stratégique : Arrêt de production + aucune Possibilité de permuter
Taux d'utilisation (TU)	Faible	Moyen	Fort	Saturé
Logistique de la maintenance (LM)	Dépendance externe nulle	Dépendance externe faible	Dépendance externe moyenne	Dépendance externe élevée
Valeur de remplacement à l'identique (VRI)	Négligeable	Peu coûteux	Coûteux	Très coûteux
Impact sur la sécurité (IS)	Très faible	Faible	Moyenne	Grave

Tableau 8: Critères de l'évaluation de la criticité des différents équipements

Nous analysons les incidences d'un dysfonctionnement en les notant de 1 (pas ou peu d'incidence) à 4 (incidence importante) selon les critères principaux choisis en fonction des exigences. Dans cette analyse nous avons veillé à ce que nous touchions tous les aspects qui peuvent intervenir au niveau de la maintenance.

Les critères d'évaluation sont définis ainsi :

- **Complexité technologique (CT)** : Il est lié au niveau et à la diversité de la technicité que doit avoir le personnel d'entretien ainsi la durée d'intervention et l'importance des moyens matériels utilisés.
- **Importance de l'équipement (IE)** : Il est lié à l'influence de la panne sur la productivité de l'unité.
- **Taux d'utilisation (TU)** : Correspond au rapport du temps d'utilisation par rapport au temps d'ouverture de l'équipement.
- **Logistique de la maintenance (LM)** : Il reflète la dépendance du service maintenance à l'extérieur.
- **Valeur de remplacement à l'identique (VRI)** : Correspond au prix d'achat du matériel neuf identique.
- **Impact sur la sécurité (IS)** : Il reflète les degrés d'effets négatifs sur la sécurité.

La criticité se détermine équipement par équipement en multipliant entre elles les valeurs des critères :

$$\text{Criticité} = \text{CT} * \text{IE} * \text{TU} * \text{LM} * \text{VRI} * \text{IS}$$

L'analyse de criticité des équipements par cette méthode permet d'intégrer autant de critères dans le calcul de la criticité de chaque équipement et de classer l'ensemble des équipements par classe (A, B, C, D...), A étant la plus critique.

II.2.2 Analyse de la matrice de criticité

Nous présentons dans cette section les résultats et interprétations de l'analyse de la matrice de criticité effectuée. Nous ferons ressortir essentiellement les équipements à classer dans la classe A.

Les résultats du calcul de la criticité des équipements et leur classification sont illustrées dans le tableau en *annexe 04*.

Afin de distinguer les équipements névralgiques, nous avons fixé le seuil de criticité à 1000 (Classe A). Tout équipement qui a une criticité supérieure à cette valeur sera considéré comme névralgique.

L'analyse du tableau, *annexe 04*, fait apparaître 27% des équipements qui sont critiques (Classe A). Ces équipements sont présentés dans le tableau suivant :

Nb	Catégorie	Equipement	Critères						Criticité	Classe
			CT	IE	TU	LM	VRI	IS		
1	Turbine continue	A,B,C	3	4	4	3	3	3	1296	A
2	Turbine discontinue	R2,R3,R4	3	4	4	3	3	3	1296	
3	Ecluse à roue cellulaire	écluse sortie sécheur, écluse alimentant l'élévateur	2	4	4	3	4	3	1152	
4	Vis transporteur	vis sucre blanc, vis entrée et sortie tambour sécheur	2	4	4	3	4	3	1152	
5	Elévateur a godet	EG1,EG2	2	4	4	3	4	3	1152	
6	Tambour sécheur	TS	2	4	4	3	4	3	1152	

Tableau 9: Classification des équipements critiques par catégorie:

Selon le classement, par la méthode de la matrice de criticité, présenté dans le tableau 9, les actions prioritaires d'amélioration de la maintenance devront cibler ces 6 catégories d'équipements en classe A.

Remarque

La bonne identification des équipements constitue un prérequis à toute démarche d'amélioration des actions de maintenance. Une analyse des indicateurs de performances de tous les équipements existants dans l'entreprise a été réalisés. Puis une détermination des équipements les plus stratégiques a été faite. Ceci en utilisant une méthode basée sur la matrice de criticité qui nous a permis d'énumérer chaque équipement en tenant compte d'un nombre plus importants de critères et surtout de leurs interactions.

L'étape suivante consiste à élaborer une analyse fonctionnelle avec une analyse AMDEC pour ces équipements critiques.

III. Analyse fonctionnelle

III.1 Introduction

L'analyse fonctionnelle d'un équipement aide à comprendre le fonctionnement du système et de déterminer ses sous-ensembles en s'appuyant sur les fonctions qu'il doit réaliser. Lors d'une analyse fonctionnelle les étapes suivantes sont à suivre pour aboutir à déterminer les sous-ensembles de l'équipement [13] :

L'analyse du besoin permet d'exprimer le besoin en se posant trois questions :

- A qui l'équipement rend-il service ?
- Sur quoi l'équipement agit-il ?
- Dans quel but ?

Le besoin est exprimé à l'aide du diagramme suivant :

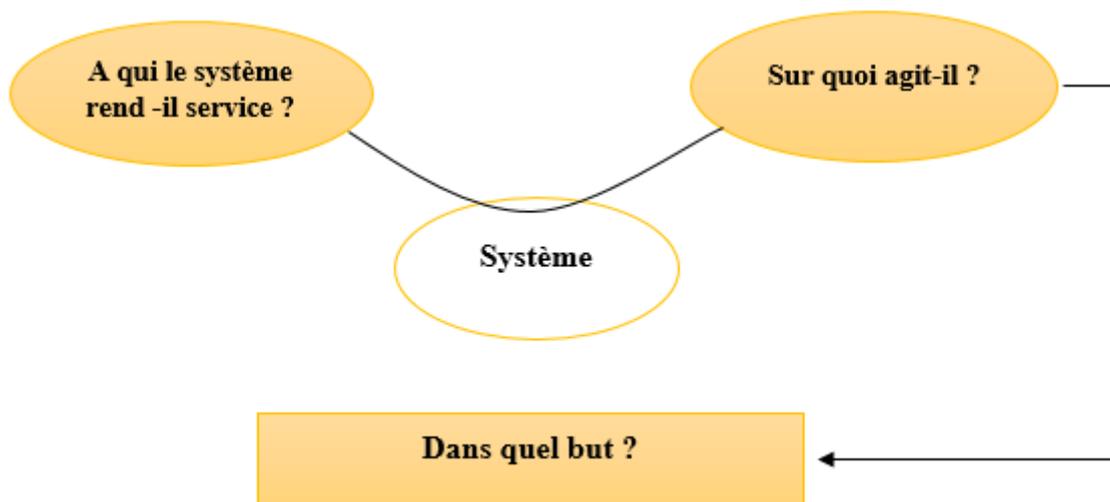


Figure 11: Diagramme de besoin

L'analyse fonctionnelle externe permet d'identifier les relations de l'équipement avec son contexte d'utilisation, afin de dégager des fonctions de service aptes à satisfaire le besoin. Les fonctions de services sont classées en fonctions principales qui traduisent obligatoirement des actions réalisées par l'équipement, et en fonctions contraintes qui traduisent l'adaptation de l'équipement à son milieu extérieur.

Le diagramme des interactions suivant permet de déterminer tous les milieux extérieurs du système à étudier et les fonctions de services :

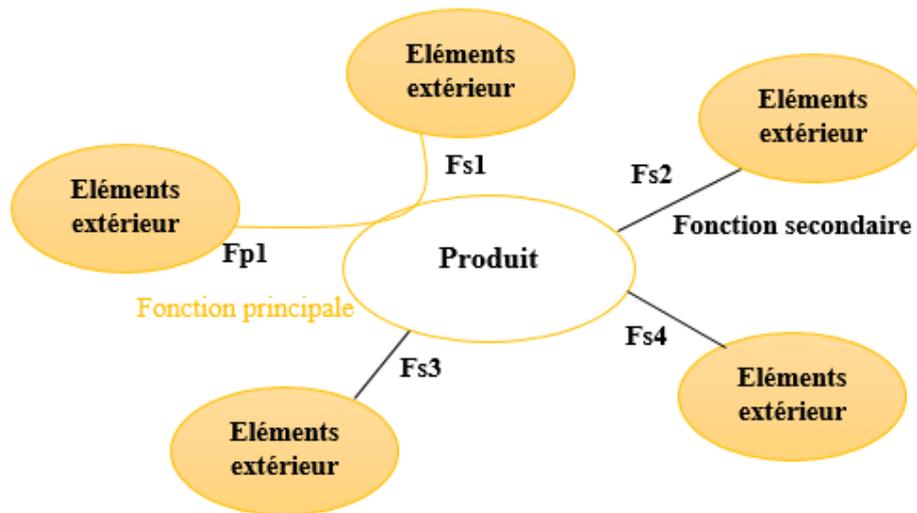


Figure 12: Diagramme des interactions

L'analyse fonctionnelle technique permet de déterminer les fonctions techniques qui contribuent à réaliser une fonction de service par un moyen technique.

Les solutions techniques sont déterminées à l'aide du diagramme FAST (Function Analysis System Technique) suivant :

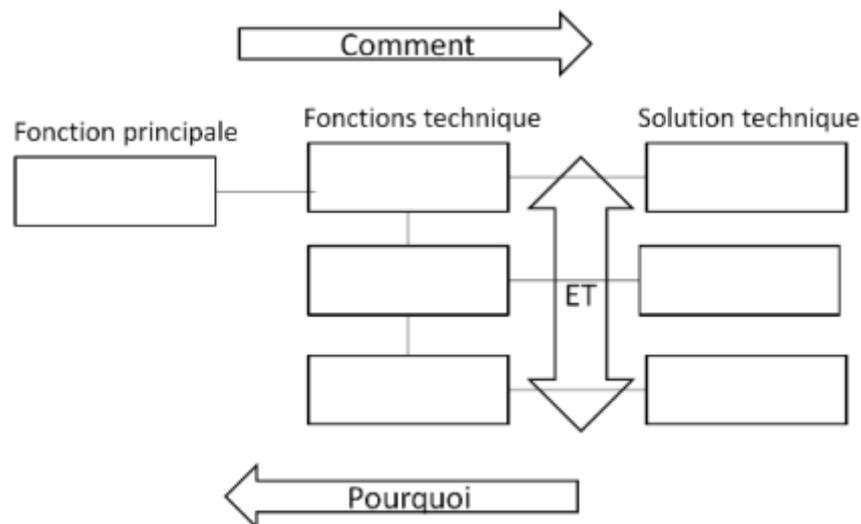


Figure 13: Diagramme FAST

III.2 Analyse fonctionnelle du vis transporteur

III.2.1 Vis transporteuse

- **Fonction d'usage** : transporter le sucre.
- **Diagramme de besoin** :

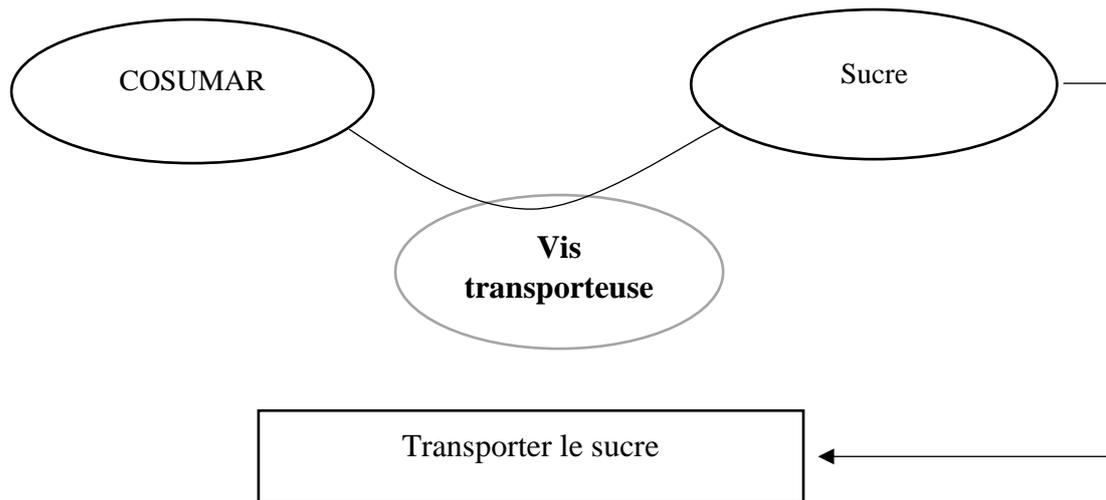


Figure 14: Diagramme de besoin de la vis transporteuse

• **Diagramme des interactions :**

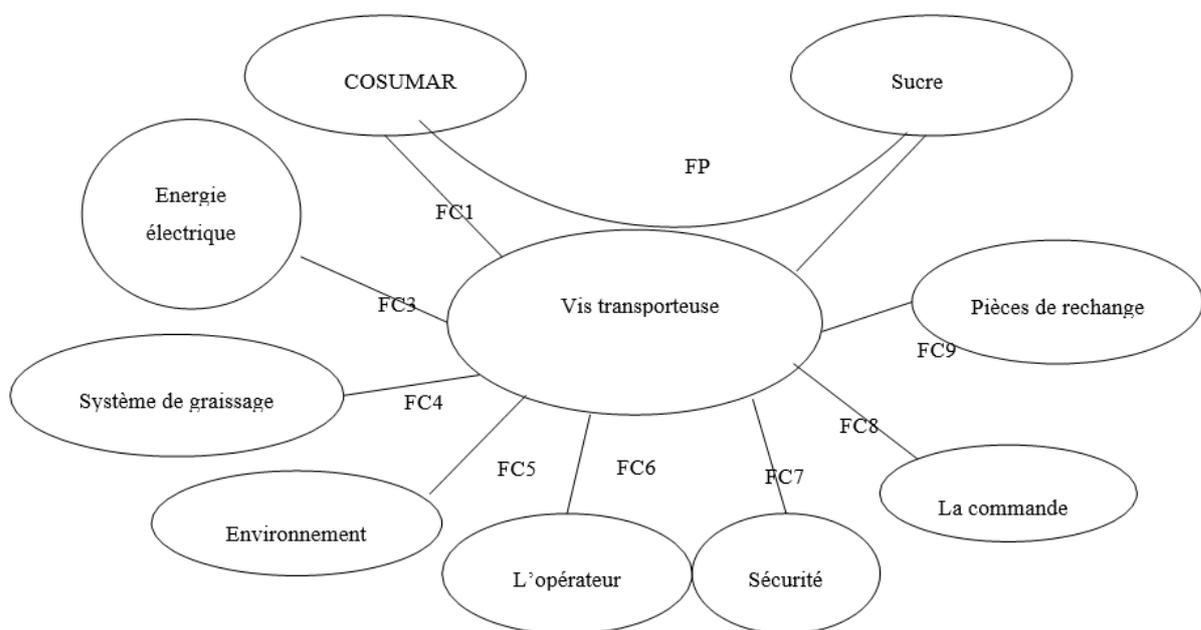


Figure 15: Diagramme des interactions d'une vis transporteuse

La fonction principale :

FP : Assurer le transport du sucre.

Les fonctions de contrainte :

FC1 : S'adapter au besoin de la raffinerie.

FC2 : Déplacer le sucre.

FC3 : Alimenter la vis avec de l'énergie électrique et assurer une consommation minimale d'énergie

FC4 : Assurer la lubrification des composantes de la vis.

FC5 : Résister à l'environnement

FC6 : Assurer la maintenance de la machine.

FC7 : Ne pas présenter des risques pour l'opérateur et les passagers.

FC8 : Etre facile à commander.

FC9 : Assurer la disponibilité des pièces de rechange.

- **Diagramme FAST :**

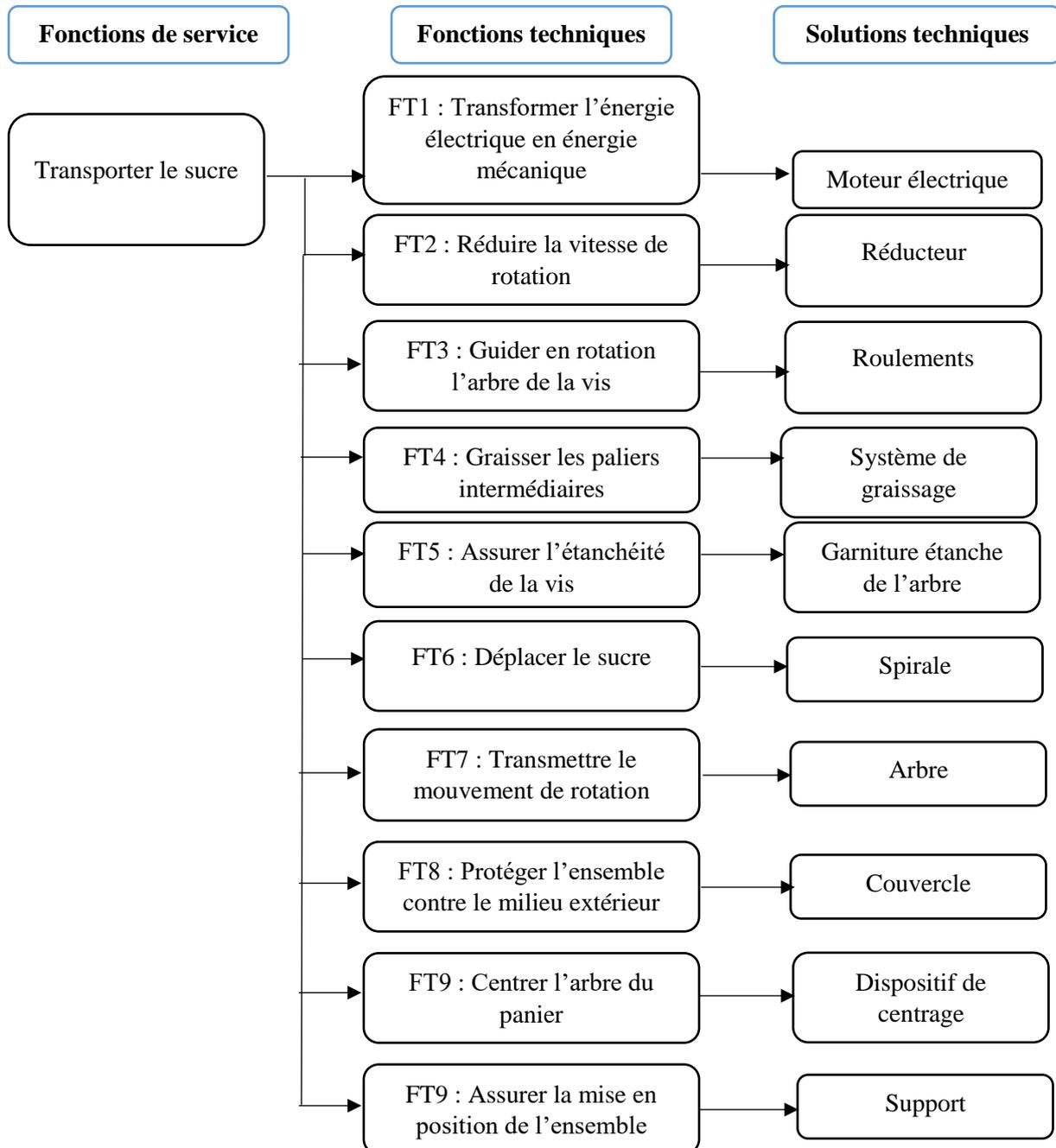


Figure 16: Diagramme FAST de la vis transporteuse

L'analyse fonctionnelle de l'élévateur godets, tambour sécheur, écluse à roue cellulaire, centrifugeuse discontinue et la centrifugeuse continue sont présentés en *annexe 05*. [9]

IV. Présentation de la méthode AMDEC

IV.1 Introduction

L'AMDEC est un procédé systématique permettant d'identifier les modes de défaillances potentielles et de traiter ces défaillances avant qu'elles ne surviennent, en vue de les éliminer ou d'en minimiser les conséquences. C'est une analyse critique basée sur l'historique des équipements. Elle permet de mettre en évidence les points critiques et de proposer des actions correctives ou préventives adaptées. C'est une technique d'analyse qui a pour but d'évaluer et de garantir la fiabilité, la maintenabilité, la disponibilité et la sécurité des machines par la maîtrise de la défaillance. Elle a pour objectif final l'obtention, au meilleur coût, du rendement global maximum des machines de production et des équipements industriels. [3]

Afin d'atteindre à ses objectifs, la méthode AMDEC se base sur les étapes suivantes :

- Décomposition de l'équipement en éléments simples. Cette étape est considérée comme étape-clé de cette méthode, car elle permet de déterminer l'élément responsable de la panne.
- Identification des modes de défaillance de chaque élément.
- Identification des causes probables de la défaillance.
- Identification des effets du mode de défaillance.
- Définir les moyens de détection de la défaillance.
- Évaluer la criticité de chaque équipement.
- Détermination des actions à mener.

Pour évaluer la criticité de chaque élément, on se base sur trois indicateurs suivants : la gravité, la fréquence d'occurrence et la détectabilité. La criticité est alors le produit des trois indicateurs :

$$C=F*G*D$$

Les tableaux suivants nous donnent les critères de chaque indicateur :

<i>F : Fréquence d'occurrence</i>		
Notation	Occurrence	Critère
1	Pratiquement inexistante	Anomalie pratiquement inexistante sur du matériel similaire en exploitation (moins d'une anomalie par an)
2	Rare	Anomalie rarement apparue sur du matériel similaire en exploitation (1 anomalie par an)
3	Occasionnelle	Anomalie apparue occasionnellement sur du matériel similaire en exploitation (1 fois par semestre)
4	Fréquente	Anomalie apparue fréquemment sur du matériel similaire en exploitation (1 fois par mois)

Tableau 10: Critères de fréquence d'occurrence:

<i>G : Gravité</i>		
Notation	Gravité	Critères
1	Mineur	Défaillance minime ne provoquant pas d'arrêt de production, et aucune dégradation notable du matériel
2	Significatif	Défaillance provoquant un arrêt de production, et nécessitant une petite intervention ($10\text{min} < T < 1\text{h}$)
3	Moyenne	Défaillance moyenne provoquant un arrêt de production ($1\text{h} < T < 1\text{J}$), dommage matériel mineur
4	Critique	Défaillance majeure provoquant un arrêt de production ($T > 1\text{J}$), dommage matériel important
5	Catastrophique	Défaillance provoquant un arrêt impliquant des problèmes de sécurité des personnes

Tableau 11: Critères de gravité

<i>D : Détection</i>		
Notation	Détection	Définition
1	Totale	Les dispositions prises assurent une détection totale de la cause initiale ou de l'anomalie (signe avant l'apparition de la défaillance évidente)
2	Probable	L'anomalie est détectable mais le risque de ne pas être perçue existe (signe avant l'apparition de la défaillance facilement détectable)
3	Faible	L'anomalie est difficilement détectable
4	Aucune	Rien ne permet de détecter l'anomalie avant que l'effet ne se produise (aucun signe avant l'apparition de la défaillance)

Tableau 12: Critères de détection

Afin de déterminer les sous-ensembles critiques, il convient de déterminer un seuil de criticité. Le seuil de criticité choisi à partir duquel les modes de défaillance sont considérés critiques est 12, il correspond à une gravité moyenne, une fréquence d'occurrence rare et une détection probable.

