

3.1. INTRODUCTION

Ce chapitre est consacré à une application de la démarche « AMDEC Machine » et à montrer son intérêt pour le service de maintenance de l'entreprise ALFET. Pour ce faire, l'étude de cas porte sur une machine dénommée « grenailleuse à voie suspendue » implantée dans atelier de parachèvement au niveau de l'unité fonderie acier. Une synthèse de cette démarche a été établie afin d'aider par la suite les décideurs du service maintenance à définir la politique de maintenance appropriée.

3.2. AMDEC DE LA GRENAILLEUSE

3.2.1. Phase 01 : Initialisation

3.2.1.1. Définition du système à étudier

La grenailleuse à voie suspendue est une machine industrielle utilisée pour désigner les techniques de projection de grenailles. En réalité, le grenailage s'applique à tous les procédés qui projettent toutes sortes de produits sous forme de grenaille, quelle que soit leur nature ou leur forme.

1° Description de la machine

La machine est constituée principalement d'une chambre qui est fermée sur le côté d'entrée au moyen d'une porte à deux battants. La machine est destinée à nettoyer les pièces coulées avec noyaux. Une particularité de la machine est le treuil transporteur à 3 tonnes, qui rend possible la levée des pièces coulées à partir du sol. Des fois, on trouve devant la machine, une grille tournante qui permet un mouvement de chargement rapide des pièces coulées.

Pour assurer un nettoyage effectif des pièces, ces dernières sont suspendues par un crochet et tournent dans un jet de grenaille. A son tour, la grenaille est nettoyée de manière automatique dans un dispositif de nettoyage à air. Pour le dépoussiérage, la machine nécessite un filtre ayant un rendement de 15000 à 20000 m³ par heure.

Comme la machine a une capacité de charge de trois tonnes, il est recommandé de placer au moins la partie avant de la ligne de transport dans le rayon d'action de la grue. La croix tournante présente la charge au bras libre de la machine. La grenailleuse dispose aussi d'un système de ventilation sous pression qui assure l'extraction de la poussière des jeux existant entre les éléments mobiles de la machine. De façon à empêcher la pénétration de la poussière dans la salle où la machine est placée, toute poussière produite sera aspirée de la chambre. En plus, le dépôt de poussière sur la pièce nettoyée est évité.

La mauvaise aspiration de la poussière par le nettoyeur, signifie une mauvaise exécution de la part de la machine, particulièrement dans le cas où la grenailleuse est destinée au nettoyage des pièces moulées. Pour cette raison, la grenailleuse doit être dépoussiérée et raccordée à un système de

dépoussiérage dans la salle de nettoyage ou à un système indépendant qui sera installé à côté de la machine. Quel que soit le type de machine, les principaux sous - ensembles qui constituent la grenailleuse sont :

1. Chambre de grenailage
2. Turbines
3. Elévateur
4. Nettoyeur de poussière
5. Ligne de transport avec plateforme et échelle
6. Armoire électrique.

2°Caractéristiques techniques

Le système technique à étudier, étant une machine à grenailier, notre choix s'est porté sur la grenailleuse GOSTOL à voie suspendue comme centre d'intérêt (**Figure 3.1**). À partir des documents constructeur, le **tableau 3.1** présente les caractéristiques techniques de la dite machine.

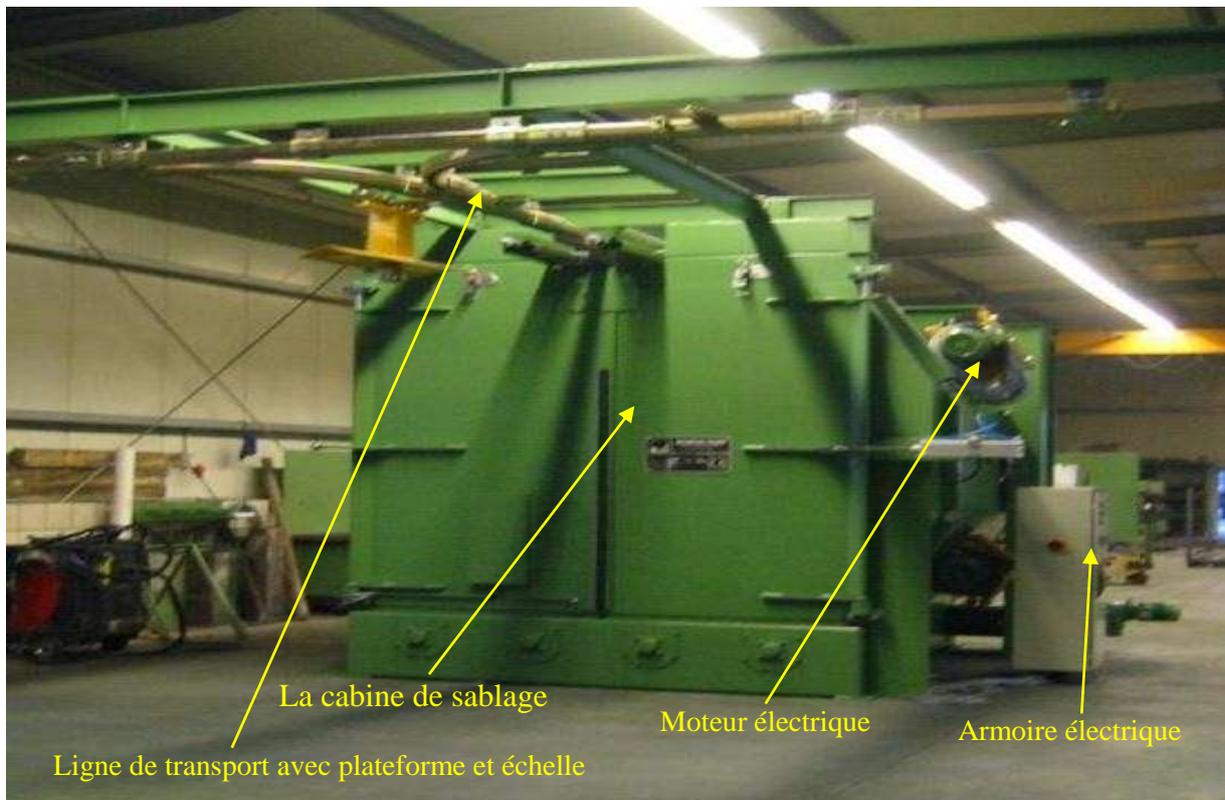


Fig. 3.1 : Grenailleuse à voies suspendue

Tab 3.1 : Caractéristiques technique de la grenailleuse GOSTOL [09]