Ainsi les composants de chaque équipement sont classés selon le critère suivant :

Criticité	Classement du composant
Supérieure strictement à 12	Elément critique
Inférieure ou égale à 12	Elément non critique

Tableau 13: Seuil de criticité

Remarque :

L'évaluation de la criticité permettra de hiérarchiser les modes de défaillance et de déterminer les points les plus critiques sur lesquels on doit focaliser l'attention et de déterminer les actions préventives à mener pour les fiabiliser.

IV.2 Application de la méthode AMDEC sur les équipements névralgiques

Les tableaux AMDEC ont été établis en étudiant les fonctions techniques de ces équipements. Ces fonctions sont issues de la décomposition fonctionnelle de chaque équipement, de l'expérience des opérateurs et de l'historique des pannes disponibles à l'usine. L'attribution des notations se fait selon les tableaux illustrés ci-dessus.

Le tableau AMDEC du vis transporteur est présentés dans la page suivante.

Les AMDEC des autres équipements à savoir l'élévateur godets, tambour sécheur, écluse à roue cellulaire, centrifugeuse discontinue et la centrifugeuse continue sont présentés en *annexe 06*.

Date de mise en œuvre: 29/03/2018			AMDEC Moyen			Equipement : VIS TRANSPORTEUR Type: VIS INCLINE,VIS SUCRE BLANC,VIS ENTREE/SORTIE TAMBOUR				
Elément	Fonction	Mode de défaillance	Cause de défaillance	Effet de défaillance	Détection	G	F	D	C	Actions préventive/correctives
Moteur électrique	Transformer l'énergie électrique en énergie mécanique	Bobinage grillé	Surintensité	Arrêt du moteur, arrêt de la vis	Arrêt du moteur, mesure de la résistance des enroulements	4	1	3	12	*Rebobinage du moteur *Changement des roulements *Usinage des portées des roulements
			Manque de phase	Arrêt du moteur, arrêt de la vis	Arrêt du moteur, mesure de la résistance des enroulements	4	1	3	12	
			Cour circuit	Arrêt du moteur, arrêt de la vis	Arrêt du moteur, mesure de la résistance des enroulements	4	1	3	12	
		Usure des roulements	Manque de graissage, désalignement, durée de vie	Arrêt du moteur, arrêt de la vis	Contrôle du bruit	4	1	3	12	
		Usure des portées des roulements	Désalignement	Vibration, arrêt du moteur, arrêt de la vis	Contrôle du bruit et des vibrations	4	1	3	12	
Réducteur	Réduire la vitesse, augmentation du couple	Usure des pignons	Manque de lubrifiant	Arrêt de la vis	Contrôle du bruit	4	1	3	12	*Contrôle du niveau d'huile *Changement des pignons *Changement des roulements *Changement des joints
			Fatigue	Arrêt de la vis	Contrôle du bruit	4	1	3	12	
		Cassure des dentures	Fatigue	Blocage de l'arbre, arrêt de la vis	Contrôle du bruit	4	1	3	12	
		Usure des roulements	Durée de vie	Blocage de l'arbre, arrêt de la vis	Contrôle du bruit	4	1	3	12	
		Usure des joints d'étanchéité	Frottement	Usure des pignons, arrêt de la vis	Contrôle des fuites	4	1	3	12	
Palier d'entraînement	Guidage de l'arbre en rotation	Cassure des roulements	Surcharge	Blocage de l'arbre, arrêt de la vis	Contrôle du bruit	4	1	4	16	* Changement des roulements *Contrôle et graissage systématique des roulements *Changement systématique des roulements *Usinage des portées des roulements *Graissage systématique des paliers
			Mauvais graissage	Blocage de l'arbre, arrêt de la vis	Contrôle du bruit	4	2	4	32	
		Usure des roulements	Durée de vie	Blocage de l'arbre, arrêt de la vis	Contrôle du bruit	4	2	2	16	
		Usure des portées des roulements	Manque de graissage	Bruit	Contrôle du bruit et des vibrations	3	1	2	6	
Palier de renvoi	Guidage de l'arbre en rotation	Cassure des roulements	Surcharge	Blocage de l'arbre, arrêt de la vis	Contrôle du bruit	4	1	4	16	* Changement des roulements *Contrôle et graissage systématique des roulements *Changement systématique des roulements *Usinage des portées des roulements *Graissage systématique des paliers
			Mauvais graissage	Blocage de l'arbre, arrêt de la vis	Contrôle du bruit	4	2	4	32	
		Usure des roulements	Durée de vie	Blocage de l'arbre, arrêt de la vis	Contrôle du bruit	4	2	2	16	
		Usure des portées des roulements	Manque de graissage	Bruit	Contrôle du bruit et des vibrations	3	1	2	6	
Paliers intermédiaires	Guidage en rotation, répartir le poids de l'arbre pour éviter sa flexion	Usure des roulements	Durée de vie	Blocage de l'arbre, arrêt de la vis	Contrôle du bruit	4	2	3	24	
			Manque de la graisse	Blocage de l'arbre, arrêt de la vis	Contrôle du bruit	4	2	3	24	

Système de graissage automatique	Assurer le graissage du palier du centre	Déchargement de la batterie	Durée de vie	Usure du palier du centre	Contrôle, arrêt du graissage	2	3	2	12	*Changement de la batterie *Nettoyage des tuyauteries
		Tuyauteries obturées	Présence des impuretés	Usure du palier du centre	Contrôle, mauvais graissage	2	2	2	8	
Arbre	Assurer la rotation de la spirale de ruban	Cassure	Torsion de l'arbre	Arrêt de la vis	Contrôle du tachymètre	4	2	1	8	*Changement de l'arbre *Nettoyage et contrôle systématique de l'état de l'arbre
		Fissure	Surcharge	Risque de cassage de l'arbre	Contrôle	3	2	3	18	
Garniture étanche de l'arbre	Assurer l'étanchéité de la vis	Usure de la tresse	Durée de vie	Perte du sucre	Contrôle des fuites de la matière	2	3	2	12	*Changement de la tresse *Graissage de la bride *Serrage des goujons
		Usure de la bride	Mauvais graissage	Perte du sucre	Contrôle des fuites de la matière	2	3	2	12	
		Desserrage des goujons	Vibration	Perte du sucre	Contrôle des fuites de la matière	1	2	2	4	
Spirale de ruban	Assurer le déplacement du sucre	Cassure	Fatigue surcharge	Arrêt du déplacement du sucre	Contrôle	4	2	1	8	*Changement de la spirale *Nettoyage et contrôle systématique de l'état de la spirale
		Fissure	Surcharge	Mauvais déplacement de la matière	Contrôle	3	2	3	18	

Tableau 14: AMDEC du vis transporteur

Conclusion

Suite à cette analyse, les sous-ensembles critiques de chaque équipement sont déterminés à l'aide du seuil de criticité choisi. Le tableau suivant résume les résultats obtenus à l'aide de la démarche AMDEC :

Equipements	Sous-ensembles critiques
Elévateur à godets	Les paliers d'entraînement et de renvoi
	La bande
Tambour sécheur	Système de transmission à chaîne
	Galets porteurs
	Paliers des galets porteurs
	Galets de retenu
	Roulements des galets de retenu
Vis transporteur	Paliers d'entraînement
	Paliers de revoie
	Paliers intermédiaires
	Arbre et spirale
Ecluse à roue cellulaire	Accouplement élastique
	Paliers
	Roue cellulaire
Centrifugeuse discontinue	Charrue de déchargement
	Tête d'entraînement
	L'arbre
	Tamis de recouvrement
Centrifugeuse continue	Les manchettes des vannes du dispositif de séparation des égouts
	La courroie du système de transmission de mouvement
	L'arbre
	Tamis de recouvrement
	Boîte à roulement
Ressorts en caoutchouc	

Tableau 15: Les sous-ensembles critique

Chapitre IV : Mise en place des plans de maintenance préventive, paramétrage du progiciel SAP et étude économique

Dans ce chapitre, nous présentons les plans de maintenance préventive des équipements névralgiques cités dans le chapitre précédent. Ceci en se basant sur les résultats de l'analyse AMDEC et en combinant ces résultats avec le retour d'expérience des agents de maintenance et les préconisations des constructeurs. Ensuite nous paramétrons ces plans de maintenance préventive dans le progiciel SAP. Enfin nous évaluerons la rentabilité de la maintenance préventive vers la fin de ce chapitre.

I. Plan de maintenance préventive

I.1 Elaboration d'un plan de maintenance préventive

Elaborer un plan de maintenance préventive, c'est décrire toutes les opérations de maintenance préventive qui devront être effectuées sur chaque organe. La réflexion sur l'affectation des opérations de maintenance se fait en balayant tous les organes de la décomposition fonctionnelle et en tenant compte de leur technologie, de leur environnement (sec, humide, poussiéreux, chaud, non couvert, etc.), de leur utilisation, de leur probabilité de défaillance et de leur impact sur la production et sur la sécurité (humaine et matérielle).

L'affectation des opérations de visite ou de contrôle a comme objectif de détecter les effets des dysfonctionnements qui peuvent arriver sur chacun de ces organes. Il faut donc avoir connaissance de la nature, de la gravité et de la probabilité d'apparition des défaillances.

Pour chaque organe, lors de l'affectation des opérations et de la définition des périodicités, on se pose la question « Est-ce nécessaire et suffisant ? » afin de conforter la réflexion.

Lorsque la fréquence des contrôles est élevée, en raison de la probabilité importante de l'apparition de défaillances, on devra tenter de trouver la solution pour éliminer complètement ce dysfonctionnement. [7]

Les différentes sources qui nous aident à définir les opérations de maintenance préventive sont :

- Les documents techniques constructeurs
- L'expérience de chacun (dépanneurs et conducteurs de machine)
- Les historiques de la machine concernée
- La base de données des organes très courants
- Les valeurs MTBF
- Les conditions d'utilisation (taux d'engagement, environnement...)

I.2 Plan de maintenance préventive des équipements névralgique

Après l'analyse et le classement des défaillances des équipements par la méthode AMDEC et après avoir consulté les catalogues pour sélectionner les travaux préventifs préconisés par les constructeurs, il ne nous reste qu'à associer à chaque action préventive une périodicité, en tenant compte de sa criticité, afin que l'action sur la cause élimine la probabilité de défaillances.

Les périodes de contrôle et d'inspection préventives proposées sont les suivantes :

- **J** : Travaux à réaliser chaque **jour**
- **H** : Travaux à réaliser chaque **semaine**

- **M** : Travaux à réaliser chaque **mois**
- **T** : Travaux à réaliser chaque **trimestre**
- **S** : Travaux à réaliser chaque **semestre**
- **A** : Travaux à réaliser chaque **année**
- **nA** : Travaux à réaliser chaque **N année**

Les études que nous avons faites (AMDEC, calcul de MTBF, préconisations des constructeurs ainsi la communication avec les agents de maintenance) nous ont permises de dégager des actions préventives, à prendre en compte dans le plan de maintenance préventive des équipements et les associer avec les périodicités convenables.

Le plan de maintenance préventive des équipements que nous avons proposé pour améliorer les performances de la maintenance a la forme suivante :

		PLAN DE MAINTENANCE PREVENTIVE EQUIPEMENT: ECLUSE A ROUE CELLULAIRE CATEGORIE: ECLUSE SORTIE SECHEUR,ECLUSE ALIMENTANT L'ELEVATEUR					N° FICHE MAINTENANCE:					
Division Poste de travail	N° d'équipement	Recueil des opérations	Marche	Arrêt	Intervenants	Durée en H	Périodicité					
							J	H	M	T	S	A

Tableau 16: La forme du plan de maintenance préventive des équipements

Voir le plan de maintenance préventive (*annexe 07*) pour chaque catégorie d'équipement :

Ecluse à roue cellulaire : écluse sortie sécheur, écluse alimentant l'élévateur, *Elévateur à godet* : EG1 et EG2, *Tambour sécheur à sucre* : TS, *Turbine continue*, *Turbine discontinue* et *Vis transporteur* : vis incliné, vis sucre blanc et vis entrée/sortie tambour sécheur.

II. Paramétrage des plans de maintenance préventive des équipements névralgique

Après avoir créé et optimisé les plans de maintenance préventive des équipements critiques de la station de production STG2, il est indispensable d'intégrer l'ensemble des informations qui s'y rapportent sur le système de gestion de la maintenance, à savoir SAP. Nous allons commencer par présenter le progiciel utilisé avant d'explicitier les étapes d'intégration des plans de maintenance de ces équipements. [14]

II.1 Définition SAP

Fondée à Waldorf (Allemagne) en 1972, SAP est le premier fournisseur mondial de logiciels interentreprises, et le troisième fournisseur mondial de logiciels. SAP emploie près de 28 900 personnes dans plus de 50 pays. Le produit phare de SAP, baptisé R/3 (R pour Release, 3 pour

troisième génération) est le leader des ERP (Entreprise Resource Planning ; progiciel de gestion intégré).

SAP est un système évolutif, à l'écoute du marché et tenant de répondre aux besoins des entreprises.

C'est un logiciel qui ne se programme pas, mais qui se paramètre par le biais de table prédéfinis. Il est composé d'un module de base qui comporte :

- Une gestion de fichiers (principalement un SCBG)
- Plusieurs milliers de tables à paramétrer
- Des rapports standards prédéfinis
- Un module de programmation
- Modules principaux (gestion comptable, ventes et expéditions, ressources humaines, gestion des matières, gestion de la qualité, suivi de la maintenance, gestion de la production, gestion des projets, flux dans l'entreprise)
- Nouveaux modules appelés aussi New Dimension Product (gestion du planning, gestion magasins, e-business, gestion clients, gestion achats)

La structure SAP composée des modules de base se représente comme suit :



Figure 17: Les modules de SAP

II.2 Module PM (Plan de maintenance)

Le module PM permet de gérer tous les aspects de l'entreprise, mais également servir pour la maintenance chez les clients. Le but du module PM est :

- Gérer la maintenance (gestion d'un historique).
- Entretien préventifs.
- Entretien correctifs en cas de casse ou de panne.

- Eléments techniques (assemblages, équipements, localisation fonctionnelles).
- Ressources (outils, machines, matériels, planning, poste de travail, capacité).

II.3 Paramétrage des plans de maintenances préventives

Selon SAP, la maintenance préventive est répartie en deux grandes catégories : La maintenance systématique, et la maintenance conditionnelle. La maintenance systématique et la maintenance préventive qui s'exécute à des intervalles réguliers. La maintenance conditionnelle est le type de maintenance préventive exécuté lorsqu'une condition correspond à une plage de valeurs définis. Dans notre cas, nous nous focaliserons sur la maintenance systématique : les plans de maintenance des différentes machines de la ligne s'exécuteront de façon systématique dans des intervalles réguliers, selon les actions préventives élaborées pour chaque machine.

Les plans de maintenance systématique sous SAP sont à leur tour répartis en deux catégories, selon le type de planification choisi :

Plans à cycle individuel : pour ce type de plans, la planification se fait selon l'intervalle de temps selon lequel chaque plan de maintenance préventive apparaîtra sur le système, et devra être exécuté. Il faudra alors distinguer entre : Plan Quotidien, plan hebdomadaire, plan mensuel, plan trimestriel, ...

Plans avec stratégies : En plus de la planification selon les intervalles de temps fixes comme pour les plans de cycle individuel, ce type de plan permet de rassembler plusieurs plans en un seul, même si leurs intervalles d'apparition sont différents. En effet, pour ce type de plan, il est possible de n'avoir qu'un seul plan préventif avec des opérations de différentes fréquences. Il faut définir une stratégie de paramétrage du plan préventif, et affecter une fréquence à chaque opération. Le système alors se chargera du calcul des intervalles de temps, et de l'affichage des actions préventives à réaliser. Le plan sera alors « dynamique », et son contenu changera en fonction des fréquences de temps.

La partie paramétrage des plans de maintenance préventive sur le progiciel SAP se fait en plusieurs étapes, à savoir : création de la gamme et création du plan.

II.3.1 Création de la gamme

Chaque plan préventif sous SAP, possède une gamme propre à lui. Dans cette gamme, est défini l'équipement en question, à travers son code SAP, le poste responsable (Mécanique, Electrique, ou Opérateur), c.-à-d. qu'il s'agisse d'une gamme d'un plan préventif comportant des actions purement mécaniques, dont l'exécution sera la responsabilité de l'équipe des mécaniciens, d'une gamme d'un plan préventif comportant des actions qui seront affectées à l'équipe des électriciens, ou bien d'une gamme d'un plan préventif comportant des actions généralement journalières, ne nécessitant presque aucune connaissance technique, et qui seront déléguées aux

opérateurs et conducteurs des machines, tels que le nettoyage par exemple. La figure suivante représente la première étape de création d'une gamme. Cette étape consiste à renseigner le groupe de l'équipement correspondant à la gamme à créer, et le jour de référence de création de la gamme.

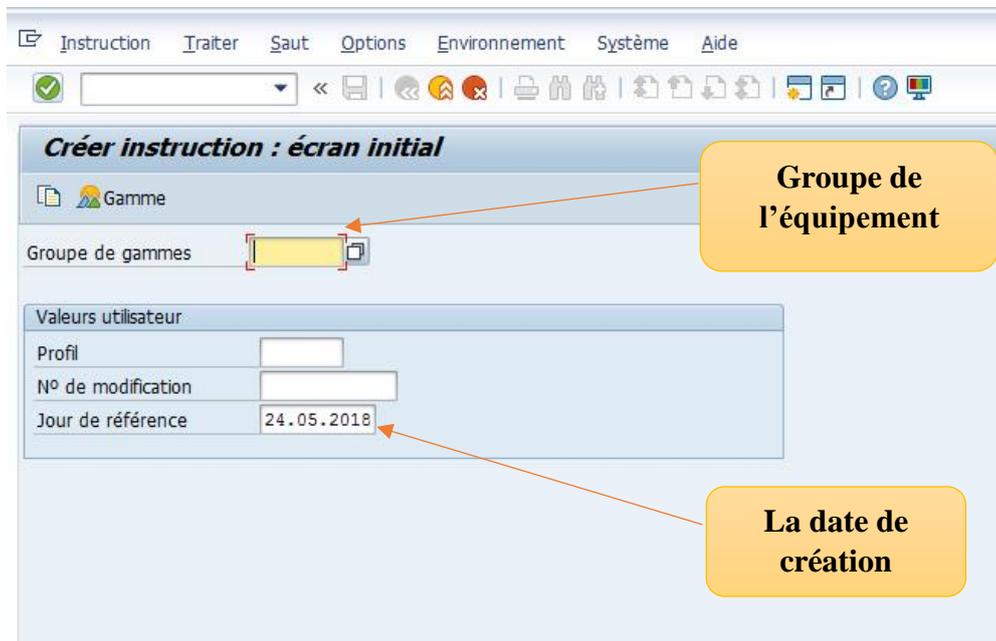


Figure 18: Création d'une gamme

Après avoir déterminé ces informations, le système génère une nouvelle fenêtre où l'utilisateur doit donner un nom à sa gamme, ainsi que renseigner certaines informations tel que le poste de travail qui interviendra et exécutera les actions comprises dans la gamme (mécanique, électrique, ou conducteurs de machines), le service, l'usine, et le type de stratégie d'entretien. Le choix du type de stratégie dépend entièrement du plan préventif à paramétrer. Il est possible de créer une nouvelle stratégie pour correspondre à la fréquence de réalisation du plan préventif à paramétrer. Dans notre cas, toutes les stratégies dont nous aurons besoin lors de la phase de paramétrage existent déjà sur le système, donc nous n'aurons pas besoin d'en créer.

Dans cet exemple, il s'agit d'une gamme pour un plan préventif mécanique MTSA pour les vis sucre blanc R2/R3/R4.