Grenailleuse a voie suspendue	
Fabricant	GOSTOL (Yougoslavie)
Dimensions principales	
Longueur	11550 mm
largeur	4700 mm
Hauteur	6300 mm
Poids approximatif de la machine	16t
Puissance raccordée pour utilité	
Puissance installée	65 Kw 50 Hz
Données techniques complètes	
Tension de service	220 380 V
Nombre de turbines	Nombre de 3
Force portante	3t
Le plus grand diamètre de la pièce coulée	1500 mm
La plus grande hauteur de la pièce coulée	2700 mm
Capacité de filtrage	15000 à 20000 m ³
Vitesse de transport	18 m/min
Vitesse de levée	1.8 m/min
Chargement de crochet	3 t
Hauteur de levée du crochet	3.4 m
Moteurs 4AZ 160L-Z, 133	n=2930 min ⁻¹ , N=18kw
Moto-réducteur GMPo 1.3 v.p.a.	n=1410min ⁻¹ , N=1.5 kw

3°. Fonctionnement de la machine

D'abord il faut mettre en circuit l'interrupteur principal, ensuite l'interrupteur de commande au moyen d'une clé de contact. Par la suite, mise en circuit du commutateur de sélection pour le choix du mode de fonctionnement en manuel ou en automatique.

a. Mode manuel : Ce mode de service peut être choisi pour les courses d'essai, le commutateur de sélection doit être dans la position « 1 » (manuel). Au moyen de bouton de touche les entraînements peuvent être mis en service. Le blocage de la grenaille ne doit être mis en service que si la turbine tourne ; sinon la turbine sera bloquée ce qui va causer des difficultés pour sa mise en service.

b. Mode automatique : Pour le service normal de la machine le commutateur sélecteur sera mis automatiquement dans la position « 2 ». La tension de commande est déjà mise en circuit et on peut démarrer le service de la machine.

Il faut introduire dans la machine le crochet avec les pièces à nettoyer. Sur l'armoire de commande se trouvent les boutons de mise en circuit des différents entraînements. L'élévateur à godets et le chariot sont mis en service selon le besoin.

Dès que le chariot avec le crochet est introduit dans la machine la porte sera fermée. Le chariot doit être poussé dans la machine jusqu'au bout pour que l'interrupteur de fin de course soit activé en arrêtant le mouvement du chariot et ainsi occasionner les conditions pour la mise en marche de la rotation du crochet.

Dès que la porte est fermée et le relais est activé par l'interrupteur de fin de course, les conditions pour la mise en service automatique du nettoyage sont réunies. A ce moment-là, le bouton de touche mise en service automatique peut être pressé, c'est ainsi que les différents relais de commande sont activés. Les moteurs sont mis en service par l'ordre de priorité suivant : élévateur, vis sans fin, rotation du crochet turbine 1, 2, 3 et les blocages de grenaille. Dès que les blocages de grenaille sont activés, le compteur d'heures se déclenche pour mesurer le temps réel, qui déclenche l'intervention pour l'entretien de la machine (turbines). La période de nettoyage sera réglée au moyen d'un relais temporisé, une fois ce temps est réglé tous les entraînements à l'exception de l'élévateur et de la vis sans fin sont arrêtés. Ces deux entraînements peuvent fonctionner sans dérangement et attendent un nouvel enclenchement de la mise en service du suivant nettoyage.

3.2.1.2 Définition de la phase de fonctionnement

1°. Parties mécaniques

a. La turbine

La turbine avec son arbre est la pièce maîtresse de chaque machine à grenailleur. Elle est composée des éléments suivants (**Figure 3.2**) :

- Arbre avec palier et les rouleaux poulie et moyeu.
- Rotor à plaque principale pour poser les vis pour fixer les paliers.
- Système d'alimentation au tuyau d'adduction
- Carcasse avec couvercle et les plaques protectrices comme les segments.

- **Mode de travail de la turbine**

A travers le tube d'amenée fixé au bout et au carter de la turbine, l'abrasif est conduit dans le distributeur qui tourne à 2930 tr/min. Le distributeur dose l'abrasif en direction des aubes du rotor à travers ses ouvertures latérales. A la sortie du rotor, les aubes donnent à l'abrasif la vitesse et l'énergie requise qui sont nécessaires pour un nettoyage effectif du tas de pièces. Pour un fonctionnement correct de la turbine, il faut mentionner les éléments suivants qui sont les plus importants (**Figure 3.3**) : Le distributeur ; La queue ; Les aubes

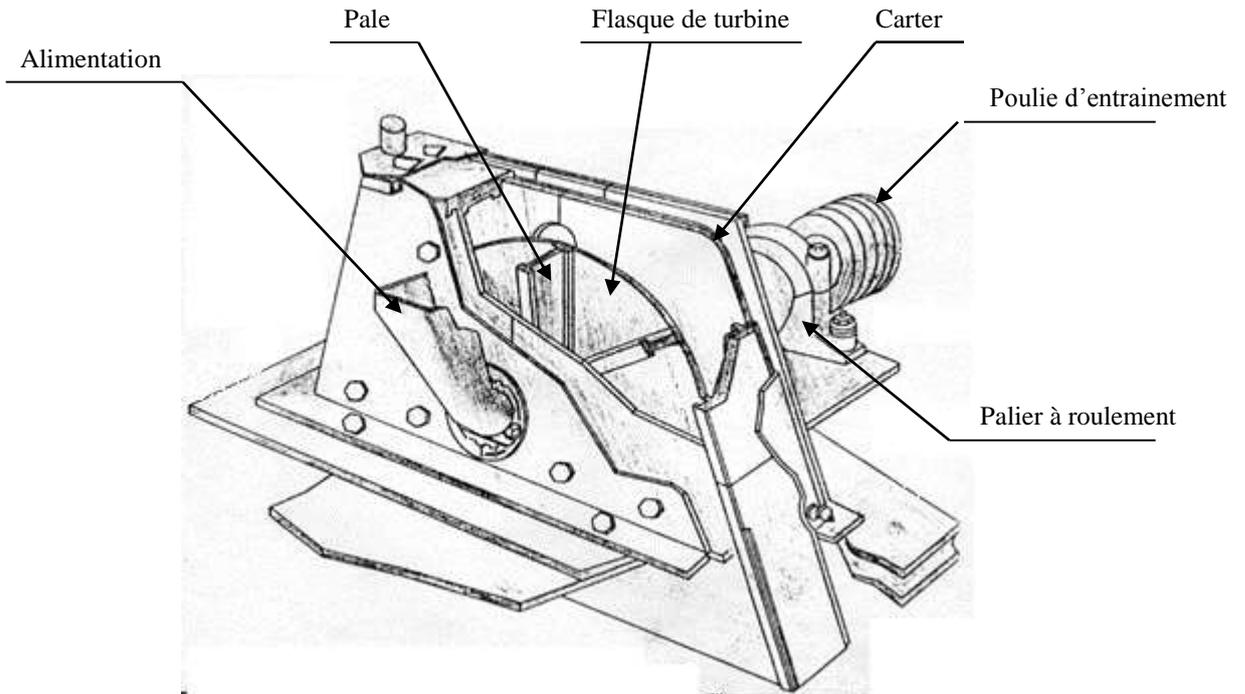


Fig. 3.2 : Vue extérieure en perspective de l'ensemble turbine [09]

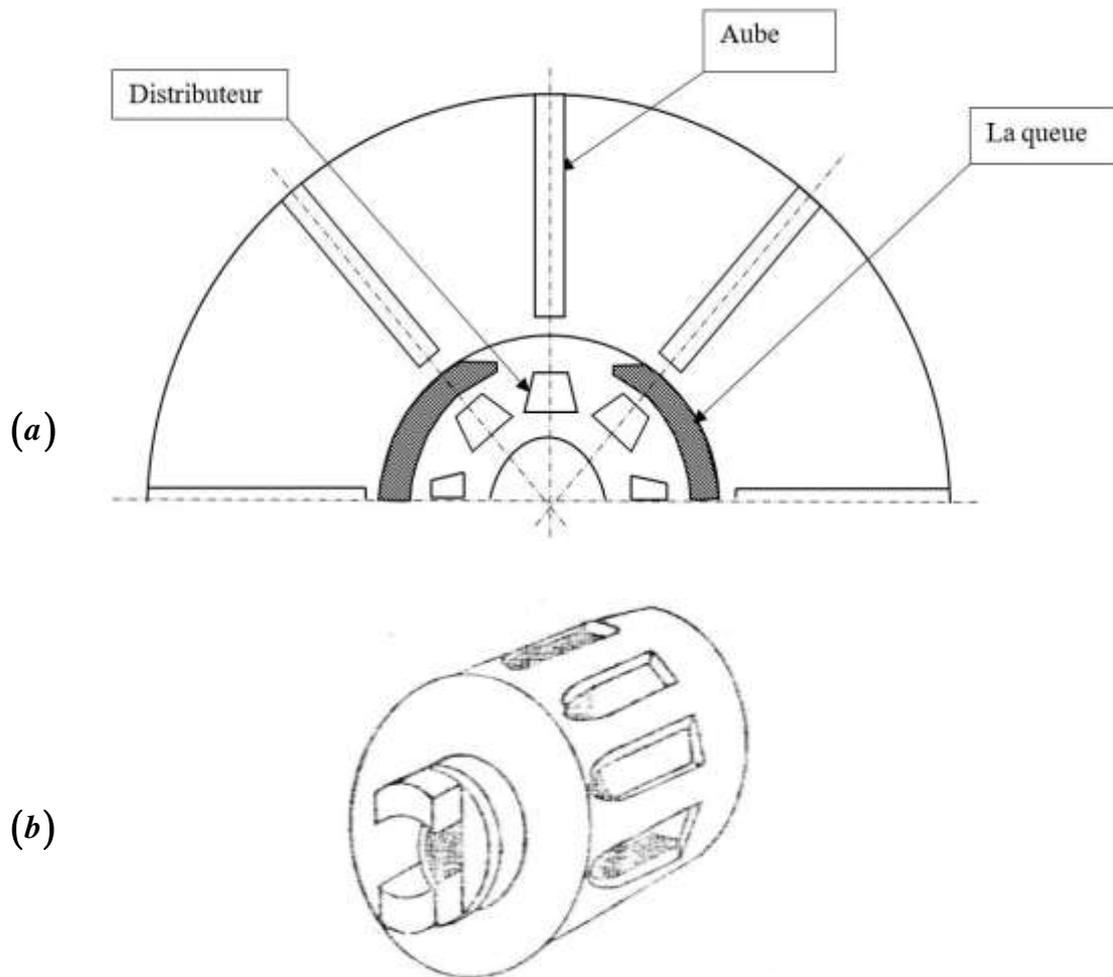


Fig. 3.3 : Eléments de la turbine (a) ; Turbine ; (b) Distributeur [09]

Le carter est une chambre en tôles soudées, qui constitue le cadre de base de la machine où tous les autres éléments fonctionnels sont raccordés. La chambre est fermée du côté avant au moyen d'une porte à battants qui fonctionne à l'aide d'un vérin pneumatique. La partie inférieure de la chambre sert comme support pour la vis de transport. La partie supérieure dispose d'une rainure à travers laquelle le crochet de manutention pénètre durant le dessablage, ainsi que les entraînements pour le nettoyeur de poussière. La chambre est protégée doublement contre le rayonnement intense. Toute la salle intérieure est revêtue de caoutchouc. Dans les directions principales de dessablage la chambre est protégée supplémentaires avec deux panneaux métalliques, qui sont extrêmement résistants contre l'usure. Les panneaux sont posés sur le bâti porteur et peuvent être facilement remplacés. La vis sans fin dans la partie inférieure du carter est couverte de grilles.

- ***Réglage du jet de la turbine***

Il faut régler uniquement la direction du jet de la grenaille pour le bon dessablage des pièces coulées. Le jet se règle en tournant le diviseur de grenaille à gauche et à droite, une tôle d'acier s'emploie comme noyau auxiliaire qui se pose sur la turbine à une distance de un mètre du centre de la turbine. On soumet la tôle à l'action contre de la grenaille jusqu'à 10 secondes, puis on observe l'effet du grenillage. À partir de là on peut agir sur le réglage de la direction du jet en agissant soit sur le diviseur ou sur la queue. Cette méthode s'appelle « DIACRAMMI DE JET » pour le réglage de la direction du jet qui est important pour avoir un dessablage effectif des pièces coulées.

- ***Choix de l'abrasif***

Le choix judicieux de la granulation, la forme et la qualité de l'abrasif ont une grande importance sur les performances de la machine et pour la stabilité de ses pièces, qui sont soumises à l'usure. En utilisant un abrasif de haute qualité sa consommation est très basse, ainsi que l'usure des pièces qui sont soumises à une haute sollicitation, surtout la turbine.

Le plus souvent des abrasifs ronds et réfractaires sont utilisés. En ce qui concerne la granulation, il y a des grains ayant tous la même grosseur (abrasif homogène) et des abrasifs avec de grosseur du grain différentes (abrasif hétérogènes). Sachant que la dureté a une grande influence, des abrasifs trop durs se consomment moins rapidement. La granulation est très différente, son choix dépend du matériel et des états de surface nous voulons obtenir. En général pour les pièces lourdes à nettoyer on utilise des abrasifs à gros grains. Les vitesses de nettoyage d'une machine à turbine sont deux fois supérieures à celles des machines fonctionnant à l'air comprimé. Les grains dans la machine à turbine ont une vitesse deux fois plus grande que celle des machines fonctionnant à l'air comprimé. Pour un même poids, les grains ont alors une énergie quatre fois plus grande.