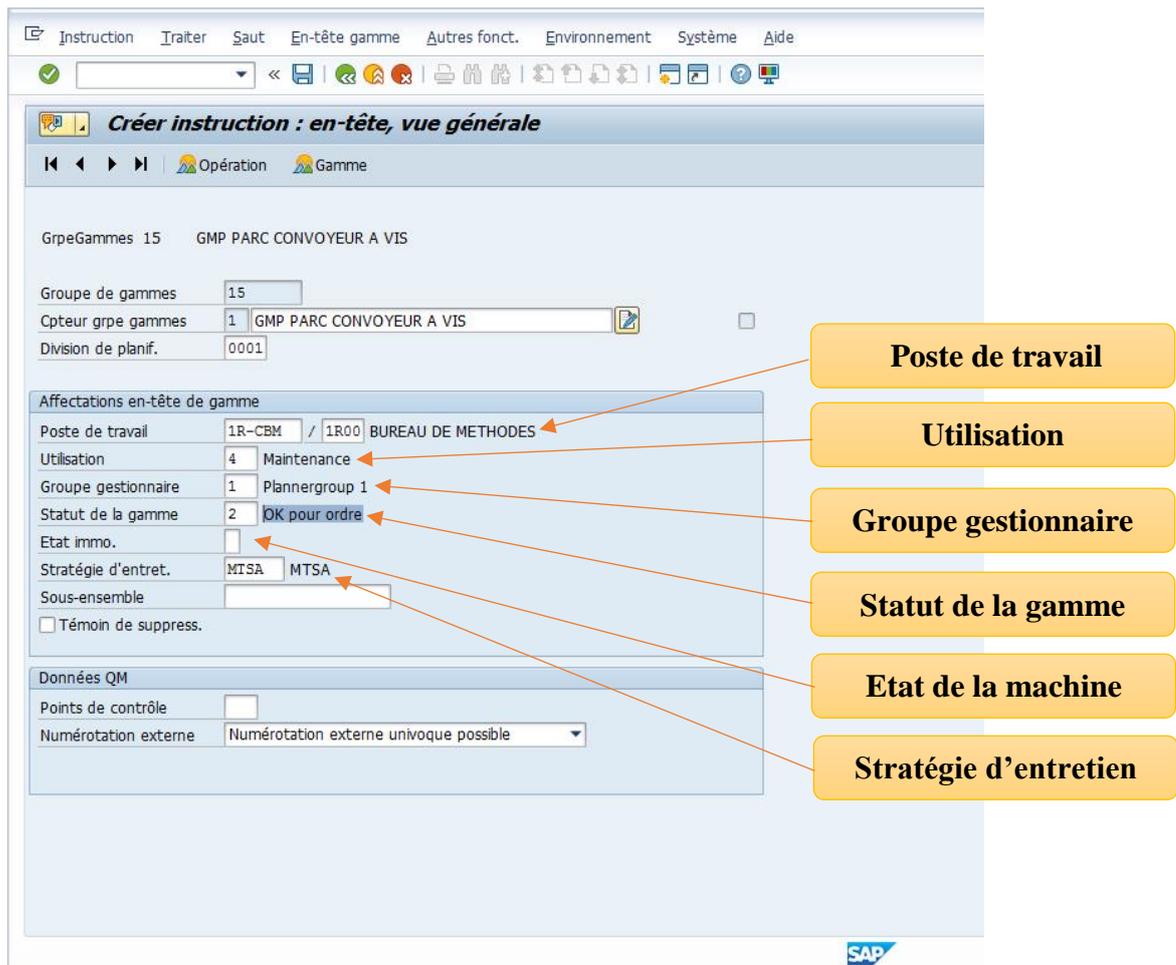


Figure 19: Renseignement sur la gamme des vis sucre blanc R2/R3/R4

Ensuite, il faut renseigner les opérations préventives à exécuter. SAP offre la possibilité d'énumérer les différentes opérations préventives de la gamme, chacune dans une cellule du tableau ci-dessous, et de déterminer le nombre d'exécutants, la durée estimée de l'intervention ainsi que d'autres informations plus détaillées sur l'opération. Il est possible aussi de décrire l'opération ou bien de rajouter quelques spécificités, indiquer l'outillage à utiliser ... et cela dans la zone texte propre à chaque opération.

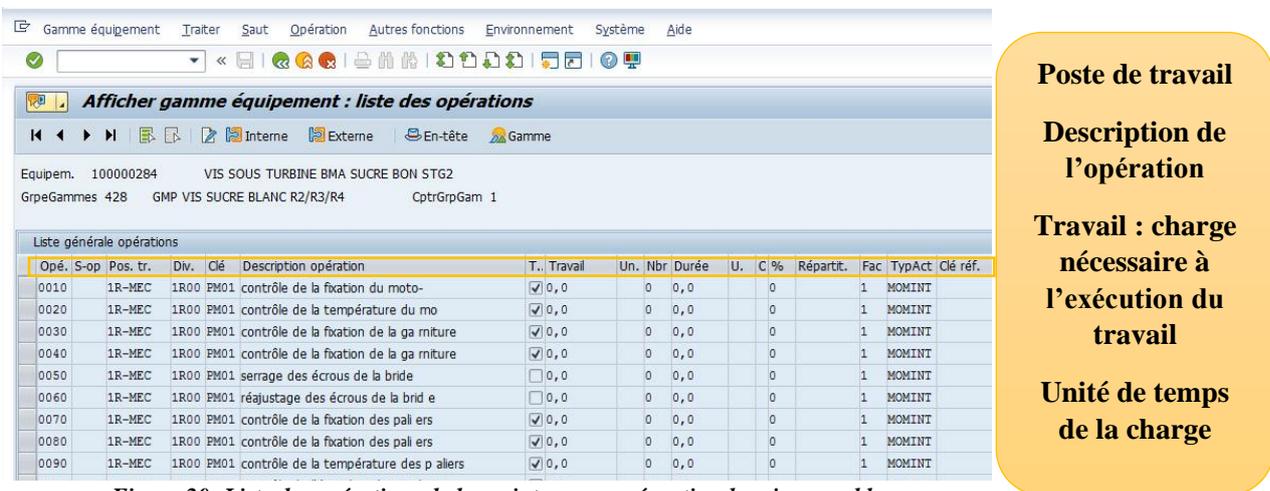


Figure 20: Liste des opérations de la maintenance préventive des vis sucre blanc

Après avoir défini les opérations de maintenance préventive, il faut déterminer la fréquence d'exécution des opérations préventives. En effet, SAP offre la possibilité de déterminer une fréquence pour chaque opération ou action préventive du tableau. Le paramétrage des plans avec stratégie permet de rassembler plusieurs actions de différentes fréquences dans la même gamme.

Bien que nous n'ayons pas énuméré les actions dans le tableau, nous avons toujours besoin de déterminer une fréquence pour notre plan parmi celles proposées par la stratégie choisie.

Dans le cas traité, il s'agit d'une gamme avec stratégie MTSA des vis sucre blanc R2/R3/R4. Cette stratégie offre plusieurs possibilités : planifier des actions préventives avec une fréquence de réalisation d'un mois, trois mois, six mois et un an.

Le plan à planifier est un plan mensuel, donc nous avons choisis un mois comme fréquence, et cela en cochant tous les cases de la stratégie MTSA.

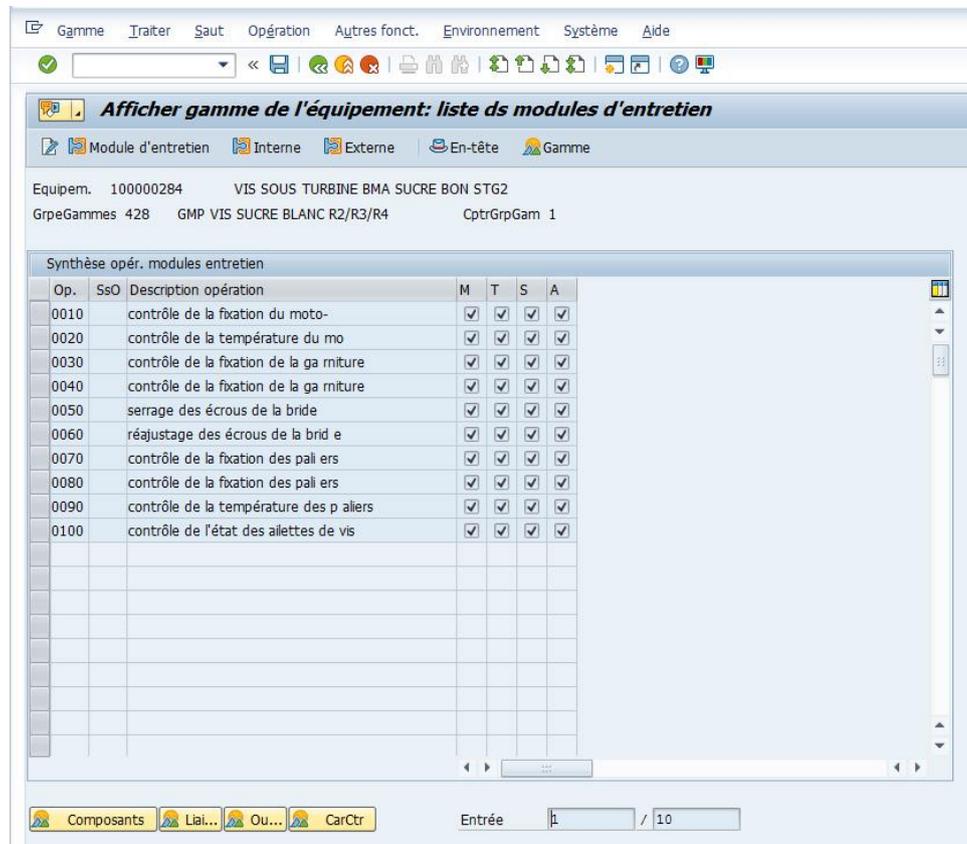


Figure 21: La fréquence de réalisation du plan préventif des vis sucre blanc R2/R3/R4

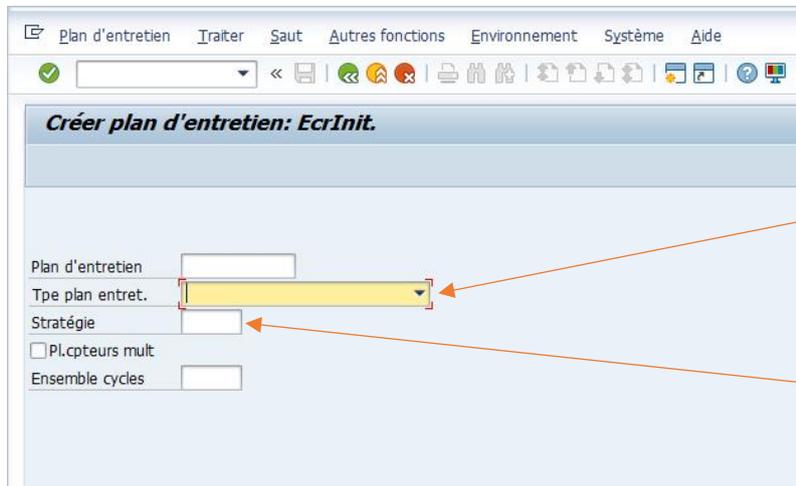
Après avoir défini tous ces composants, il ne reste plus qu'enregistrer pour qu'un message s'affiche confirmant la création de la gamme.

II.3.2 Création du plan de maintenance préventif

Avant de créer un plan, il faut tout d'abord définir la nature du plan à créer : un plan préventif conditionnel, un plan préventif systématique avec stratégie, ou bien un plan préventif systématique sans stratégie.

Le type de plan choisi par l'équipe de maintenance et qui sera programmé pour les vis sucre blanc R2/R3/R4, est le plan préventif systématique avec stratégie.

La création du plan préventif commence par déterminer certaines informations tels que le code de l'équipement, le poste responsable, l'état de la machine lors de l'intervention (en marche ou en arrêt), la stratégie de paramétrage, ...

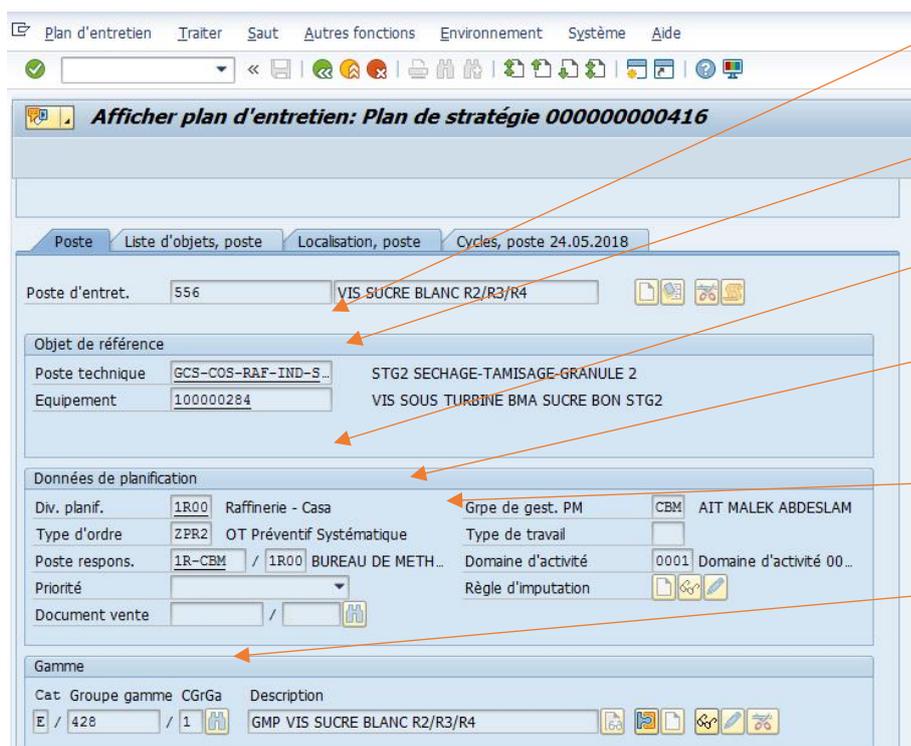


Type plan d'entretien :
PM ordre maintenance

Stratégie du plan
d'entretien

Figure 22: Création du plan préventif

Ensuite, il faut faire appel à la gamme déjà créée, qui contient les opérations et actions préventives. En lançant la recherche de la gamme, SAP effectue une recherche selon deux critères : le code de l'équipement, et la stratégie choisie. La recherche terminée, SAP affiche toutes les gammes concernant l'équipement en question et qui ont la même stratégie de paramétrage.



Poste technique

Choix de l'équipement

Division de planification

Type d'ordre

Poste responsable

Affectation de la gamme

Figure 23: Renseignement sur le plan préventif des vis sucre blanc R2/R3/R4

Après avoir choisie la gamme, il ne reste plus qu'à enregistrer le plan préventif. Cependant, SAP offre plusieurs options qui permettent de faciliter la planification des actions préventives. Nous avons fait appel à deux d'entre ces options lors du paramétrage des plans préventifs.

La première option permet de déterminer l'horizon d'ouverture, afin d'afficher les plans préventifs planifiés quelques jours avant leurs dates réelles de réalisation, laissant ainsi le temps au responsable pour planifier et affecter les actions de maintenance aux équipes mécaniciens et électriciens. L'horizon d'ouverture est déterminé lors du paramétrage de chaque plan.

La deuxième option permet de déterminer l'intervalle d'appel de chaque plan, en d'autre terme, SAP prendra en considération d'afficher tous les plans qui devront être réalisé pendant cet intervalle. Cette option permet d'avoir une meilleure visibilité sur les plans à venir, et donc une meilleure planification des actions préventives.

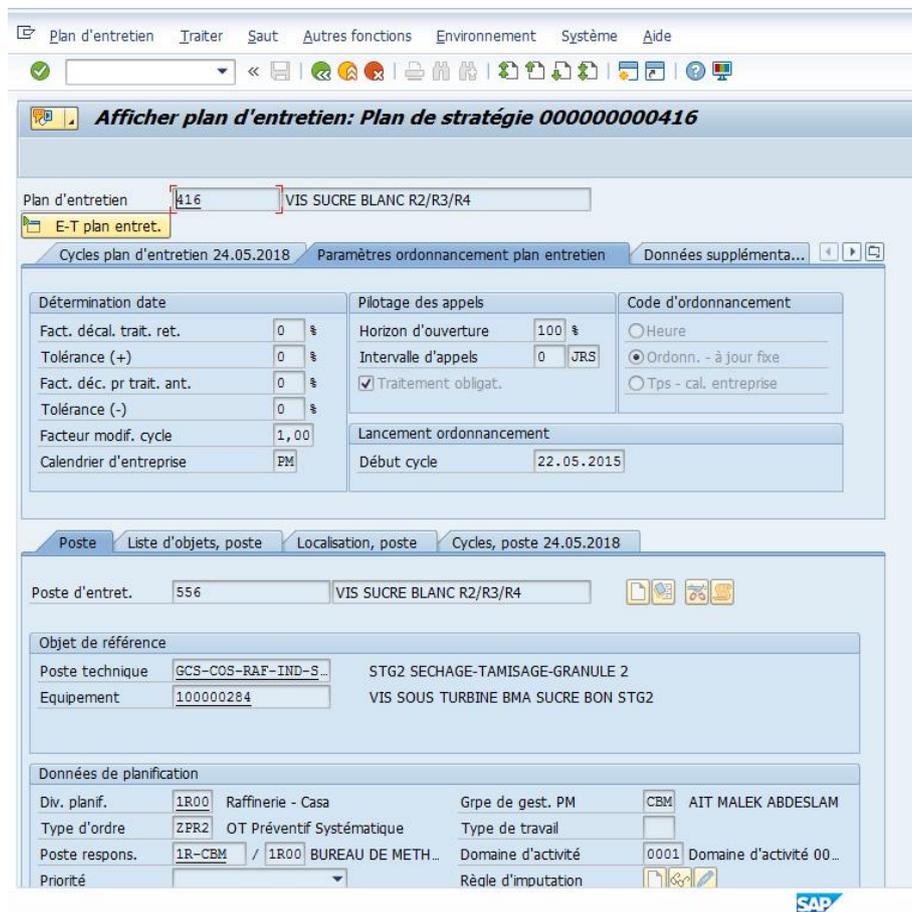


Figure 24: Détermination de l'horizon d'ouverture et de l'intervalle d'appel du plan

Une fois toutes ces informations renseignées, il ne reste plus qu'enregistrer le plan préventif. Avant d'enregistrer le plan, SAP génère une fenêtre où il est demandé de définir la date du début du cycle du plan. C'est sur cette date que le système se basera pour calculer les intervalles de temps et fréquences, et générera les plans préventifs.

III. Etude économique

L'objectif principal de ce projet est l'amélioration de la disponibilité des équipements névralgiques de la raffinerie en élaborant des plans de maintenance préventive. Mais ce projet ne peut être mis en place qu'après l'estimation des coûts de maintenance. Pour cela, une étude économique a été réalisée pour estimer le coût annuel de la maintenance préventive et de le comparer aux dépenses que peut engendrer un arrêt imprévu d'un équipement névralgique. [5]

Le coût total de maintenance est lié aux coûts directs de la maintenance ainsi qu'aux coûts d'indisponibilité de l'équipement :

- **Coûts directs de la maintenance** : ils regroupent le coût de la main d'œuvre, le coût des pièces de rechange ou des produits, le coût d'outillage et le coût de la sous-traitance.
- **Coûts d'indisponibilité de l'équipement** : ils prennent en compte les coûts de pertes de production et les coûts de non qualité.

III.1 Coût de la maintenance préventive

Le coût d'une intervention préventive systématique est :

$$C = C_m + C_i$$

- **C_m** est le coût direct de la maintenance, il est constitué des :
 - ✓ **Coûts de la main-d'œuvre** : $C_{md} = TTR * t$
TTR est le temps technique de réparation en *h* et *t* le taux horaire exprimé en Dhs/h.
Le taux horaire de la COSUMAR est 100Dhs/h, il est donné par le service comptable.
 - ✓ **Coûts des pièces de rechange** : ils sont déterminés dans les tableaux de calcul.
 - ✓ **Coûts de matière** : le coût de la graisse est 200 Dhs/kg.
 - ✓ **Coûts des contrats de maintenance** : pour les équipements dont la maintenance est externalisée.
- **C_i** est le coût de perte de production : $C_i = T_i * t'$
 - ✓ **T_i** est le temps d'arrêt de l'équipement en *h*.
 - ✓ **t'** est le taux horaire des pertes de production avec $t'=135000$ Dhs/h dans l'usine.

Le tableau de calcul du coût annuel de la maintenance préventive de la vis inclinée est représenté dans le tableau ci-dessous.

Les interventions	Durée de l'intervention (h)	Coût de la main d'œuvre (Dhs/h)	Effectif	Coûts de la main d'œuvre pour chaque intervention (Dhs)	Coûts indirects (Dhs)	Pièces de rechange ou produits	Coûts des pièces de rechange (Dhs)	Coûts total de la maintenance pour chaque intervention (Dhs)	Périodicité de l'intervention	Coûts total annuels pour chaque intervention (Dhs)	Coût annuel de la maintenance préventive de la vis inclinée (Dhs)
Nettoyage et graissage du palier d'entraînement	1,50	100	2	300	0	3kg de la graisse	600	900	1an	900	43674
Changements des roulements d'entraînement	8,00	100	2	1600	0	Roulement	5000	6600	2ans	3300	
Contrôle du système de freinage par écrou à encoches et rondelle frein	1,00	100	1	100	0	-	0	100	1an	100	
Nettoyage et graissage du palier de renvoie	1,50	100	2	300	0	2kg de la graisse	400	700	1an	700	
Changement des roulements de renvoie	4,00	100	2	800	0	Roulement	2000	2800	2ans	1400	
Contrôle, nettoyage et graissage des paliers intermédiaire	4,00	100	2	800	0	2kg de la graisse	400	1200	1an	1200	
Remplissage du réservoir de la graisse et changement de la batterie	0,50	100	1	50	0	250g de la graisse+ batterie	550	600	1mois	6600	
Contrôle et nettoyage de l'arbre et la spirale	2,00	100	2	400	0	-	0	400	1an	400	
Contrôle de la fixation et de la température du moto-réducteur	0,25	100	1	25	0	-	0	25	1mois	275	
Contrôle de l'étanchéité de la presse étoupe	0,25	100	1	25	0	-	0	25	1mois	275	
Serrage des écrous de la bride	0,67	100	1	67	0	-	0	67	1mois	733	
Contrôle de la fixation des paliers	0,25	100	1	25	0	-	0	25	1mois	275	
Contrôle du graissage de paliers intermédiaires	0,17	100	1	16	0	-	0	17	1jour	5500	
Contrôle de la rotation de l'arbre	0,17	100	1	16	0	-	0	17	1jour	5500	
Graissage des paliers d'entraînement et contrôle de leur étanchéité	0,50	100	1	50	0	34g de la graisse	7	60	1semaine	2633	
Graissage des paliers de renvoie et contrôle de leur étanchéité		100			0	16g de la graisse	4				

Contrôle de la température et du bruit des paliers	0,25	100	1	25	0	-	0	25	1jour	8250
Nettoyage des ailettes de refroidissement du moteur et du couvercle du ventilateur	0,50	100	1	50	0	-	0	50	1semaine	2200
Contrôle du niveau d'huile du réducteur et du joint d'étanchéité	0,25	100	1	25	0	-	0	25	1semaine	1100
Graissage des presse-étoupe	0,67	100	1	67	0	30g de la graisse	12	80	1mois	865
Contrôle des sondes de niveau du sucre	0,17	100	1	17	0	-	0	17	1semaine	733
Contrôle des tachymètres	0,17	100	1	17	0	-	0	17	1semaine	733

Tableau 17: Coût de maintenance préventive du vis transporteur

III.2 Coût de la maintenance corrective

III.2.1 Etude de cas de la vis inclinée

Suite à un endommagement de la rondelle frein du système de freinage du roulement d'entraînement, l'usine a connu un arrêt de production pendant une durée de 12h pour remettre en état la vis inclinée.

Les dégâts engendrés par l'endommagement de la rondelle frein :

- Cisaillement du bout d'arbre
- Endommagement du roulement intermédiaire et de renvoi
- Pertes de production.

Les coûts directs de la maintenance :

- ✓ Changement du bout d'arbre : 5 000 000 Dhs
- ✓ Changement du roulement intermédiaire : 14 000 Dhs
- ✓ Changement du roulement de renvoi : 2000 Dhs
- ✓ Coûts de la main-d'œuvre : 60 000 Dhs

Les coûts indirects de la maintenance :

- ✓ Les coûts de perte de production : 1 620 000 Dhs
- ✓ Le coût total de la maintenance corrective : 6 696 000 Dhs

Conclusion

Au cours de ce chapitre, les plans de maintenance préventive des équipements critiques ont été élaborés. Ces résultats garantiront une amélioration au niveau de la disponibilité. Ainsi, la même démarche pourra parfaitement être calquée pour les autres équipements. Ensuite nous avons implanté les plans de maintenance préventive dans le progiciel SAP, qui permettra au service de maintenance d'intervenir d'une manière efficace et bien structurée de façon à prévenir l'occurrence des anomalies en éliminant leurs causes racines.

Enfin, l'étude économique a permis d'étudier la rentabilité de la maintenance préventive en comparant son coût aux pertes que peut engendrer un arrêt imprévu d'un équipement.

D'après le coût de la maintenance préventive de la vis inclinée et en le comparant aux dépenses engendrées par un arrêt imprévu de l'équipement à cause de l'absence du contrôle du système de freinage du roulement d'entraînement, on peut déduire l'importance de la maintenance préventive pour les équipements critiques dont l'arrêt engendrera des pertes énormes.

CONCLUSION GENERALE

En conclusion, ce projet a permis d'améliorer la maintenance préventive des équipements critiques afin d'augmenter leur disponibilité. Dans un premier temps, un diagnostic de l'état actuel de la maintenance a été élaborée pour comprendre les problèmes du système actuel et afin de trouver les axes de progrès prioritaires à traiter.

L'historique disponible à l'usine a permis d'estimer la disponibilité des différents équipements pour pouvoir l'améliorer.

La méthode basée sur la matrice de criticité a permis de déterminer les équipements prioritaires par leur influence sur la production et la maintenance ainsi que par leur complexité technologique. Ce qui permet de cibler les efforts des améliorations autour de ces équipements critiques.

L'analyse de la criticité par la démarche AMDEC a permis de déterminer les composants névralgiques de chaque équipement et les tâches de maintenance préventive à effectuer. Cette étude permet de concentrer les interventions sur les éléments sensibles de chaque équipement. Ensuite les plans de maintenance ont été réalisés tout en respectant le format conseillé par les responsables du service maintenance. Pour garantir et assurer la réalisation des plans de maintenance préventives, ces plans ont été chargés sur le logiciel SAP.

Une étude économique a permis d'illustrer la rentabilité de la maintenance préventive en estimant son coût et en la comparant aux dépenses engendrées par un arrêt prolongé d'un équipement.

Enfin, pour compléter la maintenance préventive systématique, je recommande de développer la maintenance conditionnelle pour faire le suivi de l'état de dégradation des équipements par une analyse vibratoire, une analyse des huiles et contrôle de température. En plus, des vérifications périodiques de la validité des plans de maintenance s'imposent pour assurer la pérennité des contenus.

Bibliographie

Ouvrage :

- [1] Yves LAVINA – Audit de la maintenance, Edition d'organisation, Paris, 1992.
- [2] Jean HENG – Pratique de la maintenance préventive – Ed. Dunod, Paris, 2002.
- [3] Michel RIDOUX – AMDEC-Moyen, AG 4 220, traité L'entreprise industrielle, Techniques de l'ingénieur.
- [4] F. CASTELLAZZI, D. COGNIEL, Y. GANGLOFF – MEMOTECH Maintenance Industrielle, Ed. Casteilla, Paris, Septembre 1998.
- [5] Arnaud MEUNIER – Production maintenance : Maîtrise des coûts de maintenance, Janvier, février, mars, 2009.
- [6] PIERRE VOYER – Tableaux de bord de gestion et indicateurs de performance, 2^{ème} édition.
- [7] N. Vuillème, EPFL P. Broillet, Adelante J. Gruber, Adelante– Gestion de l'inventaire et des équipements, École polytechnique fédérale de Lausanne.
- [8] Marc St-Marseille, Jean-Bruno Lapointe– la gestion des équipements vers l'entretien préventif.
- [9] Documentation technique de la société COSUMAR.

Support de cours :

- [10] Pr. Chafi Anas – Gestion de la maintenance et gestion de la production, cours du cycle d'ingénieure en mécatronique, Faculté des Sciences et Techniques de Fès, 2017/2018.
- [11] Pr. Tajri Ikram – Gestion de projet, cours du cycle d'ingénieure en mécatronique, Faculté des Sciences et Techniques de Fès, 2017/2018.

Webographie :

- [12] <http://www.cosumar.ma/>
- [13] Automatique et Maintenance des Systèmes de Production (Maintenance des systèmes) : <http://www.hubertfaigner.com/>
- [14] Fiabilisation des équipements-Faire évoluer votre maintenance : <http://www.ingexpert.com/>

ANNEXES

Annexe 01 : Gantt du projet.....	01
Annexe 02 : Les fiches d'ADEPA CETIM.....	02
Annexe 03 : Indicateurs de performance des équipements de la station de cristallisation (STG2)	15
Annexe 04 : Matrice de criticité des équipements de la station de cristallisation (STG2)	17
Annexe 05 : Analyse fonctionnelle des équipements critiques (<i>Ecluse à roue cellulaire, Elévateur à godet, Tambour sécheur à sucre, Turbine continue, Turbine discontinue</i>)	18
Annexe 06 : AMDEC des équipements critiques (<i>Ecluse à roue cellulaire, Elévateur à godet, Tambour sécheur à sucre, Turbine continue, Turbine discontinue</i>)	26
Annexe 07 : Plans de maintenance préventive des équipements critiques (<i>Ecluse à roue cellulaire, Elévateur à godet, Tambour sécheur à sucre, Turbine continue, Turbine discontinue et Vis transporteur</i>)	34

Annexe 01 : Gantt du projet

Nom	▲ Date de début	Date de fin
• Découverte de la société	05/02/18	09/02/18
• Décomposition des équipements (Nomenclatures, Codification)	12/02/18	20/02/18
• Analyse de l'historique des pannes et calcul des	01/03/18	09/03/18
• Analyse de l'historique des pièces de rechange, Sélectivité sur coût global	12/03/18	16/03/18
• Etablir un recueil des principales indisponibilités des équipements	23/03/18	29/03/18
• Faire ressortir les causes de ces indisponibilités de ces équipements	02/04/18	05/04/18
• Suivi des interventions sur le terrain	12/04/18	18/04/18
• Standardiser les opérations de maintenance	19/04/18	25/04/18
• Définition des opérations de maintenance préventive	26/04/18	02/05/18
• Ordonnancer les tâches de maintenance	08/05/18	10/05/18
• Mise en œuvre des plans de maintenance préventive	11/05/18	16/05/18
• Etude des problèmes techniques si nécessaire	17/05/18	24/05/18
• Mettre en œuvre une solution applicative avec SAP (ERP)	25/05/18	07/06/18
• Etude technico-économique du projet	08/06/18	15/06/18



Annexe 02 : Les fiches d'ADEPA CETIM

GESTION DES EQUIPEMENTS

Planche n°1

N°	Affirmation concernant la gestion des équipements	Vraie	Plutôt vraie	Plutôt fausse	Fausse
101	On a un inventaire de l'emplacement de nos équipements		X		
102	Cet inventaire est tenu à jour (modifications, suppressions, ajouts...)			X	
103	Il existe une codification qui découpe les équipements jusqu'à la pièce de rechange			X	
104	Pour chaque équipement, on connaît les conditions de bon fonctionnement			X	
105	Pour chaque équipement, on connaît les conditions d'intervention		X		
106	Pour chaque équipement, on connaît les pièces de rechange			X	
107	Pour chaque équipement, on connaît les outillages nécessaires			X	
108	Pour chaque équipement, on possède l'historique des travaux			X	
109	Les numéros machine ou codes sont facilement visibles			X	
110	Pour chaque équipement, on possède les plans et schémas à jour			X	
111	Il est possible de retrouver rapidement les interventions réalisées sur un équipement			X	
112	Pour chaque équipement, on connaît le degré d'urgence de réparation		X		
113	Les historiques analysés assez souvent			X	
114	Chaque équipement possède un numéro d'identification unique			X	
115	Chaque équipement possède un dossier technique			X	

Annexe 02 : Les fiches d'ADEPA CETIM

N°	Affirmation concernant la gestion des équipements	Note
101	On a un inventaire de l'emplacement de nos équipements	0.7
102	Cet inventaire est tenu à jour (modifications, suppressions, ajouts...)	0.3
103	Il existe une codification qui découpe les équipements jusqu'à la pièce de rechange	0.3
104	Pour chaque équipement, on connaît les conditions de bon fonctionnement	0.3
105	Pour chaque équipement, on connaît les conditions d'intervention	0.7
106	Pour chaque équipement, on connaît les pièces de rechange	0.3
107	Pour chaque équipement, on connaît les outillages nécessaires	0.3
108	Pour chaque équipement, on possède l'historique des travaux	0.3
109	Les numéros machine ou codes sont facilement visibles	0.3
110	Pour chaque équipement, on possède les plans et schémas à jour	0.3
11	Il est possible de retrouver rapidement les interventions réalisées sur un équipement	0.3
112	Pour chaque équipement, on connaît le degré d'urgence de réparation	0.7
113	Les historiques analysés assez souvent	0.3
114	Chaque équipement possède un numéro d'identification unique	0.3
115	Chaque équipement possède un dossier technique	0.3
Catégorie		5.7/15

Annexe 02 : Les fiches d'ADEPA CETIM

GESTION DE 1^{ER} NIVEAU (GRAISSAGE, LUBRIFICATION,...)	Planche n°2
--	--------------------

N°	Affirmation concernant la gestion de 1 ^{er} niveau (graissage, lubrification,...)	Vraie	Plutôt vraie	Plutôt fausse	Fausse
201	On utilise des fiches formalisant les opérations de graissage pour chaque équipement important		X		
202	Il existe un moyen connu de déclenchement des opérations		X		
203	On utilise des fiches de suivi des interventions de graissage (par semaine, par mois,...)			X	
204	On a un moyen de saisie ou d'enregistrement des anomalies détectées lors d'une intervention	X			
205	Les interventions de graissage sont planifiées		X		
206	Le suivi des opérations de graissage et régulière mis à jour	X			
207	Il existe un historique tenant compte de l'activité des machines et des appoints en lubrifiants		X		
208	Il existe une nomenclature et un suivi des produits de maintenance 1 ^{er} niveau	X			

N°	Affirmation concernant la gestion des équipements	Note
201	On utilise des fiches formalisant les opérations de graissage pour chaque équipement important	0.7
202	Il existe un moyen connu de déclenchement des opérations	0.7
203	On utilise des fiches de suivi des interventions de graissage (par semaine, par mois,...)	0.3
204	On a un moyen de saisie ou d'enregistrement des anomalies détectées lors d'une intervention	1
205	Les interventions de graissage sont planifiées	0.7
206	Le suivi des opérations de graissage et régulière mis à jour	1
207	Il existe un historique tenant compte de l'activité des machines et des appoints en lubrifiants	0.7
208	Il existe une nomenclature et un suivi des produits de maintenance 1 ^{er} niveau	1
Catégorie	<div style="display: flex; justify-content: space-around; width: 100%;"> <div style="width: 20%; height: 20px; background-color: green;"></div> <div style="width: 20%; height: 20px; background-color: blue;"></div> <div style="width: 20%; height: 20px; background-color: yellow;"></div> <div style="width: 20%; height: 20px; background-color: red;"></div> </div>	6.1/8

Annexe 02 : Les fiches d'ADEPA CETIM

GESTION DES STOCKS ET PIÈCES DE RECHANGE

Planche n°3

N°	Affirmation concernant la gestion des stocks et des pièces de rechange	Vraie	Plutôt vraie	Plutôt fausse	Fausse
301	On utilise une procédure formalisée pour les demandes d'achat (DA)	X			
302	Les articles stockés sont codifiés	X			
303	Il existe des fiches techniques pour chaque pièce de rechange spécifique		X		
304	Les pièces obsolètes sont éliminées si besoin			X	
305	Le niveau du stock et sa valeur sont connus par le service maintenance		X		
306	Les pièces sont correctement rangées, identifiées et localisées dans un magasin	X			
307	Pour chaque pièce, on connaît le(s) fournisseur(s)			X	
308	Pour chaque pièce stockée, on connaît le délai d'approvisionnement		X		
309	Les pièces interchangeables (standards) sont connues et identifiées	X			
310	La maintenance possède son magasin		X		
311	Les pièces rapidement livrables sont disponibles chez nos fournisseurs			X	
312	Il existe une gestion formalisée des entrées/sorties magasins	X			
313	Le seuil de sécurité, ou de réapprovisionnement du stock est défini (pour les pièces critiques)			X	
314	Les consommations sont analysées			X	

Annexe 02 : Les fiches d'ADEPA CETIM

N°	Affirmation concernant la gestion des stocks et des pièces de rechange	Note
301	On utilise une procédure formalisée pour les demandes d'achat (DA)	1
302	Les articles stockés sont codifiés	1
303	Il existe des fiches techniques pour chaque pièce de rechange spécifique	0.7
304	Les pièces obsolètes sont éliminées si besoin	0.3
305	Le niveau du stock et sa valeur sont connus par le service maintenance	0.7
306	Les pièces sont correctement rangées, identifiées et localisées dans un magasin	1
307	Pour chaque pièce, on connaît le(s) fournisseur(s)	0.3
308	Pour chaque pièce stockée, on connaît le délai d'approvisionnement	0.7
309	Les pièces interchangeables (standards) sont connues et identifiées	1
310	La maintenance possède son magasin	0.7
311	Les pièces rapidement livrables sont disponibles chez nos fournisseurs	0.3
312	Il existe une gestion formalisée des entrées/sorties magasins	1
313	Le seuil de sécurité, ou de réapprovisionnement du stock est défini (pour les pièces critiques)	0.3
314	Les consommations sont analysées	0.3
Catégorie		9.3/14

Annexe 02 : Les fiches d'ADEPA CETIM

GESTION DES TRAVAUX

Planche n°4

N°	Affirmation concernant la gestion des travaux	Vraie	Plutôt vraie	Plutôt fausse	Fausse
401	On sait hiérarchiser les appels à la maintenance en fonction de l'importance de l'équipement			X	
402	Il existe un moyen connu de déclenchement des interventions de type DI/OT/BT		X		
403	Les DI sont suivies (enregistrement, choix, ventilation, planification)		X		
404	Un compte-rendu est établi après chaque intervention (RI)			X	
405	Une structure travaux neufs est en place			X	
406	Il existe une gestion des différents travaux correctifs, préventifs ...			X	
407	Il existe une structure d'appel et de suivi des travaux sous traités ou co-traités		X		
408	Les contraintes de la production sont prises en compte dans la gestion des travaux	X			
409	Il existe des gammes opératoires pour les travaux complexes		X		
410	Les consignes de sécurité à respecter sont données par un document spécifique		X		
411	Il existe un moyen connu de gestion des propriétés pour le déclenchement des DI	X			
412	Les OT/BT/RI sont classés et archivés suivant chaque équipement		X		

Annexe 02 : Les fiches d'ADEPA CETIM

N°	Affirmation concernant la gestion des travaux	Note
401	On sait hiérarchiser les appels à la maintenance en fonction de l'importance de l'équipement	0.3
402	Il existe un moyen connu de déclenchement des interventions de type DI/OT/BT	0.7
403	Les DI sont suivies (enregistrement, choix, ventilation, planification)	0.7
404	Un compte-rendu est établi après chaque intervention (RI)	0.3
405	Une structure travaux neufs est en place	0.3
406	Il existe une gestion des différents travaux correctifs, préventifs ...	0.3
407	Il existe une structure d'appel et de suivi des travaux sous traités ou co-traités	0.7
408	Les contraintes de la production sont prises en compte dans la gestion des travaux	1
409	Il existe des gammes opératoires pour les travaux complexes	0.7
410	Les consignes de sécurité à respecter sont données par un document spécifique	0.7
411	Il existe un moyen connu de gestion des propriétés pour le déclenchement des DI	1
412	Les OT/BT/RI sont classés et archivés suivant chaque équipement	0.7
Catégorie		7.4/12

Annexe 02 : Les fiches d'ADEPA CETIM

ANALYSE F.M.D.S (FIABILITE, MAINTENANCE, DISPONIBILITE, SECURITE)

Planche n°5

N°	Affirmation concernant l'analyse de la sûreté de fonctionnement	Vraie	Plutôt vraie	Plutôt fausse	Fausse
501	Il existe une structure et un formalisme pour enregistrer les informations			X	
502	Chaque intervention est classée et archivée			X	
503	Chaque intervention est analysée (coûts, temps)		X		
504	Les analyses sont compilées afin de réaliser des indicateurs et/ou un tableau de bord			X	
505	Pour les équipements stratégiques, on connaît un indicateur de bon fonctionnement		X		
506	Pour les équipements stratégiques, on connaît un indicateur de temps d'intervention			X	
507	Pour les équipements stratégiques, on connaît un indicateur de disponibilité		X		
508	Pour les équipements stratégiques, on connaît les conditions d'intervention		X		
509	On dispose de matériel pour faire type de maintenance			X	
510	Les performances sont suivies (par équipement, par machine...)			X	
511	On possède l'historique des travaux pour chaque équipement			X	
512	Les historiques sont analysés assez souvent			X	
513	L'efficacité de la fonction maintenance est contrôlée		X		

Annexe 02 : Les fiches d'ADEPA CETIM

N°	Affirmation concernant l'analyse de la sûreté de fonctionnement	Note
501	Il existe une structure et un formalisme pour enregistrer pour les informations	0.3
502	Chaque intervention est classée et archivée	0.3
503	Chaque intervention est analysée (coûts, temps)	0.7
504	Les analyses sont compilées afin de réaliser des indicateurs et/ou un tableau de bord	0.3
505	Pour les équipements stratégiques, on connaît un indicateur de bon fonctionnement	0.7
506	Pour les équipements stratégiques, on connaît un indicateur de temps d'intervention	0.3
507	Pour les équipements stratégiques, on connaît un indicateur de disponibilité	0.7
508	Pour les équipements stratégiques, on connaît les conditions d'intervention	0.7
509	On dispose de matériel pour faire type de maintenance	0.3
510	Les performances sont suivies (par équipement, par machine...)	0.3
511	On possède l'historique des travaux pour chaque équipement	0.3
512	Les historiques sont analysés assez souvent	0.3
513	L'efficacité de la fonction maintenance est contrôlée	0.7
Catégorie		5.9/13

Annexe 02 : Les fiches d'ADEPA CETIM

ANALYSE DES COÛTS

Planche n°6

N°	Affirmation concernant l'analyse des coûts	Vraie	Plutôt vraie	Plutôt fausse	Fausse
601	La maintenance gère son budget	X			
602	On peut connaître rapidement la situation budgétaire de la maintenance		X		
603	Le budget est ventilé par type de maintenance		X		
604	La comptabilité du service suit l'évolution des coûts budgétisés, engagés, réalisés	X			
605	La ventilation des coûts se fait par nature équipements, par type d'intervention...		X		
606	Le service maintenance est autonome pour l'achat en-dessous d'un coût plafond		X		
607	Il existe une gestion des interventions externes (sous-traitance, co-traitance...)		X		
608	La valeur du stock des pièces de rechange est connue	X			
609	Pour les équipements stratégiques, on connaît les coûts de maintenance		X		
610	Les résultats de l'activité maintenance, en terme des coûts, sont affichés et visibles par tous		X		

N°	Affirmation concernant l'analyse des coûts	Note
601	La maintenance gère son budget	1
602	On peut connaître rapidement la situation budgétaire de la maintenance	0.7
603	Le budget est ventilé par type de maintenance	0.7
604	La comptabilité du service suit l'évolution des coûts budgétisés, engagés, réalisés	1
605	La ventilation des coûts se fait par nature équipements, par type d'intervention...	0.7
606	Le service maintenance est autonome pour l'achat en-dessous d'un coût plafond	0.7
607	Il existe une gestion des interventions externes (sous-traitance, co-traitance...)	0.7
608	La valeur du stock des pièces de rechange est connue	1
609	Pour les équipements stratégiques, on connaît les coûts de maintenance	0.7
610	Les résultats de l'activité maintenance, en terme des coûts, sont affichés et visibles par tous	0.7
Catégorie		7.9/10

Annexe 02 : Les fiches d'ADEPA CETIM

BASE DE DONNEES (HISTORIQUE, ARCHIVAGE, CONSULTATION...)