La consommation d'abrasifs s'élève de 1 à 3 kg par tonne de pièces coulées (en fonction de la matière). Que la machine soit vide ou remplie, l'abrasif s'use. Pour des raisons d'économie, la machine doit toujours être complètement remplie.

b. L'élévateur à godets

L'élévateur sert à transporter l'abrasif avec les impuretés fines et grosses, il est conçu de telle manière, qu'il s'intercale dans le cycle d'épuration automatique de l'abrasif. Au niveau de la partie inférieure de la machine, une vis sans fin ramasse l'abrasif dans l'auge de la machine à nettoyer et le transporte dans le boisseau de l'élévateur. L'élévateur est commandé par le tambour de nettoyage d'abrasif à l'aide d'une chaîne. La vis sans fin est entraînée par un motoréducteur à travers une roue d'entrée. Pour un fonctionnement correct de l'élévateur, tous les éléments doivent être contrôlés pendant la course, la courroie avec les boisseaux est tendue par torsion régulière dans deux vis de serrage, le centrage de la ligne de courroie du boisseau est atteint un serrant réciproquement les vis de serrage.

c. Vis sans fin

Dans l'auge de la vis transporteuse, l'abrasif et les impuretés se ramassent. Ensuite, la vis les transporte dans l'élévateur. De grosses impuretés sont déjà arrêtées à la grille protectrice au-dessus de la vis transporteuse. Ces grosses impuretés doivent être de temps en temps écartées. Si la vis transporteuse est bloquée à cause d'une quantité de grenaille très importante, elle doit être immédiatement dégagée. La vis sans fin est logée à la face extérieure de la machine dans des roulements à billes adaptables.

d. Nettoyeur de poussière

Dans le nettoyeur de poussière l'abrasif est séparé des impuretés de toute sorte ; l'abrasif sale entre dans le tamis rotatif sur le côté gauche. L'abrasif consommé et les impuretés fines tombent au-dessous du tambour. Les grosses impuretés sont transportées par la vis sans fin inférieure dans la trémie à déchets en passant par le tambour. La vis extérieure distribue l'abrasif et les impuretés fines le long du nettoyeur ou bien de la trappe glissante supérieure ; cette dernière est plus courte que le filtre à air et elle est assemblée à son côté gauche. La trappe glissante supérieure règle la hauteur de remblai de l'abrasif sur la trappe de jet. Il doit être réglé de telle façon, que la trappe de jet s'ouvre seulement au moment où la vis extérieure du tambour a distribué l'abrasif sur toute la longueur de la trappe supérieure et le résidu glisse vers le bas sur son bord droit, ce qui provoque son ouverture. Au moment de l'ouverture de la trappe de jet, l'abrasif commence à ruisseler tout le long du nettoyeur. A

travers le rideau d'abrasif l'air passe et transporte les impuretés fines dans l'auge ramasseuse et l'abrasif purifié tombe dans le réservoir du nettoyeur.

Le réglage du moment d'ouverture de la trappe de jet et la régularité du rayon sont deux paramètres importants parce que l'effet de nettoyage dépend d'une régularité du rayon sur toute la longueur du nettoyeur. La vitesse de passage de l'air à travers le rideau de grenaille est réglée à travers des trappes tournantes se trouvant à la sortie d'air du nettoyeur. Le tube d'alimentation de grenaille dispose d'une fermeture qui est ouverte ou fermée en fonction du besoin de nettoyage.

e. Ligne de transport

La ligne de transport facilite l'accès du monorail avec sa charge à la cabine de sablage. Elle est dimensionnée pour une charge utile de 3 tonnes. Le monorail avec le chariot roulant électrique dispose d'un cadre attachée à la poulie du crochet pivotant. Ce dernier est logé à l'intérieur d'une poulie trapézoïdale à deux gorges entraînée par motoréducteur. La vitesse de translation du monorail est environ 20 m/min, et la vitesse de levage est 4 m/min.

Pendant la suspension des pièces coulées le crochet est abaissé jusqu'à la hauteur correspondante, avec une chaîne ou un câble. Les pièces sont reliées à une grappe et levées avec le monorail. Pour le transport pièces vers la cabine de sablage, l'interrupteur est mis en circuit. Dans la position finale, le monorail s'arrête et le crochet commence à tourner, en suite on ferme la porte de la cabine. En pressant le bouton poussoir de mise en service automatique, commence le procédé de sablage qui est déterminé par un relais temporisé un distributeur électro- pneumatique assure le renversement du mouvement.

2°. La partie électrique

La partie électrique de la grenailleuse est composée essentiellement de trois éléments :

a. Moteur électrique

La grenailleuse possède comme actionneur, un moteur électrique triphasé marque 4AZ 160L-Z, 133 qui délivre une puissance de 18kw à 2930 min⁻¹.

b. Armoire de commande

Elle est installée individuellement à coté de la machine. Elle contient tous les composants électrotechniques. Sur sa porte sont montés les boutons poussoirs, les interrupteurs de commande, les ampèremètres de contrôle de charge de la turbine et les voyants de surveillance (**figure 3.4**).

c. Boitier de commande

Elle est installée sur la machine près de l'installation de chargement. Elle assure la commande manuelle et automatique de tous les organes automatiques de la machine (**figure 3.5**).