Planche n°7

N°	Affirmation concernant l'analyse des coûts	Vraie	Plutôt vraie	Plutôt fausse	Fausse
701	On enregistre l'avancement des travaux pour les interventions longues et importantes	X			
702	Il existe une base de données fournisseurs (coûts, qualité, délais)	X			
703	Il existe une méthode d'archivage adaptée et suffisante		X		
704	Un tableau de bord est édité régulièrement		X		
705	On dispose d'outils informatiques pour gérer l'activité	X			
706	On peut consulter l'historique des travaux pour chaque équipement			X	
707	Un dossier technique est archivé et tenu à jour pour les équipements stratégiques	X			
708	Pour chaque équipement, on possède les plans et schémas à jour		X		
709	Les catalogues fournisseurs et les documentaires techniques sont facilement accessibles		X		

N°	Affirmation concernant l'analyse des coûts	Note
701	On enregistre l'avancement des travaux pour les interventions longues et importantes	1
702	Il existe une base de données fournisseurs (coûts, qualité, délais)	1
703	Il existe une méthode d'archivage adaptée et suffisante	0.7
704	Un tableau de bord est édité régulièrement	0.7
705	On dispose d'outils informatiques pour gérer l'activité	1
706	On peut consulter l'historique des travaux pour chaque équipement	0.3
707	Un dossier technique est archivé et tenu à jour pour les équipements stratégiques	1
708	Pour chaque équipement, on possède les plans et schémas à jour	0.7
709	Les catalogues fournisseurs et les documentaires techniques sont facilement accessibles	0.7
Catégorie		7.1/9

Annexe 02 : Les fiches d'ADEPA CETIM

PLANIFICATION-PREVENTION	Planche n°8
---------------------------------	--------------------

N°	<i>Affirmation concernant la base de données</i>	Vraie	Plutôt vraie	Plutôt fausse	Fausse
801	La planification est réalisée suivant la disponibilité des équipements du plan de production		X		
802	La planification est réalisée suivant la disponibilité des ressources humaines		X		
803	La planification est réalisée suivant la disponibilité des outillages et pièces		X		
804	On sait affecter les ressources en fonction des besoins (temps, procédures, outillages,...)			X	
805	Les interventions préventives sont planifiées			X	
806	La charge de travail à effectuer est maîtrisée		X		
807	On émet régulièrement un rapport d'activité de la charge (planifié, en cours, réalisé)			X	
808	Le suivi et l'adaptation des actions préventives est assuré par une personne de service			X	
809	Il existe un planning hebdomadaire de lancement des travaux (neufs, correctifs, d'amélioration ...)			X	
810	Les interventions externes (co-traitance) sont gérées préparées ...		X		
811	On visualise facilement l'état d'avancement des travaux		X		
812	Il existe un moyen de choisir le(s) intervenant(s) le(s) plus adapté(s) à l'intervention			X	

Annexe 02 : Les fiches d'ADEPA CETIM

N°	<i>Affirmation concernant la base de données</i>	Note
801	La planification est réalisée suivant la disponibilité des équipements du plan de production	0.7
802	La planification est réalisée suivant la disponibilité des ressources humaines	0.7
803	La planification est réalisée suivant la disponibilité des outillages et pièces	0.7
804	On sait affecter les ressources en fonction des besoins (temps, procédures, outillages,...)	0.3
805	Les interventions préventives sont planifiées	0.3
806	La charge de travail à effectuer est maîtrisée	0.7
807	On émet régulièrement un rapport d'activité de la charge (planifié, en cours, réalisé)	0.3
808	Le suivi et l'adaptation des actions préventives est assuré par une personne de service	0.3
809	Il existe un planning hebdomadaire de lancement des travaux (neufs, correctifs, d'amélioration ...)	0.3
810	Les interventions externes (co-traitance) sont gérées préparées ...	0.7
811	On visualise facilement l'état d'avancement des travaux	0.7
812	Il existe un moyen de choisir le(s) intervenant(s) le(s) plus adapté(s) à l'intervention	0.3
Catégorie		6/12

Annexe 03 : Indicateurs de performance des équipements

Unité de production	Unité de maintenance	TO (min)	TA (min)	Nb d'arrêts	MTBF (min)	MTTR (min)	Do réalisée	Do par catégorie
Cuites discontinues	CD2	262080	5457	3	85541	1819	0,97	0,980
	CD31	262080	750	3	87110	250	0,99	
	CD32	262080	5145	5	51387	1029	0,98	
	CD4	262080	357	4	65430,75	89,25	0,99	
	CDA	262080	3899	2	129090,50	1949,50	0,98	
	CDB	262080	3952	4	64532	988	0,98	
	CDC	262080	4051	2	129014,50	2025,50	0,98	
VKT (compartment de cristallisation continue)	VKT1	262080	570	1	261510	570	0,99	0,988
	VKT2	262080	608	1	261472	608	0,99	
	VKT3	262080	718	2	130681	359	0,99	
	VKT4	262080	2900	4	64795	725	0,98	
	VKT5	262080	460	1	261620	460	0,99	
Bac liqueur	BLV	262080	0	0	262080	0	1,00	1,00
	BL2	262080	0	0	262080	0	1,00	
	BL3	262080	0	0	262080	0	1,00	
	BL4	262080	0	0	262080	0	1,00	
	BLA	262080	0	0	262080	0	1,00	
	BLB	262080	0	0	262080	0	1,00	
	BLC	262080	0	0	262080	0	1,00	
Malaxeur tempo	MTA	262080	730	2	130675	365	0,99	0,990
	MTB	262080	825	1	261255	825	0,99	
Malaxeur	MV	262080	610	2	130735	305	0,99	0,992
	M2	262080	0	0	262080	0	1,00	
	M3	262080	2052	3	86676	684	0,99	
	M4	262080	2242	4	64959,50	560,50	0,99	
	MA	262080	2242	2	129919	1121	0,99	
	MB	262080	0	0	262080	0	1,00	
	MB	262080	1178	2	130451	589	0,99	
Turbine discontinue	TD21	262080	18057	57	4281,11	316,79	0,93	0,927
	TD22	262080	20420	40	6041,50	510,50	0,92	
	TD23	262080	19825	43	5633,84	461,05	0,92	
	TD24	262080	15955	48	5127,60	332,40	0,93	
	TD25	262080	20686	47	5136,04	440,13	0,92	
	TD31	262080	15260	48	5142,08	317,92	0,94	
	TD32	262080	14100	50	4959,60	282	0,94	
	TD4	262080	20365	52	4648,37	391,63	0,92	
Turbine continue	TCA1	262080	16210	58	4239,14	279,48	0,93	0,925
	TCA2	262080	15850	57	4319,82	278,07	0,93	
	TCB	262080	20327	59	4097,51	344,53	0,92	
	TCC	262080	19650	60	4040,50	327,50	0,92	

Annexe 03 : Indicateurs de performance des équipements

Vis transmetteur	VI	262080	320	1	261760	320	0,99	0,994
	VVS	262080	2820	2	129630	1410	0,98	
	VPS	262080	490	1	261590	490	0,99	
	VM2	262080	615	1	261465	615	0,99	
	VM3	262080	920	3	87053,33	306,67	0,99	
	VF21	262080	0	0	262080	0	1,00	
	VF26	262080	0	0	262080	0	1,00	
	VBP	262080	0	0	262080	0	1,00	
	V2	262080	0	0	262080	0	1,00	
	V34	262080	0	0	262080	0	1,00	
Elévateur a godet	EG1	262080	0	0	262080	0	1,00	1,00
	EG2	262080	0	0	262080	0	1,00	
Ecluse	EF1	262080	15720	15	16424	1048	0,94	0,933
	EF2	262080	13895	10	24818,50	1389,50	0,94	
	ER1	262080	18190	9	27098,89	2021,11	0,93	
	ER2	262080	16509	10	24557,10	1650,90	0,93	
	EVE	262080	14610	9	27496,67	1623,33	0,94	
	ES	262080	20513	17	14209,82	1206,65	0,92	
Tambour sécheur	TS	262080	0	0	262080	0	1,00	1,00
Tamis-vibreur	TV	262080	0	0	262080	0	1,00	1,00
Refroidisseur	RF	262080	4055	7	36860,71	579,29	0,98	0,98
Bande TR0	BTR0	262080	1350	1	260730	1350	0,99	0,99
Balance dynamique	SB	262080	1850	12	28914,14	205,56	0,99	0,99
Ragot	R1	262080	0	0	262080	0	1,00	1,00
	R2	262080	0	0	262080	0	1,00	
	R3	262080	0	0	262080	0	1,00	
	R4	262080	0	0	262080	0	1,00	

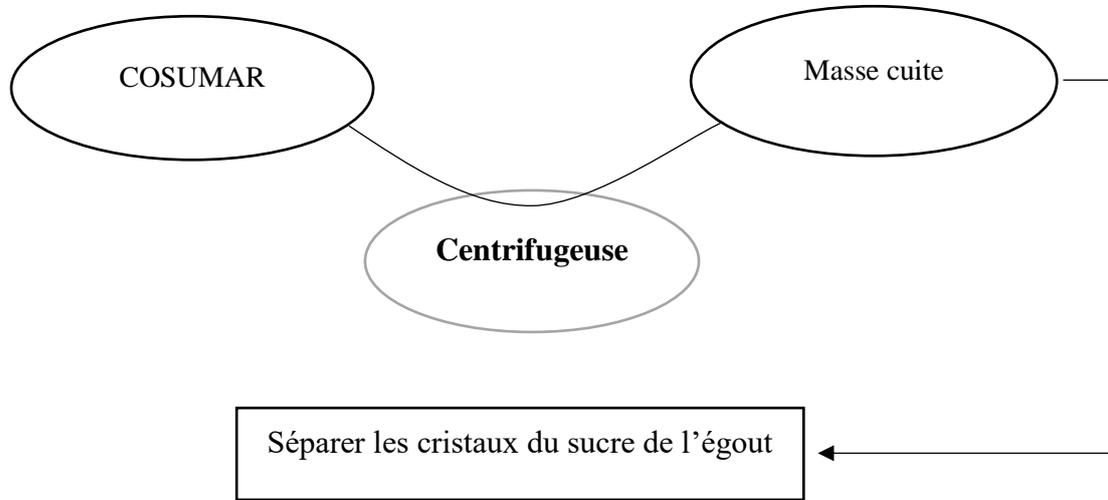
Annexe 04 : Matrice de criticité

Nr	Catégorie	Equipement	Critères						Criticité	Classe
			CT	IE	TU	LM	VRI	IS		
1	Turbine continue	A,B,C	3	4	4	3	3	3	1296	A
2	Turbine discontinue	R2,R3,R4	3	4	4	3	3	3	1296	
3	Ecluse à roue cellulaire	écluse sortie sécheur, écluse alimentant l'élévateur	2	4	4	3	4	3	1152	
4	Vis transporteur	vis sucre blanc, vis entrée et sortie tambour sécheur	2	4	4	3	4	3	1152	
5	Elévateur a godet	EG1,EG2	2	4	4	3	4	3	1152	
6	Tambour sécheur	TS	2	4	4	3	4	3	1152	
7	Bande TR0	BTR0	3	2	4	3	4	3	864	B
8	Balance dynamique	BD	3	4	4	3	2	3	864	
9	Tamis-vibreux	RF	2	4	2	3	4	3	576	
10	Cuites discontinues	R2,R31,R32 R4,A,B,C	2	3	4	3	4	1	288	C
11	VKT (Compartiment de cristallisation continue)	C1,C2,C3,C4,C5	1	4	4	2	4	2	256	
12	Bac liqueur	VKT,R2,R31,R32,R4,A,B,C	1	4	4	2	3	1	96	D
13	Malaxeur tempo	A,B	1	4	4	2	3	1	96	
14	Malaxeur	VKT,R2,R31,R32,R4,A,B C	1	4	4	2	3	1	96	
15	Refroidisseur à sucre	TV	1	4	4	1	4	1	64	
16	Ragots	R1,R2,R3,R4	1	4	4	1	4	1	64	

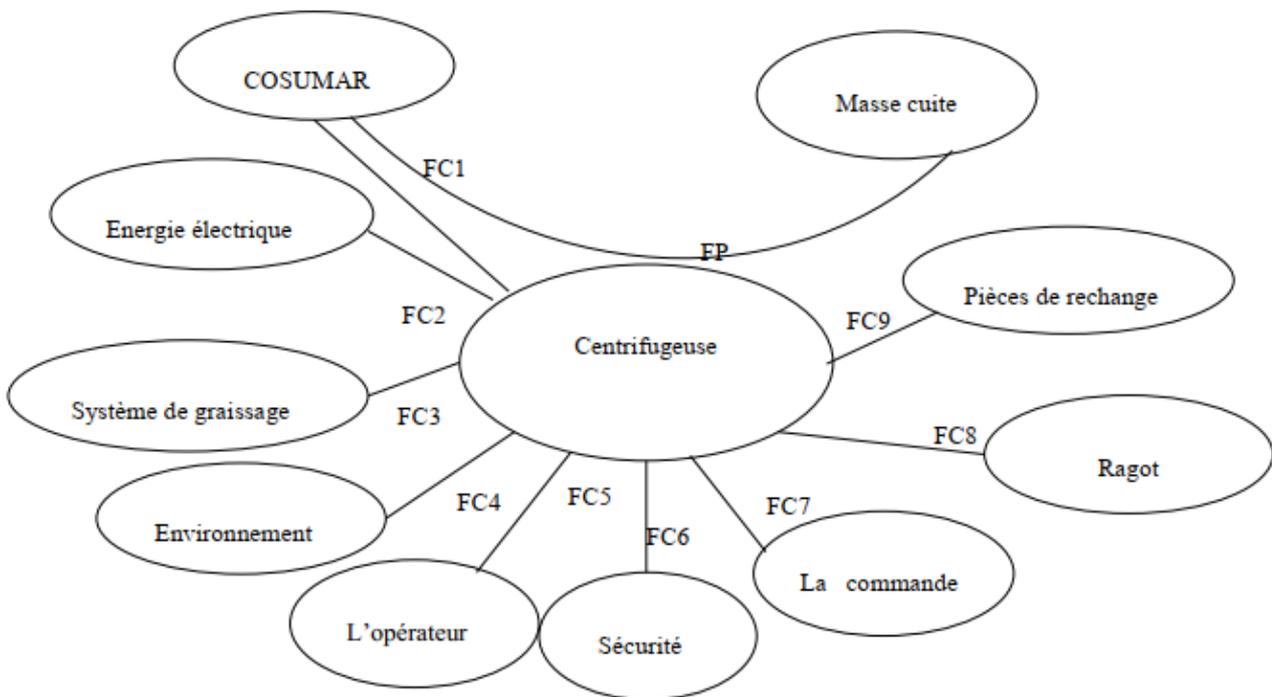
Annexe 05 : Analyse fonctionnelle des équipements critiques

Centrifugeuse

- **Fonction d'usage** : séparer les cristaux du sucre de l'égout
- **Diagramme de besoin**



- **Diagramme des interactions :**



La fonction principale :

FP : obtenir du sucre blanc et de l'égout du sucre à partir de la masse cuite.

Les fonctions de contrainte :

FC1 : S'adapter au besoin de la raffinerie.

Annexe 05 : Analyse fonctionnelle des équipements critiques

FC2 : Alimenter la turbine avec de l'énergie électrique et assurer une consommation minimale d'énergie.

FC3 : Assurer la lubrification des composantes de la turbine

FC4 : Résister à l'environnement

FC5 : Assurer la maintenance de la machine.

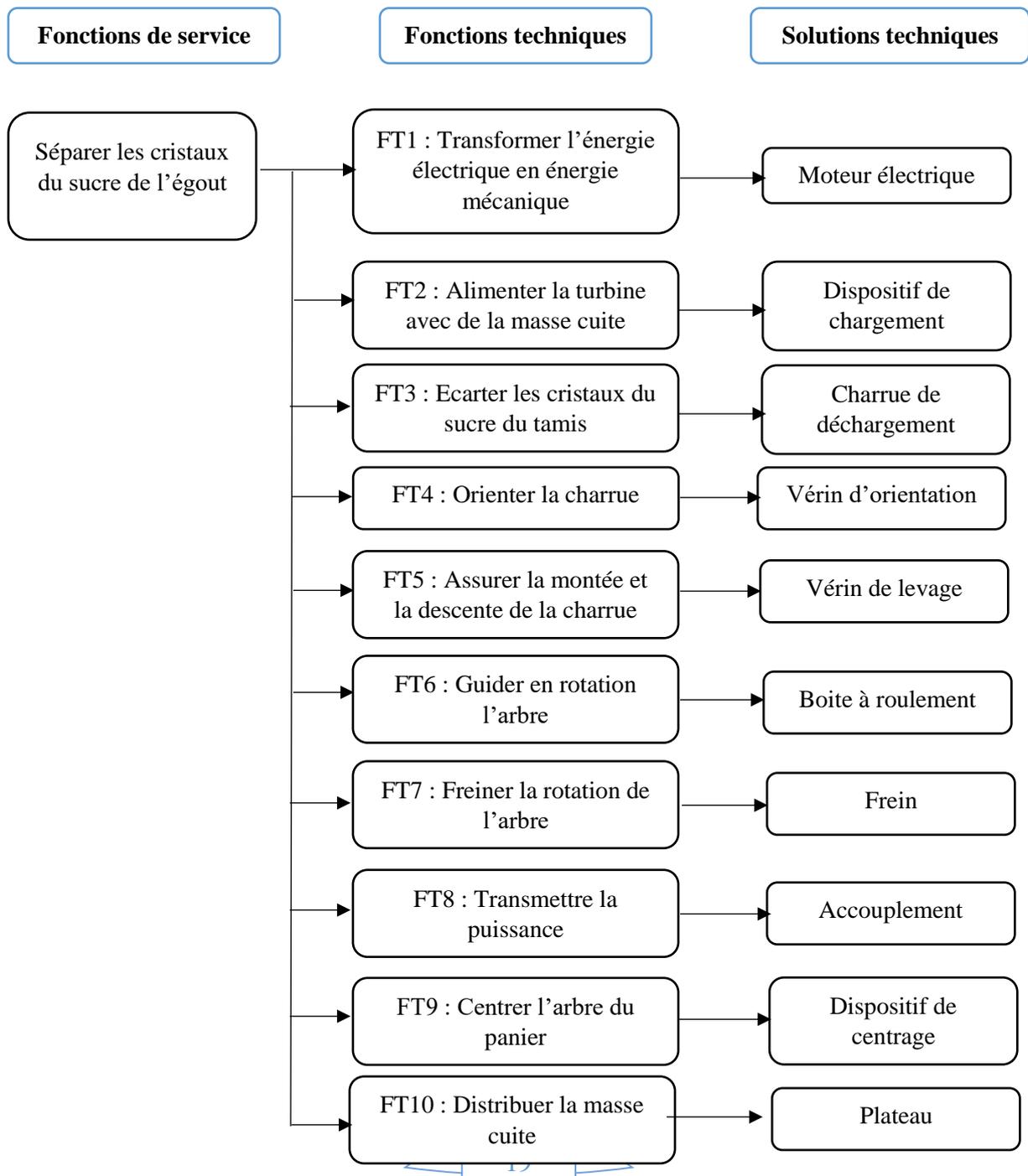
FC6 : Ne pas présenter des risques pour l'opérateur et les passagers.

FC7 : Etre facile à commander.

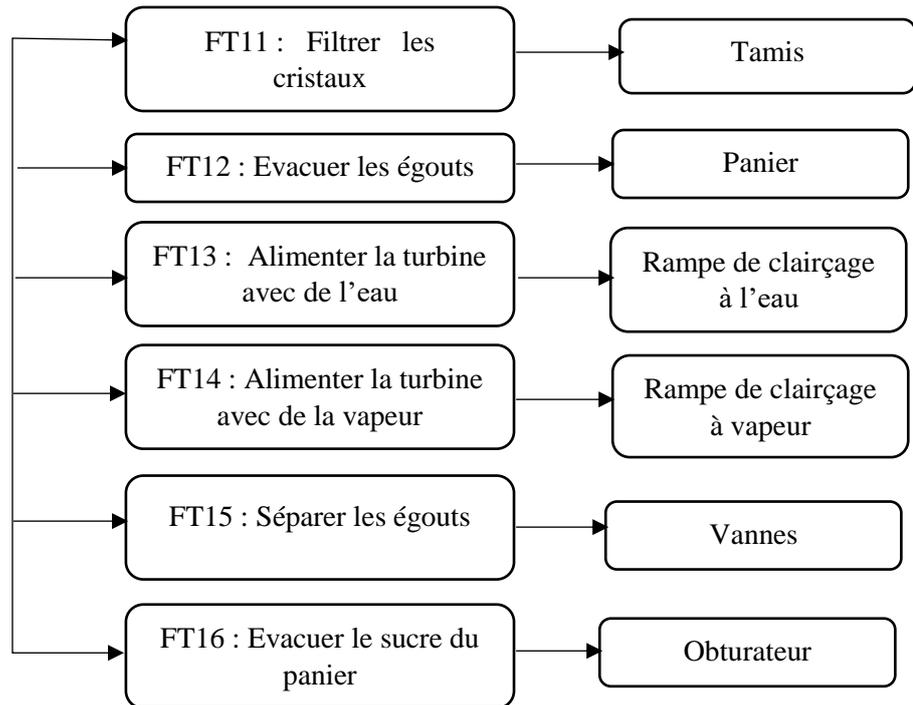
FC8 : Supporter le débit du sucre évacué par le ragot

FC9 : Assurer la disponibilité des pièces de rechange.

- **Diagramme FAST :**

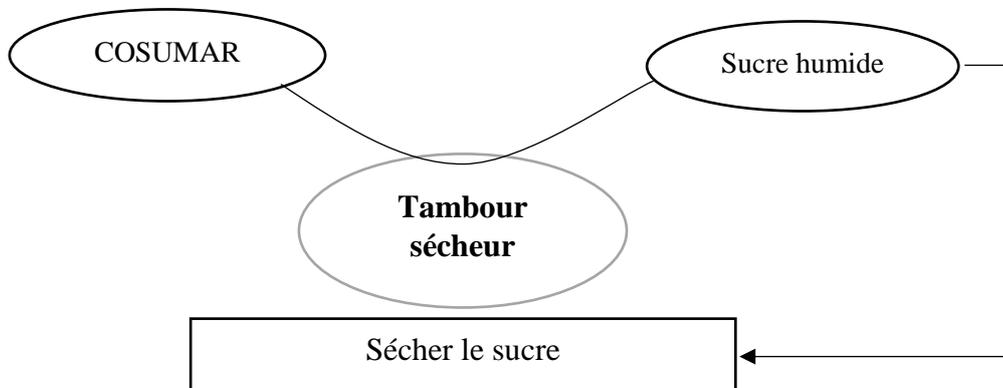


Annexe 05 : Analyse fonctionnelle des équipements critiques



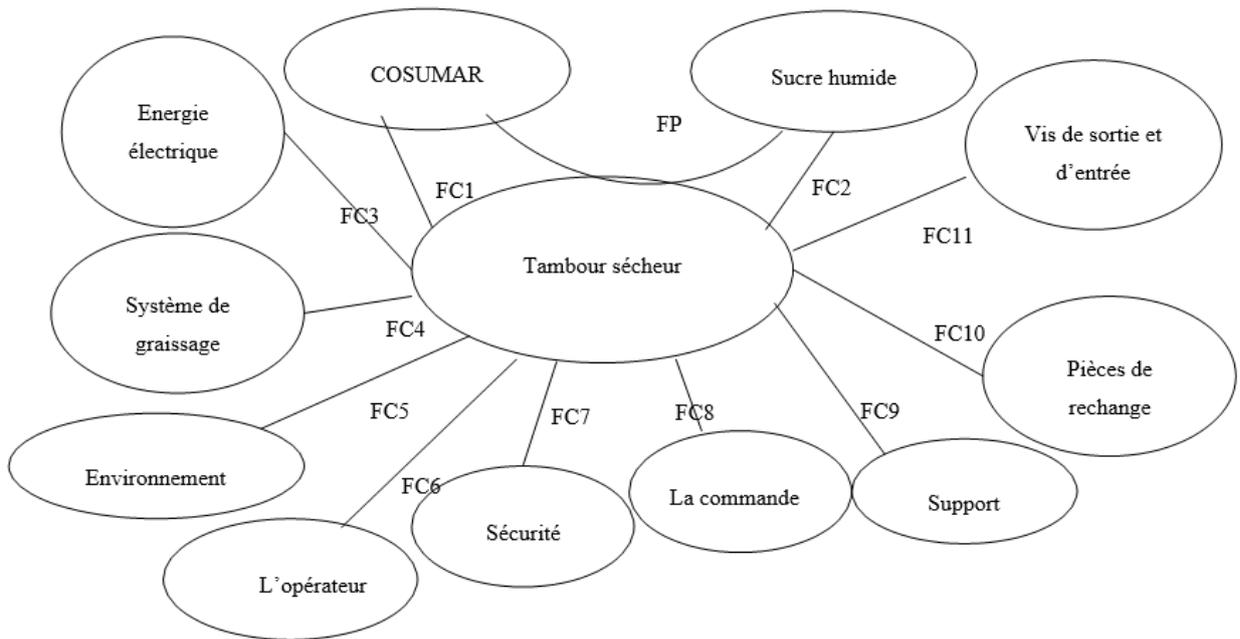
Tambour sécheur

- **Fonction d'usage :** sécher le sucre.
- **Diagramme de besoin :**



Annexe 05 : Analyse fonctionnelle des équipements critiques

- **Diagramme des interactions :**



La fonction principale :

FP : Sécher le sucre humide

Les fonctions de contrainte :

FC1 : S'adapter au besoin de la raffinerie.

FC2 : Assurer une bonne qualité de séchage.

FC3 : Alimenter le tambour sécheur avec de l'énergie électrique et assurer une consommation minimale d'énergie.

FC4 : Assurer un graissage continu.

FC5 : Résister à l'environnement

FC6 : Assurer la maintenance de la machine

FC7 : Ne pas présenter des risques pour l'opérateur et les passagers.

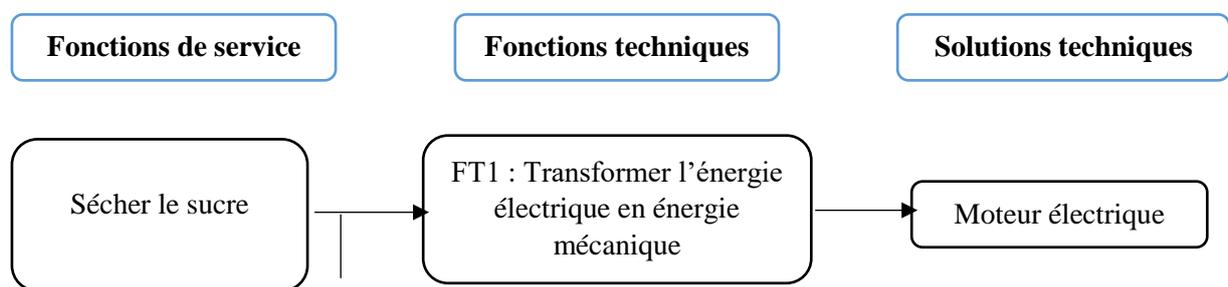
FC8 : Etre facile à commander.

FC9 : Supporter le poids de l'équipement.

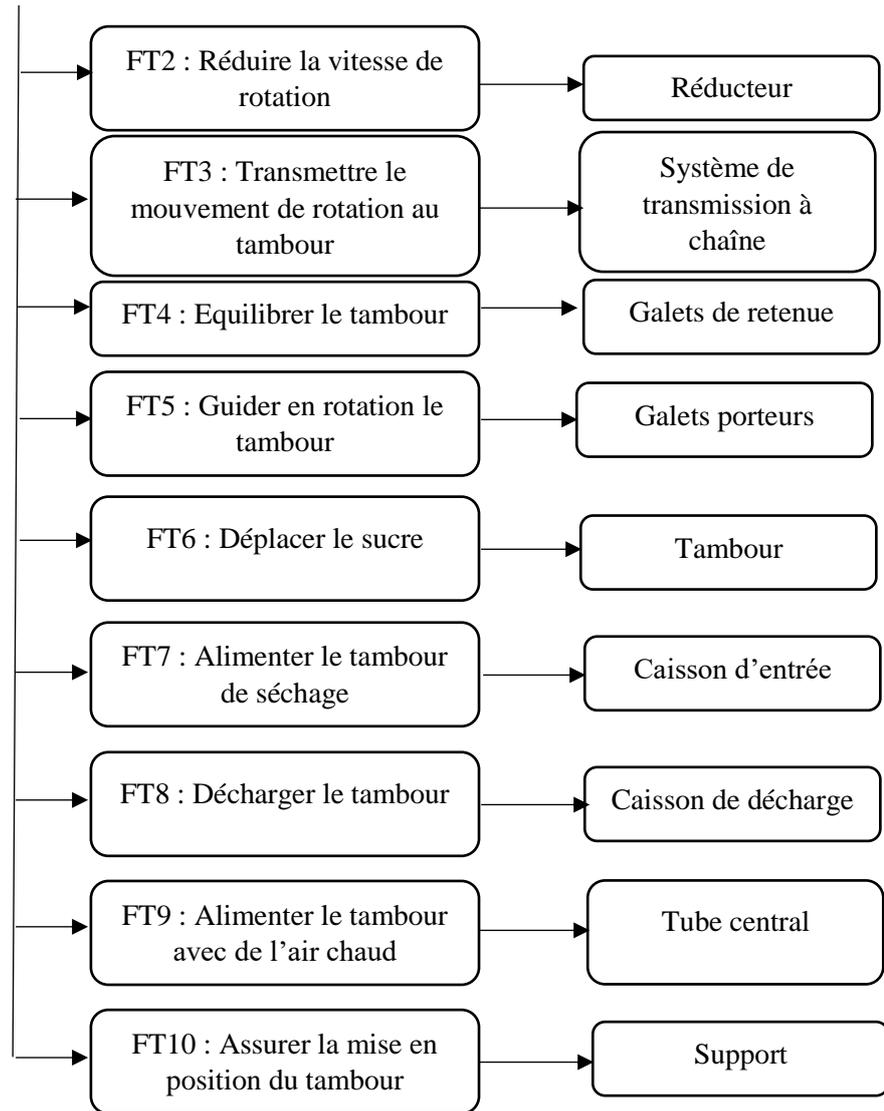
FC10 : Assurer la disponibilité des pièces de rechange.

FC11 : S'adapter à la hauteur des vis d'entrée et de sortie.

- **Diagramme FAST :**

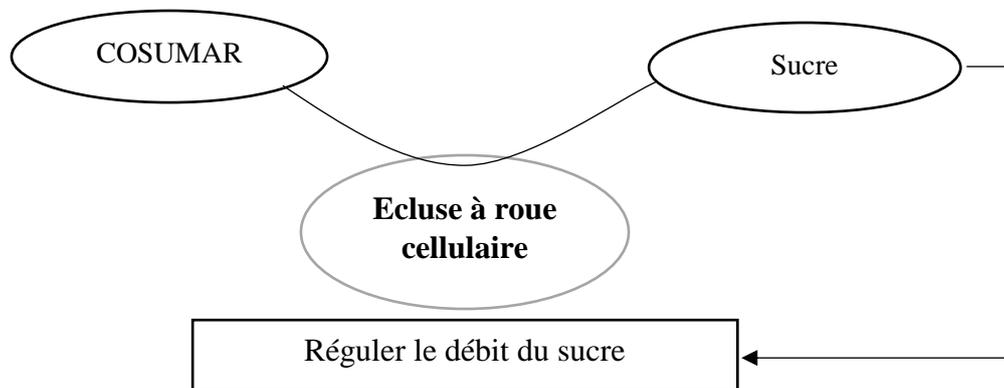


Annexe 05 : Analyse fonctionnelle des équipements critiques



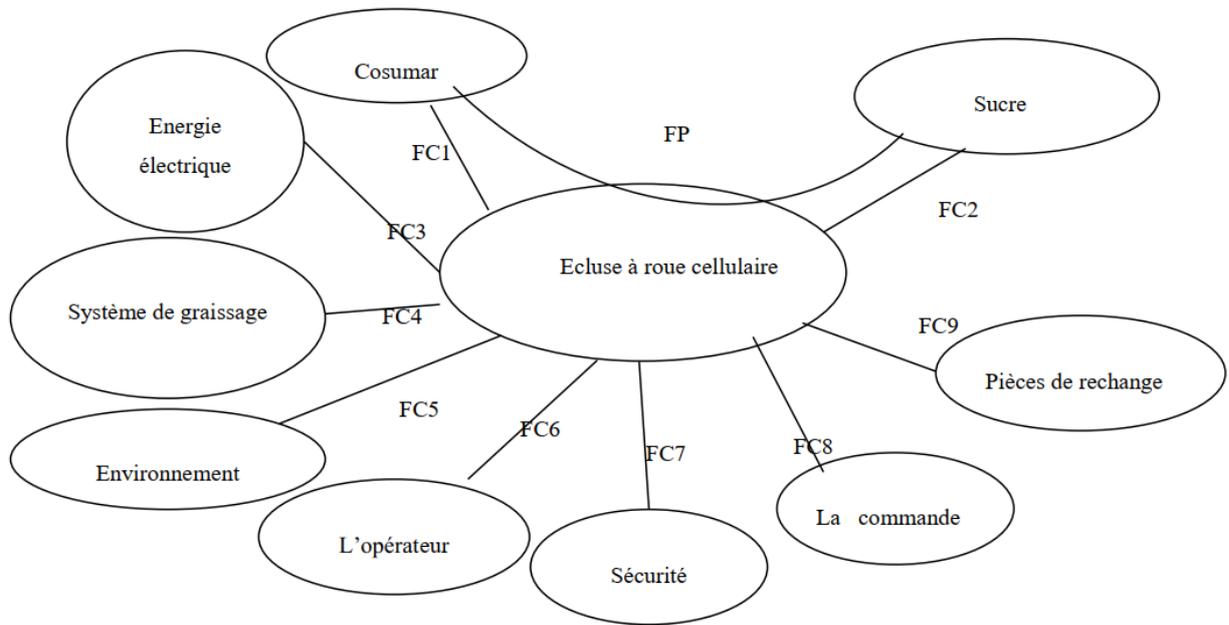
Ecluse à roue cellulaire

- **Fonction d'usage :** réguler le débit du sucre alimentant l'élévateur ou le refroidisseur.
- **Diagramme de besoin :**



Annexe 05 : Analyse fonctionnelle des équipements critiques

- **Diagramme des interactions :**



La fonction principale :

FP : Réguler le débit du sucre

Les fonctions de contrainte :

FC1 : S'adapter au besoin de la raffinerie.

FC2 : Supporter le débit du sucre à évacuer.

FC3 : Alimenter l'écluse avec de l'énergie électrique et assurer une consommation minimale d'énergie.

FC4 : Assurer la lubrification des composants de l'écluse.

FC5 : Résister à l'environnement

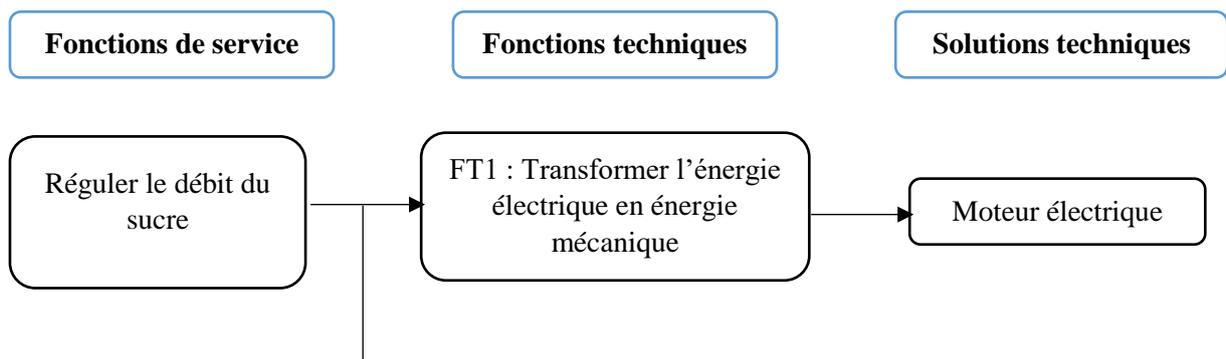
FC6 : Assurer la maintenance de la machine.

FC7 : Ne pas présenter des risques pour l'opérateur et les passagers.

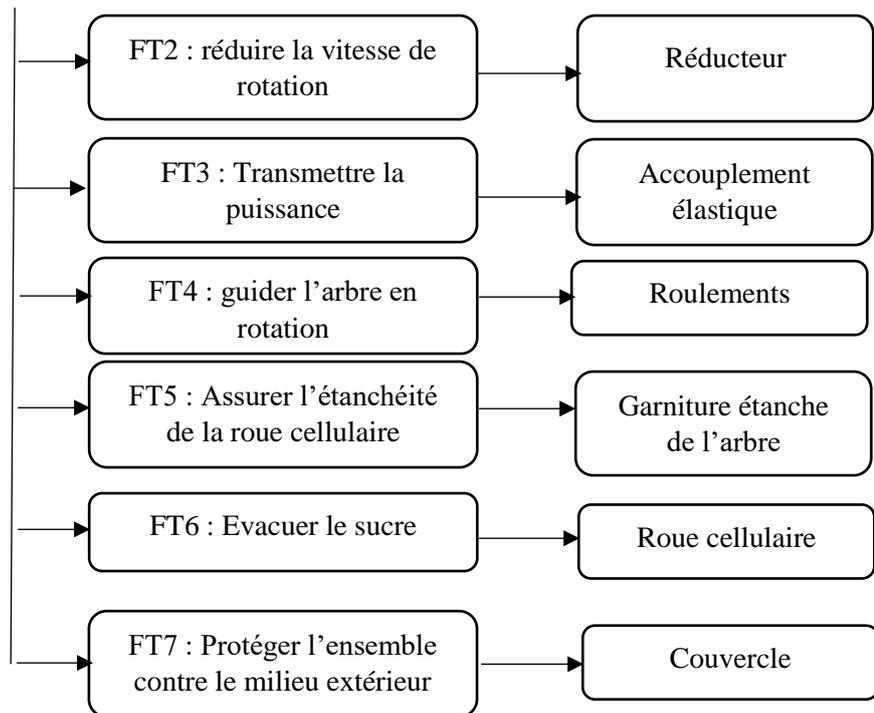
FC8 : Etre facile à commander.

FC9 : Assurer la disponibilité des pièces de rechange.

- **Diagramme FAST :**

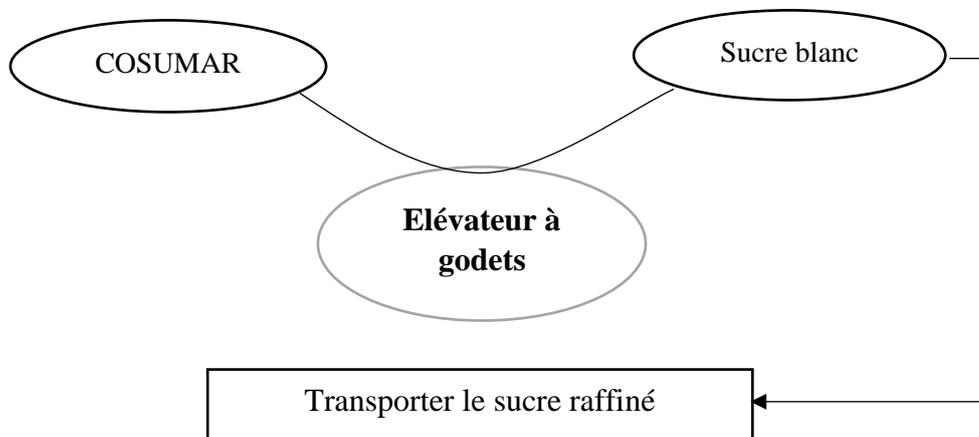


Annexe 05 : Analyse fonctionnelle des équipements critiques



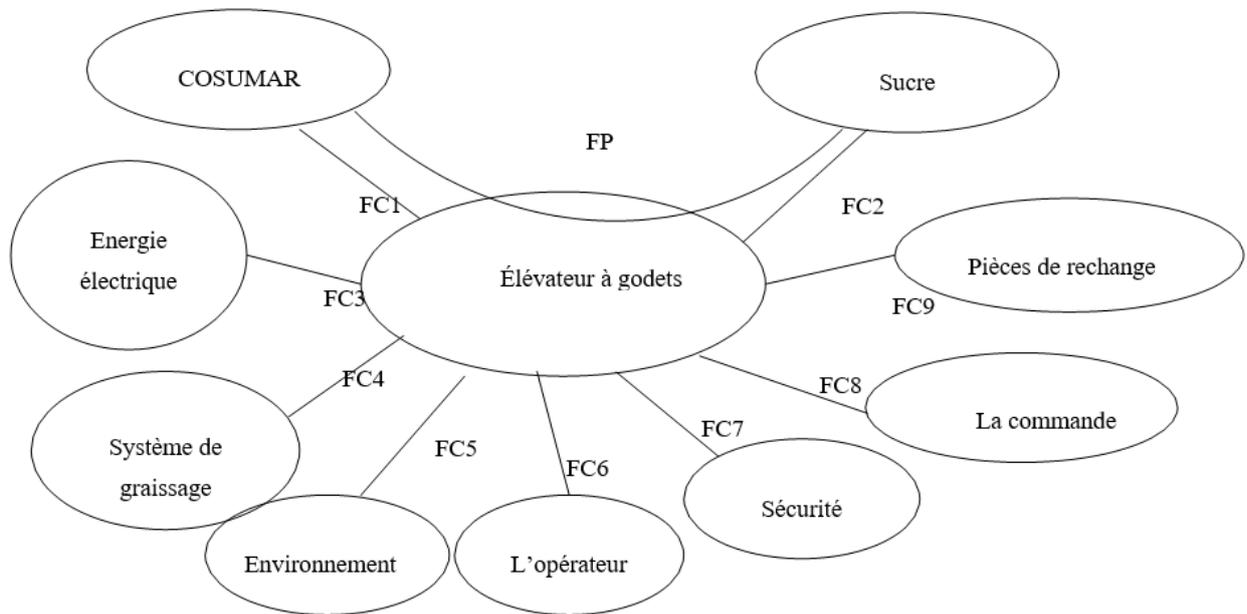
Elévateur à godets

- **Fonction d'usage :** transporter le sucre raffiné
- **Diagramme de besoin :**