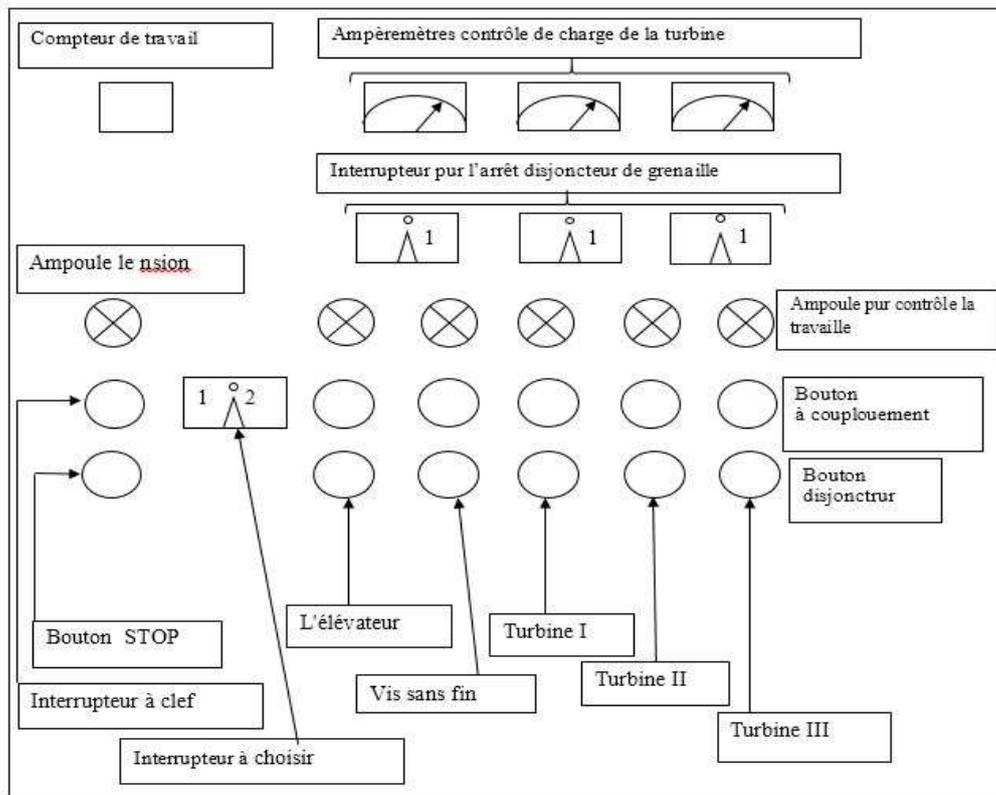


Fig. 3.4 : Armoire électrique principale

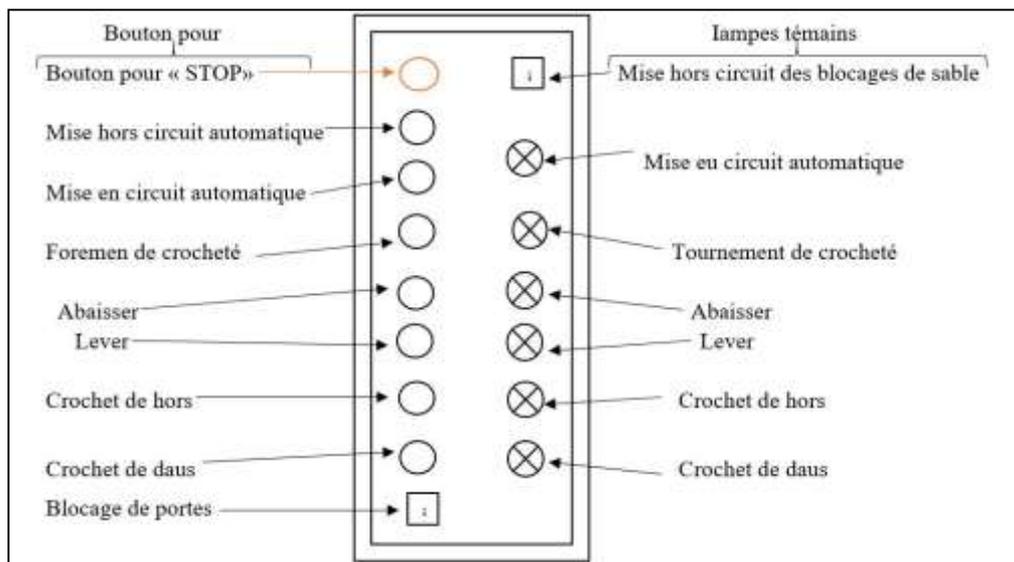


Fig. 3.5 : Boitier de commande

3.2.1.3. Définition des objectifs à atteindre

La grenailleuse étant un équipement critique dans le processus d'obtention des pièces moulées, la nécessité d'un plan de maintenance préventif est primordiale. Ainsi, les objectifs visés à travers la mise en œuvre de l'AMDEC pour la grenailleuse sont :

1. Dégager les organes et les éléments les plus critiques ;
2. Dégager les actions de maintenance préventive.

3.2.2. Phase 02 : Décomposition fonctionnelle

3.2.2.1 Découpage du système

Notre étude sera consacrée à deux sous-ensemble à dominante mécanique : la turbine et à l'élévateur. Seront traités les différentes modes de défaillances que connaissent ces deux sous-ensembles (figure 3.6).