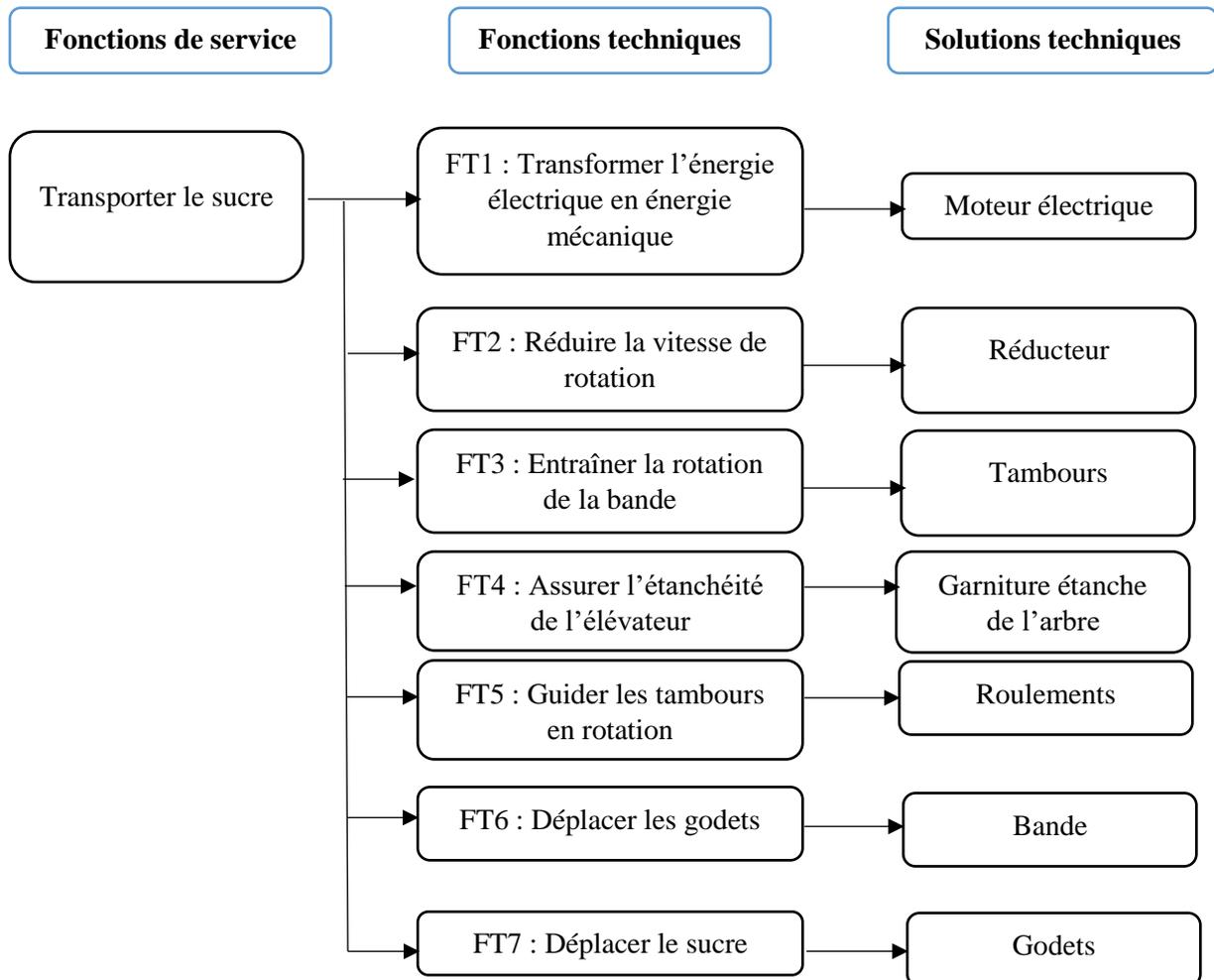


Annexe 05 : Analyse fonctionnelle des équipements critiques

- **Diagramme des interactions :**



- **Diagramme FAST :**



Annexe 06 : AMDEC des équipements critiques

Date de mise en œuvre: 29/03/2018			AMDEC Moyen			Type: ECLUSE A ROUE CELLULAIRE Equipement: ECLUSE SORTIE SECHEUR,ECLUSE ALIMENTANT L'ELEVATEUR				
Elément	Fonction	Mode de défaillance	Cause de défaillance	Effet de défaillance	Détection	G	F	D	C	Actions préventive/correctives
Moteur électrique	Transformer l'énergie électrique en énergie mécanique	Bobine grillée	Surintensité	Arrêt du moteur, arrêt de l'écluse	Arrêt du moteur, mesure de la résistance des enroulements	4	1	3	12	*Rebobinage du moteur *Changement des roulements *Usinage des portées des roulements
			Manque de phase	Arrêt du moteur, arrêt de l'écluse	Arrêt du moteur, mesure de la résistance des enroulements	4	1	3	12	
			Court-circuit	Arrêt du moteur, arrêt de l'écluse	Arrêt du moteur, mesure de la résistance des enroulements	4	1	3	12	
		Usure des roulements	Durée de vie	Arrêt du moteur, arrêt de l'écluse	Contrôle du bruit	4	1	3	12	
		Usure des portées des roulements	Désalignement	Vibration, arrêt du moteur, arrêt de l'écluse	Contrôle du bruit et des vibrations	4	1	3	12	
Réducteur	Réduire la vitesse, augmentation du couple	Usure des pignons	Manque de lubrifiant	Arrêt de la vis	Contrôle du bruit	4	1	3	12	*Contrôle du niveau d'huile *Changement des pignon *Changement des roulements *Changement des joints
			Fatigue	Arrêt de la vis	Contrôle du bruit	4	1	3	12	
		Cassure des dentures	Fatigue	Blocage de l'arbre, arrêt de la vis	Contrôle du bruit	4	1	3	12	
		Usure des roulements	Durée de vie	Blocage de l'arbre, arrêt de la vis	Contrôle du bruit	4	1	3	12	
		Usure des joints d'étanchéité	Frottement	Usure des pignons, arrêt de la vis	Contrôle des fuites	4	1	3	12	
Accouplement élastique	Transmettre la puissance entre motoréducteur et arbre roue cellulaire	Endommagement de l'élément élastique	Fatigue	Blocage de la roue cellulaire	Contrôle	3	2	3	18	*Contrôle systématique de l'accouplement
Garniture étanche de l'arbre	Assurer l'étanchéité de la roue cellulaire	Usure de la tresse	Durée de vie	Perte du sucre	Contrôle des fuites	2	3	2	12	*Changement de la tresse *Graissage de la bride *Changement de la bride *Serrage des goujons
		Usure de la bride	Mauvais graissage	Perte du sucre	Contrôle des fuites	2	3	2	12	
		Desserrage des goujons	Vibration	Perte du sucre	Contrôle des fuites	1	2	2	4	
Paliers	Guidage de l'arbre en rotation	Cassure des roulements	Mauvais graissage	Blocage de l'arbre, arrêt de la roue cellulaire	Contrôle du bruit	4	1	4	16	*Contrôle et graissage systématique des paliers *Changement systématique des roulements
			Durée de vie	Blocage de l'arbre, arrêt de la roue cellulaire	Contrôle du bruit	4	1	4	16	
		Usure des roulements	Durée de vie	Blocage de l'arbre, arrêt de la roue cellulaire	Contrôle du bruit	3	2	3	18	
Roue cellulaire	Evacuer le sucre avec un débit constant	Usure des joints	Frottement	Blocage de la roue, arrêt de l'écluse	Contrôle	2	3	2	12	*Changement des joints *Nettoyage et contrôle systématique de l'état de la roue *Changement de la roue
		Fissuration	Surcharge	Risque de cassure	Contrôle	3	2	3	18	
		Cassure	Surcharge	Arrêt de la roue	Contrôle	3	1	4	12	

Annexe 06 : AMDEC des équipements critiques

Date de mise en œuvre: 29/03/2018			AMDEC Moyen			Type: ELEVATEUR A GODET Equipment: EG1,EG2				
Elément	Fonction	Mode de défaillance	Cause de défaillance	Effet de défaillance	Détection	G	F	D	C	Actions préventive/correctives
Moteur électrique	Transformer l'énergie électrique en énergie mécanique	Bobinage grillé	Surintensité	Arrêt du moteur arrêt de l'élévateur	Mesure de la résistance des enroulements	4	1	2	8	*Rebobinage du moteur *Changement des roulements *Usinage de la portée de roulement
			Manque de phase	Arrêt du moteur arrêt de l'élévateur	Mesure de la résistance des enroulements	4	1	2	8	
			Court-circuit	Arrêt du moteur arrêt de l'élévateur	Mesure de la résistance des enroulements	4	1	2	8	
		Usure des roulements	Durée de vie	Arrêt du moteur arrêt de l'élévateur	Contrôle du bruit	4	1	3	12	
		Usure de la portée de roulement	Désalignement	Vibration	Contrôle du bruit et des vibrations	4	1	3	12	
Réducteur	Réduire la vitesse, augmentation du couple	Usure des pignons	Fatigue	Bruit, blocage d l'arbre, arrêt de l'élévateur	Contrôle du bruit	4	1	3	12	*Changement des pignons *Contrôler le niveau d'huile *Changement des pignons *Changement des roulements *Changement des joints
			Mauvaise lubrification	Bruit, blocage de l'arbre, arrêt de l'élévateur	Contrôle du bruit	4	1	3	12	
		Cassure des dentures des pignons	Fatigue	Bruit, échauffement, blocage de l'arbre, arrêt de l'élévateur	Contrôle du bruit	4	1	3	12	
		Cassure des dentures des pignons	Durée de vie	Arrêt de l'élévateur	Contrôle du bruit	4	1	3	12	
		Usure des joints d'étanchéité	Frottement	Fuite d'huile	Contrôle des fuites d'huile	4	1	2	8	
Tambour d'entraînement	Assurer la rotation de la bande	Cassure	Fatigue	Arrêt de l'élévateur	Contrôle	4	1	1	4	*Changement du tambour
		Fissure	Surcharge	Risque de cassure du tambour, arrêt de l'élévateur	Contrôle	3	2	2	12	
Tambour de renvoie	Tendre la bande, faciliter l'entraînement de la bande	Cassure	Fatigue	Arrêt de l'élévateur	Contrôle	4	1	1	4	
		Fissure	Surcharge	Risque de cassure du tambour, arrêt de l'élévateur	Contrôle	3	2	2	12	
Garniture étanche de l'arbre	Assurer l'étanchéité du système	Usure de la tresse	Durée de vie	Perte de la matière	Contrôle des fuites du sucre	2	3	2	12	*Changement de la tresse *Graissage de la bride *Changement de la bride *Serrage des goujons *Changement des goujons
		Usure de la bride	Mauvais graissage	Perte de la matière	Contrôle	2	3	2	12	
		Desserrage des goujons	Vibrations	Perte de la matière	Contrôle	1	2	2	4	

Annexe 06 : AMDEC des équipements critiques

		Endommagement des goujons	Fatigue	Perte de la matière	Contrôle	2	2	2	8	
Palier d'entraînement	Guidage du tambour d'entraînement en rotation	Usure des roulements	Mauvais graissage	Blocage de l'arbre, arrêt de l'élévateur	Contrôle du bruit	4	2	2	16	*Contrôle et graissage des roulements *Changement systématique des roulements *Usinage des portées de roulement
			Durée de vie	Blocage de l'arbre, arrêt de l'élévateur	Contrôle du bruit	4	2	2	16	
		Cassure des roulements	Surcharge	Blocage de l'arbre, arrêt de l'élévateur	Contrôle du bruit	4	1	2	8	
		Usure des portées des roulements d'entraînement	Frottement	Bruit	Contrôle du bruit et des vibrations	3	2	2	12	
Palier de renvoie	Guidage du tambour de renvoie en rotation	Usure des roulements	Manque de graissage	Blocage de l'arbre, arrêt de l'élévateur	Contrôle du bruit	4	2	2	16	*Contrôle et graissage des roulements *Changement systématique des roulements *Usinage des portées de roulement
			Durée de vie	Blocage de l'arbre, arrêt de l'élévateur	Contrôle du bruit	4	2	2	16	
		Cassure des roulements	Surcharge	Blocage de l'arbre, arrêt de l'élévateur	Contrôle du bruit	4	1	4	16	
		Usure des portées des roulements	Frottement	Bruit	Contrôle du bruit et des vibrations	3	2	2	12	
Bande	Assurer le déplacement des godets	Rupture	Surcharge	Arrêt de l'élévateur	Contrôle	4	2	4	32	*Contrôle systématique de la bande *Contrôle systématique de la tension de la bande
			Frottement	Arrêt de l'élévateur	Contrôle	4	3	4	48	
		Dilatation de la bande	Fatigue	Chocs entre les godets et le couvercle, rupture de la bande	Contrôle	2	4	2	16	
Godets	Déplacer le sucre	Déformation des godets	Chocs entre les godets et le couvercle	Perte du sucre	Contrôle	2	3	2	12	*Changement des godets *Changement du revêtement *Serrage des goujons
		Usure des revêtements	Fatigue	Usure de la bande, rupture de la bande	Contrôle	2	2	3	12	
		Cisaillement des goujons	Surcharge	Arrachement des godets, blocage de l'élévateur	Contrôle	3	2	2	12	

Annexe 06 : AMDEC des équipements critiques

Date de mise en œuvre: 29/03/2018			AMDEC Moyen			Type: TAMBOUR SECHEUR A SUCRE Equipement: TS				
Elément	Fonction	Mode de défaillance	Cause de défaillance	Effet de défaillance	Détection	G	F	D	C	Actions préventive/correctives
Moteur électrique	Transformer l'énergie électrique en énergie mécanique	Bobinage grillé	Surintensité	Arrêt du moteur, arrêt de l'élévateur	Arrêt du moteur, mesure de la résistance des enroulements	4	1	3	12	*Rebobinage du moteur *Changement des roulements *Usinage des portées de roulement
			Manque de phase	Arrêt du moteur, arrêt de l'élévateur	Arrêt du moteur, mesure de la résistance des enroulements	4	1	3	12	
			Cour circuit	Arrêt du moteur, arrêt de l'élévateur	Arrêt du moteur, mesure de la résistance des enroulements	4	1	3	12	
		Usure des roulements	Durée de vie	Arrêt du moteur, arrêt de l'élévateur	Contrôle du bruit	4	1	3	12	
		Usure des portées des roulements	Désalignement	Vibration, arrêt du moteur, arrêt de l'élévateur	Contrôle du bruit	4	1	3	12	
Réducteur	Réduire la vitesse, augmentation du couple	Usure des pignons	Fatigue	Blocage de l'arbre, arrêt du tambour sécheur	Contrôle du bruit	4	1	3	12	*Changement des pignons *Contrôle du niveau d'huile *Changement des roulements *Changement des joints
			Mauvaise lubrification	Blocage de l'arbre, arrêt du tambour sécheur	Contrôle du bruit	4	1	3	12	
		Cassure des dentures	Fatigue	Blocage de l'arbre, arrêt du tambour sécheur	Contrôle du bruit	4	1	3	12	
		Usure des roulements	Durée de vie	Blocage de l'arbre, arrêt du tambour sécheur	Contrôle du bruit	4	1	3	12	
		Usure des joints d'étanchéité	Frottement	Usure des pignons, arrêt du tambour sécheur	Contrôle visuel	4	1	3	12	
Système de transmission à chaîne	Transmettre le mouvement de rotation au tambour sécheur	Usure des maillons	Mauvaise lubrification	Blocage de la chaîne	Contrôle visuel	4	2	4	32	*Contrôle systématique de la lubrification de la chaîne *Contrôle systématique de la chaîne *Contrôle systématique de la lubrification du pignon *Changement du pignon
			Fatigue	Rupture de la chaîne	Contrôle visuel	4	2	4	32	
		Usure du pignon	Mauvaise lubrification	Arrêt du tambour sécheur	Contrôle visuel	4	2	2	16	
			Fatigue	Arrêt du tambour sécheur	Contrôle visuel	4	1	2	8	
Dispositif de lubrification automatique	Assurer la lubrification du système de transmission à chaîne	Débit insuffisant ou pas de débit	Bouchage du circuit d'aspiration ou de refoulement de la pompe	Usure du système de transmission, arrêt du tambour sécheur	Contrôle	2	2	2	8	*Changement de la pompe *Nettoyage du filtre *Nettoyage des tuyauteries *Changement des joints
		Colmatage du filtre	Présence des impuretés	Usure du système de transmission, arrêt du tambour sécheur	Contrôle	3	2	2	12	
		Obturation des tuyauteries	Présence des impuretés	Usure du système de transmission, arrêt du tambour sécheur	Contrôle, manque de lubrifiant	3	2	2	12	
		Fuite	Joints défectueux	Usure du système de transmission, arrêt du tambour sécheur	Contrôle	2	2	2	8	
Galets de retenue	Assurer l'équilibre du tambour	Usure des roulements	Manque de graissage	Blocage des galets, arrêt du tambour sécheur	Contrôle du bruit	4	2	3	24	*Changement systématique des roulements *Contrôle et graissage systématique des roulements *Contrôle systématique des galets
			Durée de vie	Blocage des galets, arrêt du tambour sécheur	Contrôle du bruit	4	2	3	24	
		Usure des galets	Frottement	Arrêt du tambour sécheur	Contrôle	4	2	3	24	
Galets porteurs	Guidage en rotation du tambour	Usure des roulements	Manque de graissage	Arrêt du tambour sécheur	Contrôle du bruit	4	3	3	36	*Changement systématique des roulements *Contrôle et graissage systématique des roulements *Contrôle systématique des galets
			Durée de vie	Arrêt du tambour sécheur	Contrôle du bruit	4	3	3	36	
		Usure des galets	Frottement	Arrêt du tambour sécheur	Contrôle	4	3	3	36	
Tambour de séchage	Déplacer le sucre	Déformation des chicanes du tambour sécheur	Surcharge	Mauvaise qualité de séchage	Contrôle	1	2	4	8	*Soudage des chicanes

Annexe 06 : AMDEC des équipements critiques

Caisson d'entrée	Alimenter le tambour	Usure des étoupages	Frottement	Perte du sucre	Contrôle des fuites	2	2	2	8	*Changement des étoupages
Caisson de décharge	Décharger le tambour	Usure des étoupages	Frottement	Perte du sucre	Contrôle des fuites	2	2	2	8	*Changement des étoupages
Tube central	Alimenter le tambour de séchage avec de l'air chaud	Dessoudage du tube	Arrachement du tube	Mauvaise qualité de séchage	Mauvaise qualité de séchage, contrôle	2	2	3	12	*Soudage du tube

Date de mise en œuvre: 29/03/2018			AMDEC Moyen			Type: TURBINE CONTINUE Equipement: A,B,C				
Elément	Fonction	Mode de défaillance	Cause de défaillance	Effet de défaillance	Détection	G	F	D	C	Actions préventive/correctives
Moteur électrique	Transformer l'énergie électrique en énergie mécanique	Bobinage grillé	Surintensité	Arrêt du moteur, arrêt de la turbine continue	Contrôle, mesure de la résistance des enroulements	3	2	2	12	*Rebobinage du moteur *Changement des roulements *Usinage de la portée de roulement
			Manque de phase	Arrêt du moteur, arrêt de la turbine continue	Contrôle, mesure de la résistance des enroulements	3	2	2	12	
			Court-circuit	Arrêt du moteur, arrêt de la turbine continue	Contrôle, mesure de la résistance des enroulements	3	2	2	12	
		Usure des roulements	Durée de vie des roulements	Arrêt du moteur, arrêt de la turbine continue	Contrôle du bruit	3	2	2	12	
		Usure de la portée de roulement	Désalignement	Vibrations, arrêt du moteur, arrêt de l'arbre	Contrôle du bruit et des vibrations	3	2	2	12	
Système de transmission à courroie	Transmettre le couple de rotation à l'arbre du panier	Usure de la poulie	Fatigue	Arrêt de l'arbre du panier	Contrôle visuel	3	1	3	9	*Changement de la poulie *Contrôle systématique de la tension de la courroie *Tendre la courroie *Changement de la courroie
		Dilatation de la courroie	Frottements	Risque de rupture de la bande	Contrôle visuel	3	2	3	18	
		Rupture de la courroie	Frottements	Arrêt de l'arbre du panier	Contrôle visuel	2	1	2	4	
Arbre	Transmettre le couple de rotation au panier et au répartiteur du produit	Fissure	Vibrations	Risque de cassure de l'arbre	Contrôle	2	2	3	12	*Changement de l'arbre *Contrôle systématique de l'arbre
		Cassure	Vibrations	Arrêt de la turbine continue	Contrôle	3	2	3	18	
Tamis	Filtrer les cristaux de sucre	Fissure	Fatigue	Fuite du sucre	Contrôle	3	2	3	18	*Contrôle systématique du tamis *Changement du tamis
Panier	Evacuer les égouts et le sucre	Fissure	Fatigue	Fuite du sucre	Contrôle	3	1	2	6	*Changement du panier
Répartiteur de produit	Répartir la matière sur le tamis	Usure	Fatigue	Mauvaise répartition de la matière	Contrôle	3	1	4	12	*Redressage ou changement

Annexe 06 : AMDEC des équipements critiques

Boîte à roulements	Guider en rotation l'arbre du panier	Usure des roulements	Manque de la graisse	Blocage de l'arbre arrêt du panier	Contrôle du bruit	3	1	3	9	*Graissage des roulements *Changement systématique des roulements *Contrôle et graissage des roulements
			Durée de vie	Blocage de l'arbre arrêt du panier	Contrôle du bruit	3	2	3	18	
			Vibration	Blocage de l'arbre arrêt du panier	Contrôle du bruit	3	2	3	18	
		Cassure des roulements	Vibration	Blocage de l'arbre arrêt du panier	Contrôle du bruit	3	1	3	9	
Ressort en caoutchouc	Protéger la boîte à roulement contre les vibrations	Endommagement des ressorts	Vibrations	Endommagement des roulements, arrêt de l'arbre	Contrôle	3	2	4	24	*Contrôle systématique des ressorts *Changement des ressorts
Dispositif tendeur	Tendre la courroie	Usure des ressorts	Fatigue	Courroie détendue	Contrôle	2	2	3	12	*Changement des ressorts
Dispositif de clairçage à l'eau	Eliminer par lavage la plus grande partie des égouts	Usure des buses	Fatigue	Mauvaise qualité de clairçage	Contrôle	2	2	2	8	*Changement des buse *Redressage ou changement
		Déformation de la rampe	Chocs	Mauvaise qualité de clairçage	Contrôle	2	2	2	8	
Rampe de clairçage à vapeur	Alimenter le système avec de la vapeur	Déformation	Chocs	Mauvaise qualité de clairçage	Contrôle	2	2	2	8	**Redressage ou changement
Dispositif d'alimentation	Alimenter la turbine avec de la masse cuite	Obturation du tube d'alimentation	Collage de la matière	Mauvaise alimentation	Contrôle	2	2	2	8	*Nettoyage du tube
Étoupage	Assurer l'étanchéité du panier	Usure des étoupages	Fatigue	Fuite de la matière	Contrôle	2	2	2	8	*Changement de l'étoupage
Dispositif de séparation des égouts	Séparer l'égout pauvre de l'égout riche	Usure des manchettes des vannes	Fatigue	Fuite de l'égout	Contrôle	2	2	2	8	*Changement de la manchette

Annexe 06 : AMDEC des équipements critiques

Date de mise en œuvre: 29/03/2018			AMDEC Moyen			Type: TURBINE DISCONTINUE Equipement: R2,R3,R4				
Elément	Fonction	Mode de défaillance	Cause de défaillance	Effet de défaillance	Détection	G	F	D	C	Actions préventive/correctives
Moteur électrique	Transformer l'énergie électrique en énergie mécanique	Bobinage grillé	Surintensité	Arrêt du moteur, arrêt de la turbine discontinue	Contrôle, mesure de la résistance des enroulements	3	2	2	12	*Rebobinage du moteur *Graissage des roulements *Changement des roulements *Usinage des portées des roulements
			Manque de phase	Arrêt du moteur, arrêt de la turbine discontinue	Contrôle, mesure de la résistance des enroulements	3	2	2	12	
			Court-circuit	Arrêt du moteur, arrêt de la turbine discontinue	Contrôle, mesure de la résistance des enroulements	3	2	2	12	
		Usure des roulements	Durée de vie des roulements	Arrêt du moteur, arrêt de la turbine discontinue	Contrôle du bruit	3	2	2	12	
		Usure des portées des roulements	Désalignement	Vibrations, arrêt du moteur, arrêt de la turbine	Contrôle du bruit et des vibrations	3	2	2	12	
Charrue de déchargement	Ecarter les cristaux du sucre du tamis	Endommagement des roulements	Chocs	Arrêt de la charrue	Contrôle du bruit	3	2	3	18	*Changement systématique des roulements *Contrôle systématique de la charrue *Redressage ou changement de la charrue
		Déformation de la charrue	Chocs	Arrêt de la charrue	Contrôle visuel	3	3	3	27	
Vérin d'orientation	Orienter la charrue de déchargement	Cassure de la tige	Chocs	Arrêt du vérin, arrêt de la charrue de déchargement	Contrôle visuel	2	2	2	8	*Changement du vérin *Changement de la pochette de joint du vérin *Débouchage des orifices
		Usure des joints	Frottements	Fuite d'air, arrêt du vérin, arrêt de la charrue	Contrôle visuel	2	2	3	12	
		Bouchage de l'orifice d'échappement	Pénétration de la matière	Arrêt du vérin, arrêt de la charrue de déchargement	Contrôle visuel	2	2	2	8	
Vérin de levage	Assurer la montée et la descente de la charrue	Cassure de la tige	Chocs	Arrêt de la charrue	Contrôle visuel	2	2	2	8	*Changement du vérin *Nettoyage de l'orifice
		Cassure de la tige	Frottements	Fuite d'air, arrêt du vérin, arrêt de la charrue	Contrôle visuel	2	2	2	8	
		Bouchage des orifices d'échappement	Pénétration de la matière	Arrêt du vérin, arrêt de la charrue de déchargement	Contrôle visuel	2	2	2	8	
Tête d'entraînement	Guider en rotation l'arbre du panier	Desserrage des goujons	Vibrations	Endommagement des roulements, blocage de l'arbre	Contrôle visuel	2	2	4	16	*Contrôle systématique des goujons *Changement des goujons *Contrôle systématique des ressorts *Changement des ressorts *Contrôle systématique des roulements *Graissage des roulements
		Endommagement des ressorts	Vibrations	Endommagement des roulements, blocage de l'arbre	Contrôle visuel	3	2	4	24	
		Usure des roulements	Vibrations	Blocage de l'arbre du panier, arrêt de la turbine	Contrôle du bruit	3	2	4	24	
			Durée de vie	Blocage de l'arbre du panier, arrêt de la turbine	Contrôle du bruit	3	2	4	24	
			Manque de graissage	Blocage de l'arbre du panier, arrêt de la turbine	Contrôle du bruit	3	1	4	12	
Frein	Freiner la rotation de l'arbre moteur	Usure des joints du vérin	Frottement	Fuite d'air	Contrôle	2	2	2	8	*Changement de la pochette de joint du vérin *Changement du sabot *Changement du disque à frein
		Usure du sabot	Frottement	Mauvais freinage de l'arbre du panier	Contrôle	2	2	2	8	
		Usure du disque à frein	Frottement	Mauvais freinage de l'arbre du panier	Contrôle	2	2	2	8	

Annexe 06 : AMDEC des équipements critiques

Accouplement	Transmettre la puissance entre l'arbre moteur et l'arbre du panier	Endommagement de la couronne dentée	Fatigue	Arrêt de l'arbre du panier	Contrôle	3	2	2	12	*Changement de l'élément élastique
Arbre	Transmettre le couple de rotation du moteur d'entraînement au panier	Déformation	Vibrations	Arrêt de la turbine	Contrôle visuel	3	2	3	18	*Contrôle systématique de l'arbre *Changement de l'arbre
Dispositif de centrage	Assurer le centrage de l'arbre du panier	Cassure de la tige du vérin	Surcharge	Décentrage de l'arbre	Contrôle	2	2	2	8	*Changement du vérin *Changement de la pochette de joint du vérin *Changement des galet
		Usure des joints du vérin	Frottements	Fuite d'air	Contrôle	2	2	2	8	
		Usure des galets	Frottements	Décentrage de l'arbre	Contrôle	2	2	3	12	
Tamis	Filtrer les cristaux de sucre	Les chocs entre le tamis et la charrue	Les chocs entre le tamis et la charrue	Fuite du sucre	Contrôle	3	2	3	18	*Contrôle systématique du tamis *Changement du tamis *Changement du tamis
		Fissuration du tamis inférieur	Les chocs entre le tamis et la charrue	Fuite du sucre	Contrôle	2	3	2	12	
Panier	Evacuer les égouts	Fissuration du panier	Les chocs entre le panier et la jupe	Fuite du sucre	Contrôle	3	1	2	6	*Changement du palier
Obturateur	Evacuer le sucre du panier	Usure des joints du vérin	Frottements	Fuite d'air	Contrôle	2	2	2	8	*Changement de la pochette de joint du vérin *Changement du vérin *Changement des plaques de guidage
		Déformation des tiges de guidage	Chocs	Arrêt de l'évacuation	Contrôle	2	2	3	12	
		Usure de la plaque de guidage	Frottement	Désalignement du vérin, mauvaise évacuation	Contrôle	2	2	3	12	
		Usure de la garniture mécanique du rotor	Frottement	Arrêt du fonctionnement du vérin, arrêt de l'évacuation	Contrôle	2	2	3	12	
Rampe de clairçage à l'eau	Eliminer par lavage la plus grande partie des égouts	Usure des buses	Fatigue	Mauvaise qualité de clairçage	Contrôle	2	2	2	8	*Changement des buse *Soudage ou changement de la rampe
		Déformation de la rampe	Chocs	Mauvaise qualité de clairçage	Contrôle visuel	3	2	2	12	
Rampe de clairçage à vapeur	Alimenter le système avec la vapeur	Déformation	Chocs	Mauvaise qualité de clairçage	Contrôle visuel	2	2	2	8	*Soudage ou changement de la rampe
Dispositif de chargement	Alimenter la turbine avec de la masse cuite	Usure de la manchette de la vanne	Fatigue	Fuite de la masse cuite	Contrôle	3	2	2	12	*Changement de la manchette de la vanne *Nettoyage de la trémie de chargement *Changement de la pochette de joint du vérin
		Obturation de la trémie de chargement	Collage de la matière	Mauvaise alimentation	Contrôle	2	2	2	8	
		Usure des joints du vérin	Frottement	Fuite d'air	Contrôle	2	2	2	8	
Plateau de distribution	Distribuer la masse cuite	Déformation du plateau	Surcharge	Mauvaise distribution de la matière sur le tamis	Contrôle visuel	3	2	2	12	*Changement du plateau
Dispositif de séparation des égouts	Séparer l'égout pauvre et l'égout riche	Usure de la manchette des vannes	Fatigue	Fuite de l'égout	Contrôle	3	2	4	24	*Contrôle systématique des manchettes *Changement de la manchette

Annexe 07 : Plans de maintenance préventive des équipements critiques

		PLAN DE MAINTENANCE PREVENTIVE EQUIPEMENT : ECLUSE A ROUE CELLULAIRE CATEGORIE: ECLUSE SORTIE SECHEUR,ECLUSE ALIMENTANT L'ELEVATEUR					N° FICHE MAINTENANCE:								
Division Poste de travail	N° d'équipement	Recueil des opérations	Marche	Arrêt	Intervenants	Durée en H	Périodicité								
							J	H	M	T	S	A	nA		
1R00	100015053	Contrôle du bruit de l'accouplement	X		1MEC	0,25		X							
1R00	100015053	Contrôle de l'état de l'élément élastique de l'accouplement	X		2MEC	1,5							X		
1R00	100015053	Graissage des paliers	X		1MEC	0,5		X							
1R00	100015053	Contrôle du bruit des paliers	X		1MEC	0,25		X							
1R00	100015053	Nettoyage et graissage des paliers		X	2MEC	4									2
1R00	100015053	Contrôle et nettoyage de la roue cellulaire	X		2MEC	2							X		
1R00	100015053	Nettoyage des ailettes de refroidissement du moteur et du couvercle du ventilateur	X		1ELEC	0,5		X							
1R00	100015053	Contrôle du niveau d'huile du réducteur et du joint d'étanchéité	X		1ELEC	0,5		X							
1R00	100015053	Vérification de la température, de la fixation et du bruit du motoréducteur	X		1ELEC	0,25			X						
1R00	100015053	Contrôle du fonctionnement du câble d'amenée du moteur de commande	X		1ELEC	0,25			X						
1R00	100015053	Contrôle du joint d'étanchéité et du niveau d'huile du réducteur	X		1ELEC	0,25			X						

Annexe 07 : Plans de maintenance préventive des équipements critiques

1R00	100015053	Vérification de l'étanchéité de la presse étoupe	X		1MEC	0,25			X				
1R00	100015053	Vérification du bruit de la presse étoupe	X		1MEC	0,25			X				
1R00	100015053	Vérification de la température de la presse étoupe	X		1MEC	0,25			X				
1R00	100015053	Serrage des écrous de la bride	X		1MEC	0,33			X				
1R00	100015053	Contrôle des collages de la roue cellulaire	X		1MEC	0,5						X	
1R00	100015053	Contrôle du détecteur de proximité inductif	X		1REGUL	0,25			X				
1R00	100002260	Contrôle du bruit de l'accouplement	X		1MEC	0,25		X					
1R00	100002260	Contrôle de l'état de l'élément élastique de l'accouplement	X		2MEC	1,5						X	
1R00	100002260	Graissage des paliers	X		1MEC	0,5		X					
1R00	100002260	Contrôle du bruit des paliers	X		1MEC	0,25		X					
1R00	100002260	Nettoyage et graissage des paliers		X	2MEC	4							2
1R00	100002260	Contrôle et nettoyage de la roue cellulaire	X		2MEC	2						X	
1R00	100002260	Nettoyage des ailettes de refroidissement du moteur et du couvercle du ventilateur	X		1ELEC	0,5		X					
1R00	100002260	Contrôle du niveau d'huile du réducteur et du joint d'étanchéité	X		1ELEC	0,5		X					

Annexe 07 : Plans de maintenance préventive des équipements critiques

1R00	100002260	Vérification de la température, de la fixation et du bruit du motoréducteur	X		1ELEC	0,25			X				
1R00	100002260	Contrôle du fonctionnement du câble d'amenée du moteur de commande	X		1ELEC	0,25			X				
1R00	100002260	Contrôle du joint d'étanchéité et du niveau d'huile du réducteur	X		1ELEC	0,25			X				
1R00	100002260	Vérification de l'étanchéité de la presse étoupe	X		1MEC	0,25			X				
1R00	100002260	Vérification du bruit de la presse étoupe	X		1MEC	0,25			X				
1R00	100002260	Vérification de la température de la presse étoupe	X		1MEC	0,25			X				
1R00	100002260	Serrage des écrous de la bride	X		1MEC	0,33			X				
1R00	100002260	Contrôle des collages de la roue cellulaire	X		1MEC	0,5						X	
1R00	100002260	Contrôle du détecteur de proximité inductif	X		1REGUL	0,25			X				

Annexe 07 : Plans de maintenance préventive des équipements critiques

		PLAN DE MAINTENANCE PREVENTIVE EQUIPEMENT : ELEVATEUR A GODET CATEGORIE: EG1,EG2					N° FICHE DE MAINTENANCE:								
Division Poste de travail	N° d'équipement	Recueil des opérations	Marche	Arrêt	Intervenants	Durée en H	Périodicité								
							J	H	M	T	S	A	nA		
1R00	300000083	Graissage des paliers d'entraînement	X		1MEC	0,33		X							
1R00	300000083	Contrôle, nettoyage et graissage des paliers d'entraînement	X		2MEC	3							X		
1R00	300000083	Contrôle de la température des paliers d'entraînement	X		1MEC	0,16		X							
1R00	300000083	Changement des roulements des paliers d'entraînement		X	2MEC	4									2
1R00	300000083	Graissage des paliers d'entraînement de renvoie	X		1MEC	0,5		X							
1R00	300000083	Contrôle, nettoyage et graissage des paliers de renvoie		X	2MEC	3							X		
1R00	300000083	Contrôle de la température des paliers de renvoie	X		1MEC	0,16		X							
1R00	300000083	Changement des roulements des paliers de renvoie		X	2MEC	4									2
1R00	300000083	Contrôle de la bande	X		1MEC	1				X					
1R00	300000083	Contrôle de la fixation du motoréducteur	X		1ELEC	0,25			X						
1R00	300000083	Contrôle de la température du motoréducteur	X		1ELEC	0,25			X						
1R00	300000083	Contrôle de la fixation des godets	X		1MEC	2			X						
1R00	300000083	Vérification de la fixation et de l'étanchéité de la garniture étanche de l'arbre	X		1MEC	0,25			X						

Annexe 07 : Plans de maintenance préventive des équipements critiques

		PLAN DE MAINTENANCE PREVENTIVE EQUIPEMENT : TAMBOUR SECHEUR A SUCRE CATEGORIE: TS					N° FICHE DE MAINTENANCE:							
Division Poste de travail	N° d'équipement	Recueil des opérations	Marche	Arrêt	Intervenants	Durée en H	Périodicité							
							J	H	M	T	S	A	nA	
1R00	100000269	Nettoyage du système de transmission à chaîne		X	2MEC	1						X		
1R00	100000269	Remplissage du réservoir d'huile du système de lubrification automatique	X		1MEC	0,33			X					
1R00	100000269	Contrôle de l'alignement de la couronne dentée et du pignon du système de transmission à chaîne	X		2MEC	2					X			
1R00	100000269	Contrôle de la lubrification du système de transmission à chaîne	X		1MEC	0,25		X						
1R00	100000269	Vérification de l'ajustement de la position des maillons par rapport aux dentures de la couronne du tambour	X		1MEC	0,16			X					
1R00	100000269	Changement des roulements des paliers		X	2MEC	16								2
1R00	100000269	Contrôle de la température et du bruit des paliers	X		1MEC	0,16		X						
1R00	100000269	Graissage des paliers	X		1MEC	1,5				X				
1R00	100000269	Contrôle, nettoyage et graissage des paliers		X	2MEC	8						X		
1R00	100000269	Contrôle de l'usure des galets porteurs et de retenue	X		2MEC	1				X				
1R00	100000269	Nettoyage des ailettes de refroidissement du moteur et du couvercle du ventilateur	X		1MEC	0,25		X						
1R00	100000269	Remplissage du réservoir d'huile du système de lubrification automatique	X		1MEC	0,33		X						

Annexe 07 : Plans de maintenance préventive des équipements critiques

1R00	100000269	Contrôle de l'état des étoupages des caissons d'entrée et de sortie	X		1MEC	0,25		X					
1R00	100000269	Contrôle de la température et de la fixation du motoréducteur	X		1ELEC	0,25			X				
1R00	100000269	Resserrage des unions vissées		X	1MEC	1						X	
1R00	100000269	Contrôle de l'état des chicanes du tambour de séchage	X		1MEC	1						X	

Annexe 07 : Plans de maintenance préventive des équipements critiques

		PLAN DE MAINTENANCE PREVENTIVE EQUIPEMENT : TURBINE CONTINUE CATEGORIE: A					N° FICHE DE MAINTENANCE:								
Division Poste de travail	N° d'équipement	Recueil des opérations	Marche	Arrêt	Intervenants	Durée en H	Périodicité								
							J	H	M	T	S	A	nA		
1R00	100000289	Contrôle de l'état de la courroie du système de transmission	X		1EXT	0,5			X						
1R00	100000289	Contrôle de l'état de la courroie de la boîte à roulements	X		1MEC	0,16		X							
1R00	100000289	Graissage des roulements de la boîte à roulements	X		1MEC	0,5		X							
1R00	100000289	Changement des roulements de la boîte à roulements		X	3EXT	8							X		
1R00	100000289	Changement des ressorts en caoutchouc		X	2EXT	4							X		
1R00	100000289	Contrôle du tamis	X		1MEC	0,16		X							
1R00	100000289	Contrôle de l'état d'arbre	X		2EXT	4							X		
1R00	100000289	Contrôle de la vanne du système d'évacuation des égouts	X		2EXT	1			X						
1R00	100000289	Contrôle du bruit de la boîte à roulements	X		1MEC	0,16		X							
1R00	100000289	Contrôle de la courroie trapézoïdale	X		1EXT	0,5			X						
1R00	100000289	Remplacement des ressorts en caoutchouc		X	2EXT	8							X		
1R00	100000289	Changement des roulements de la tête d'entraînement		X	3EXT	24							X		

Annexe 07 : Plans de maintenance préventive des équipements critiques

		PLAN DE MAINTENANCE PREVENTIVE EQUIPEMENT : TURBINE DISCONTINUE CATEGORIE: R2					N° FICHE DE MAINTENANCE:									
Division Poste de travail	N° d'équipement	Recueil des opérations	Marche	Arrêt	Intervenants	Durée en H	Périodicité									
							J	H	M	T	S	A	nA			
1R00	100000293	Contrôle du jeu entre la charrue de déchargement et le tamis	X		1MEC	0,16		X								
1R00	100000293	Contrôle de l'état de la charrue de déchargement	X		1MEC	0,5			X							
1R00	100000293	Contrôle du bruit de la charrue de déchargement	X		1MEC	0,16		X								
1R00	100000293	Changement des roulements de la charrue de déchargement		X	2EXT	4							X			
1R00	100000293	Graissage des roulements de la tête d'entraînement	X		1EXT	0,5		X								
1R00	100000293	Changement des roulements de la tête d'entraînement		X	2EXT	4							X			
1R00	100000293	Contrôle de la tête d'entraînement de la tête d'entraînement	X		1EXT	0,16		X								
1R00	100000293	Contrôle des ressorts de la tête d'entraînement	X		1EXT	0,5			X							
1R00	100000293	Changement des ressorts de la tête d'entraînement		X	2EXT	4								X		
1R00	100000293	Contrôle de la température de la tête d'entraînement	X		1EXT	0,16		X								
1R00	100000293	Serrage des goujons de la tête d'entraînement	X		1EXT	0,5			X							
1R00	100000293	Contrôle des goujons de la tête d'entraînement	X		1EXT	1								X		

Annexe 07 : Plans de maintenance préventive des équipements critiques

1R00	100000293	Contrôle du tamis	X		1MEC	0,25		X					
1R00	100000293	Contrôle de l'arbre	X		2EXT	2						X	
1R00	100000293	Contrôle de la manchette du dispositif de séparation des égouts	X		2EXT	1			X				
1R00	100000293	Contrôle du bruit de la boîte à roulement	X		1MEC	0,16		X					
1R00	100000293	Contrôle de la température de la boîte à roulements	X		1MEC	0,16		X					
1R00	100000293	Graissage de la boîte à roulements	X		1MEC	0,5		X					
1R00	100000293	Contrôle des ressorts en caoutchouc	X		1EXT	0,5			X				
1R00	100000293	Changement des ressorts en caoutchouc		X	2EXT	2						X	

Annexe 07 : Plans de maintenance préventive des équipements critiques

		PLAN DE MAINTENANCE PREVENTIVE EQUIPEMENT : VIS TRANSPORTEUR CATEGORIE: VIS INCLINE,VIS SUCRE BLANC,VIS ENTREE/SORTIE TAMBOUR					N° FICHE DE MAINTENANCE:								
Division Poste de travail	N° d'équipement	Recueil des opérations	Marche	Arrêt	Intervenants	Durée en H	Périodicité								
							J	H	M	T	S	A	nA		
1R00	30000082	Contrôle de la température et du bruit des paliers d'entrainement et de renvoi du vis sucre blanc	X		1ELEC	0,25		X							
1R00	30000082	Graissage et contrôle de l'étanchéité des paliers d'entrainement et de renvoi du vis sucre blanc	X		1MEC	0,5		X							
1R00	30000082	Nettoyage et graissage des paliers d'entrainement et de renvoi du vis sucre blanc		X	2MEC	1,5							X		
1R00	30000082	Changements des roulements des paliers d'entrainement et de renvoi du vis sucre blanc		X	2MEC	8								2	
1R00	30000082	Contrôle du graissage des paliers intermédiaires du vis sucre blanc	X		1MEC	0,16		X							
1R00	30000082	Nettoyage et graissage des paliers intermédiaires du vis sucre blanc		X	2MEC	4							X		
1R00	30000082	Remplissage du réservoir de la graisse du système de graissage automatique et changement de la batterie des paliers intermédiaires du vis sucre blanc	X		1MEC	0,5			X						
1R00	30000082	Contrôle de la rotation de l'arbre du vis sucre blanc	X		1ELEC	0,16		X							
1R00	30000082	Contrôle et nettoyage de l'arbre et la spirale du vis sucre blanc		X	2MEC	8							X		
1R00	10000267	Contrôle de la température et du bruit des paliers d'entrainement et de renvoi du vis incliné	X		1ELEC	0,25		X							
1R00	10000267	Graissage et contrôle de l'étanchéité des paliers d'entrainement et de renvoi du vis incliné	X		1MEC	0,5		X							
1R00	10000267	Nettoyage et graissage des paliers d'entrainement et de renvoi du vis sucre vis incliné		X	2MEC	1,5							X		

Annexe 07 : Plans de maintenance préventive des équipements critiques

1R00	100000270	Nettoyage et graissage des paliers d'entrainement et de renvoi du vis sortie tambour sécheur		X	2MEC	1,5							X	
1R00	100000270	Changement des roulements des paliers d'entrainement du vis sortie tambour sécheur		X	2MEC	8								2
1R00	100000270	Contrôle de la rotation de l'arbre du vis sortie tambour sécheur	X		1ELEC	0,16		X						
1R00	100000270	Contrôle et nettoyage de l'arbre et la spirale du vis sortie tambour sécheur		X	2MEC	8							X	

Rapport-gratuit.com 
LE NUMERO 1 MONDIAL DU MÉMOIRES