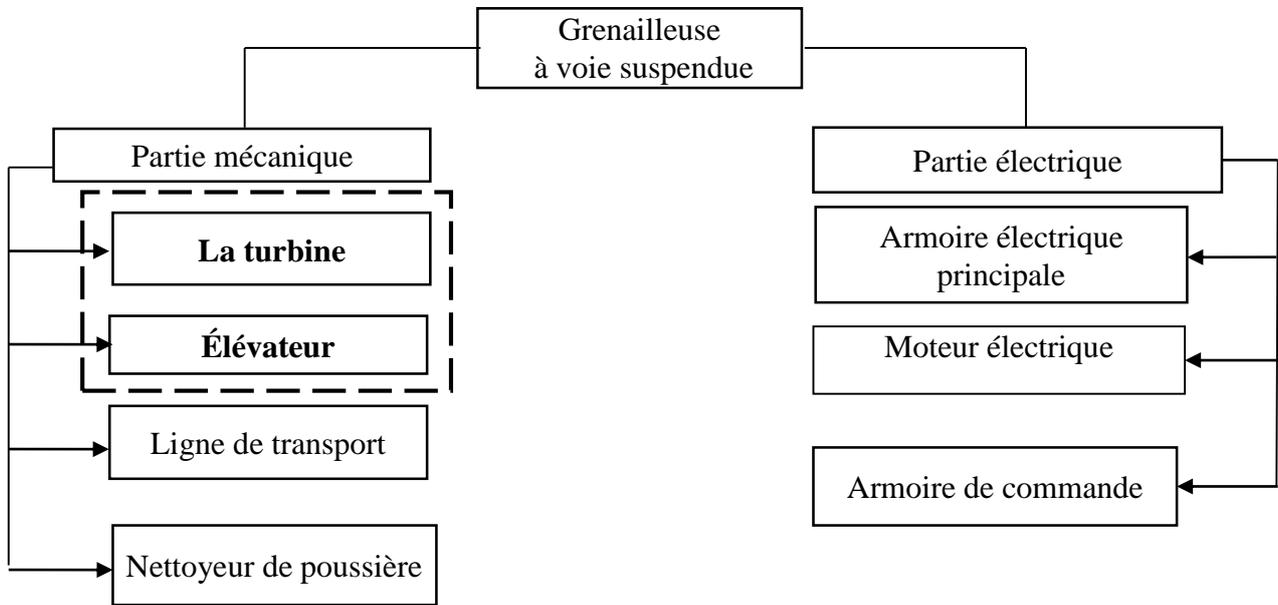


Fig. 3.6 : Décomposition de la grenailleuse à voie suspendue

3.2.2.2 Identification des fonctions des sous-ensembles

1° Grenailleuse

a. Diagramme des inters acteurs

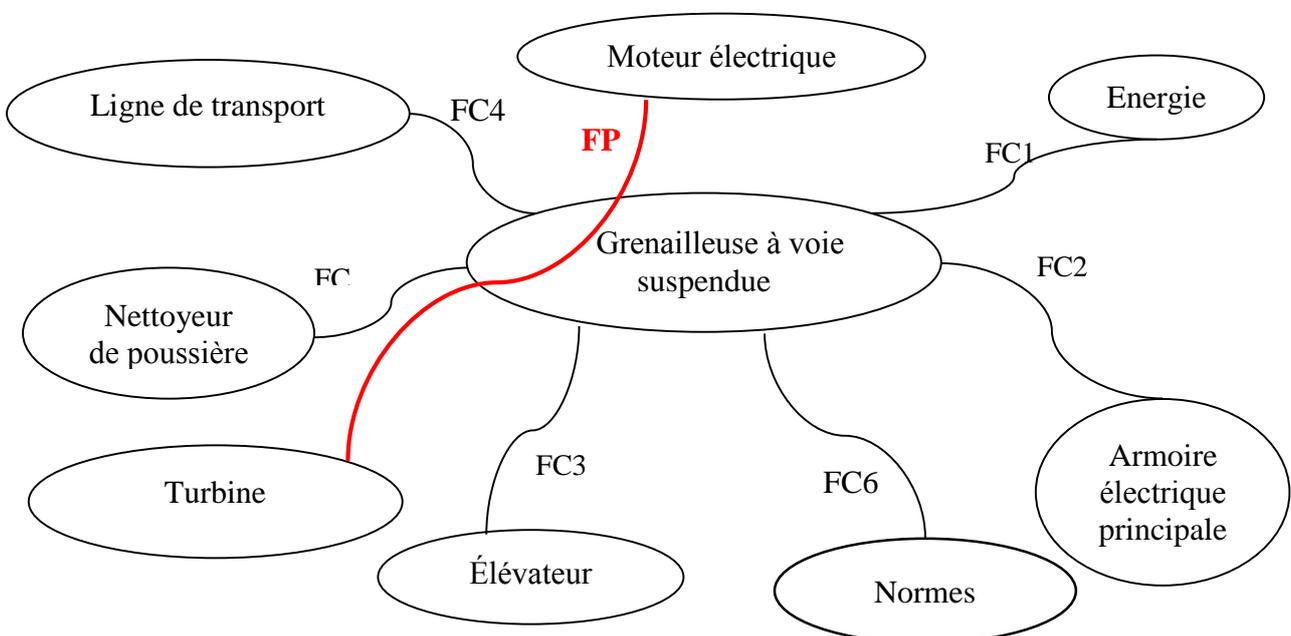


Fig. 3.7 : Diagramme des inter-acteurs grenailleuse

b. Identification des fonctions de service

Tab 3.2. Énoncé des fonctions de service du moteur

Fonction	Rep	Énoncé
Fonction principale	FP	<i>Transformé énergie électrique en énergie mécanique. Projection de l'abrasif.</i>
Fonctions contraintes	FC1	<i>Alimenter le moteur électrique.</i>
	FC2	<i>Commende par Armoire électrique principale.</i>
	FC3	<i>Transporteuse l'abrasif et les impuretés.</i>
	FC4	<i>l'accès de l'engin avec la charge dans la cabine de sablage.</i>
	FC5	<i>Nettoyé de poussière l'abrasif est séparé des impuretés de toute sorte.</i>
	FC6	<i>Le système doit respecter les normes de sécurité.</i>

2°. Turbine

a. Diagramme des inters acteurs

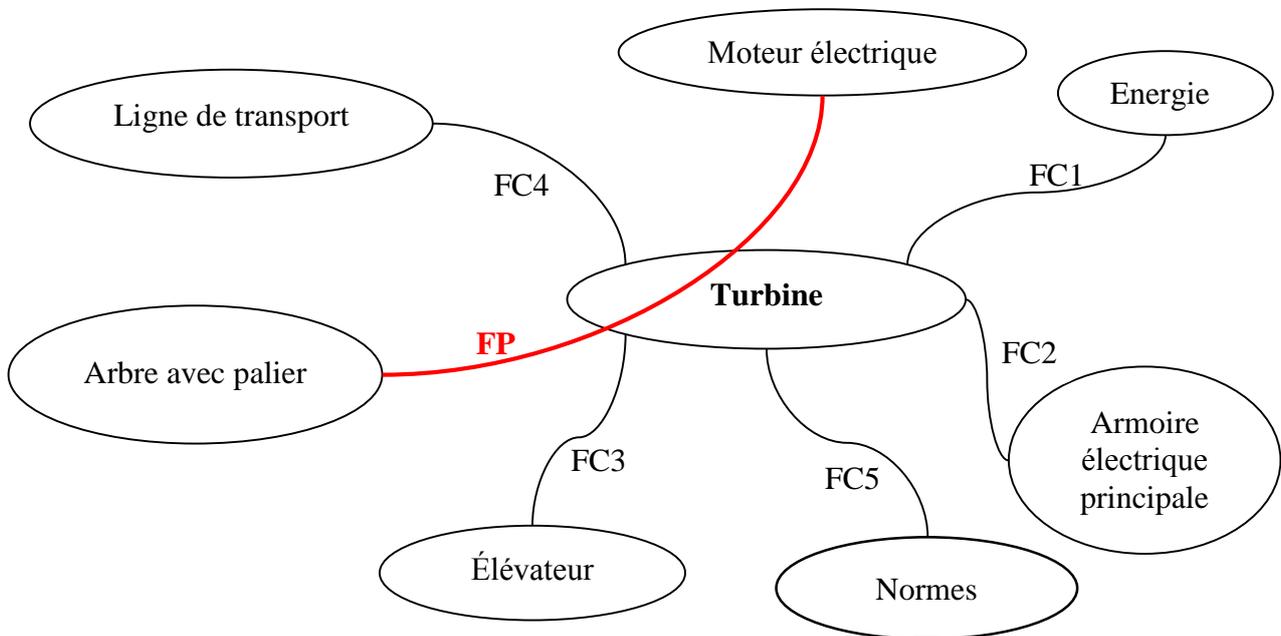


Fig. 3.8 : Diagramme des inters acteurs de turbine

b. Identification des fonctions de service

Tab 3.3 : Enonce des fonctions de service de turbine

Fonction	Rep	Enoncé
Fonctions principales	FP	<i>Transformé énergie électrique en énergie mécanique.</i>
Fonctions de contrainte	FC1	<i>Alimenter le moteur électrique.</i>
	FC2	<i>Commende par Armoire électrique principale.</i>
	FC3	<i>Transporteuse l'abrasif et les impuretés.</i>
	FC4	<i>l'accès de l'engin avec la charge dans la cabine de sablage.</i>
	FC5	<i>Le système doit respecter les normes de sécurité.</i>

3°. Elévateur

a. Diagramme des inters acteurs

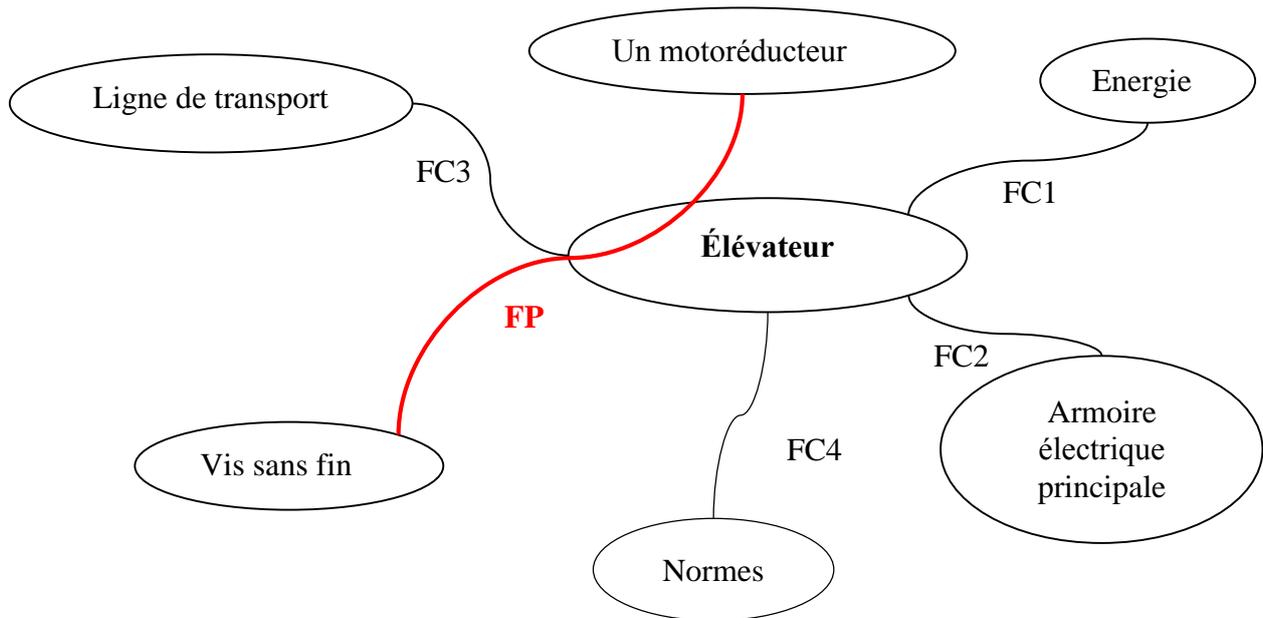


Fig. 3.9 : Diagramme des inters acteurs de l'élévateur

b Identification des fonctions de service

Tab 3.4 : Enonce des fonctions de service de l'élévateur

Fonction	Rep	Enoncé
Fonctions principales	FP	<i>Transformé énergie électrique en énergie mécanique.</i>
Fonctions de contrainte	FC1	<i>Alimenter le motoréducteur.</i>
	FC2	<i>Commende par Armoire électrique principale.</i>
	FC3	<i>l'accès de l'engin avec la charge dans la cabine de sablage.</i>
	FC4	<i>Le système doit respecter les normes de sécurité.</i>

3.2.2.3. Identification des fonctions des éléments

Le recensement des fonctions de chaque élément se fait en utilisant les blocs-diagramme fonctionnels de chaque unité (voir **Figures 3.11, 3.12, et 3.13**). Ces derniers indiquent les liaisons existantes d'une part entre les éléments et d'autre part entre éléments et le milieu environnant. Ces liaisons permettent de faciliter l'organisation des unités et par suite l'identification des fonctions de chaque élément qui seront édité dans le tableau description des fonctions élémentaires des organes. La **Figure 3.10** représente les arborescences de la turbine et de l'élévateur.

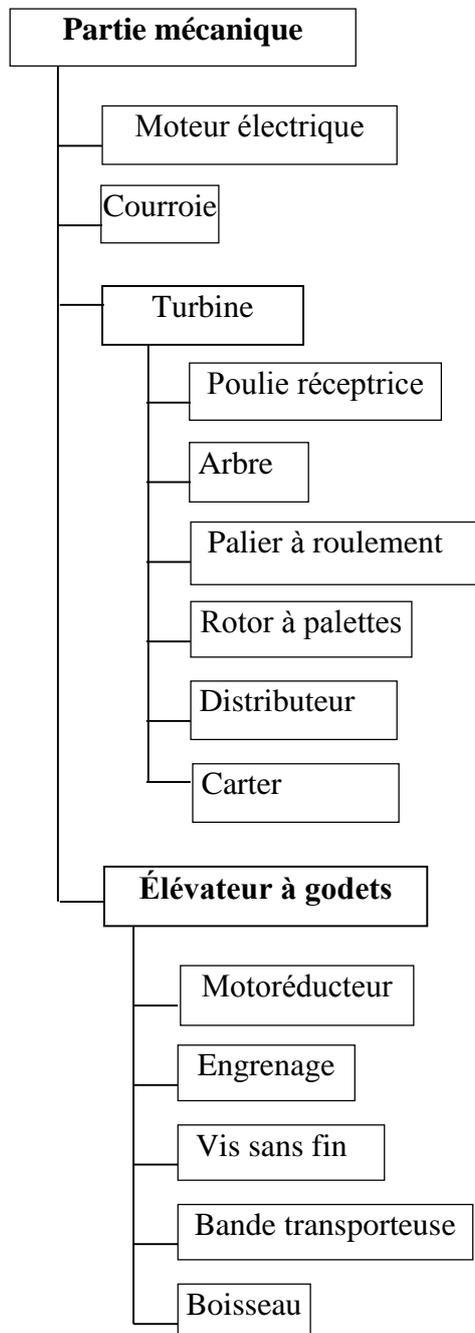


Fig. 3.10 : Arborescence Turbine et élévateur à godets.

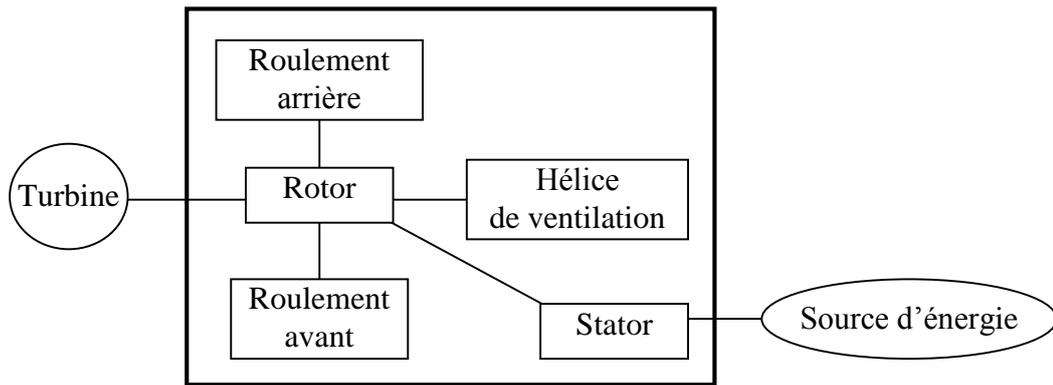


Fig. 3.11 : Bloc diagramme du moteur électrique.

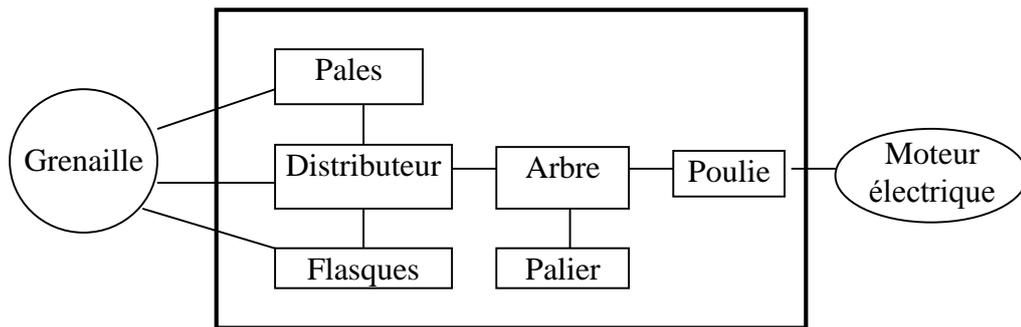


Fig. 3.12 : Bloc diagramme turbine.

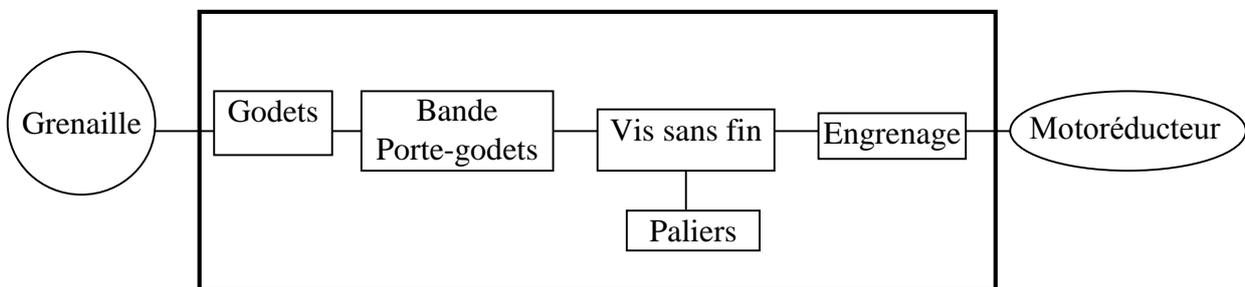


Fig. 3.13 : Bloc diagramme du l'élevateur à godets.

3.2.3. Phase 03 : Analyse AMDEC

3.2.3.1 Analyse des mécanismes de défaillance

Cette phase consiste à examiner comment et pourquoi les fonctions de la machine risquent de ne plus être assurées correctement. On identifie les mécanismes de défaillance des éléments de la machine de manière exhaustive, pour la phase de fonctionnement considérée. L'analyse des mécanismes de défaillance se base sur l'état actuel ou prévu de la machine au moment de l'étude.

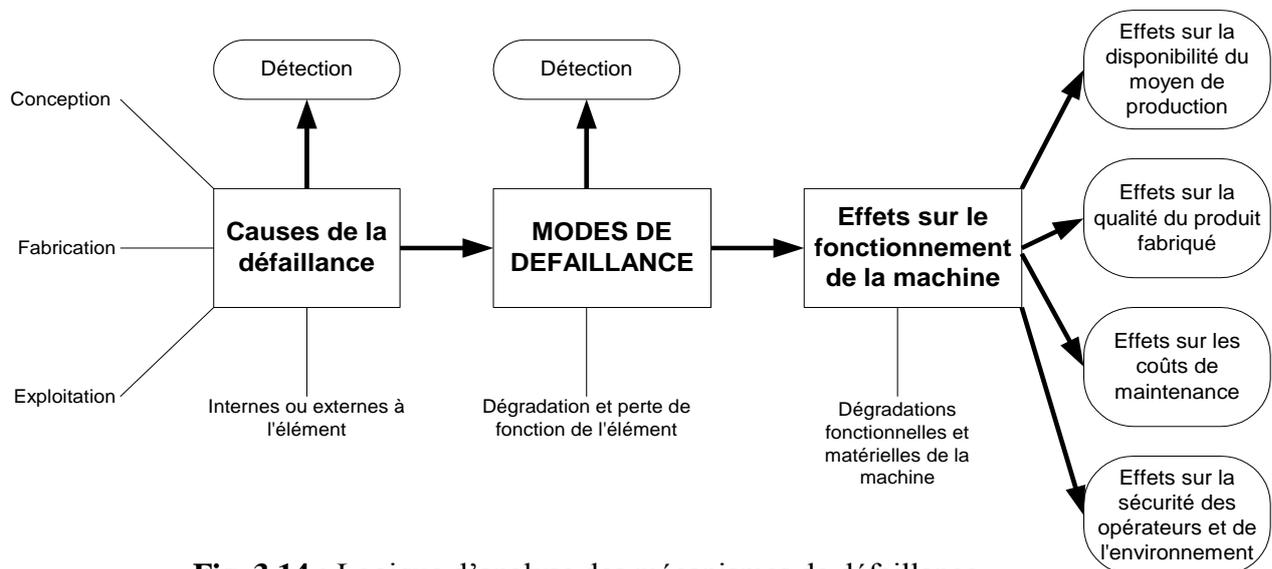


Fig. 3.14 : Logique d'analyse des mécanismes de défaillance

1°. Identification des modes de défaillance :

Cette étape consiste à identifier les modes de défaillances de l'élément en relation avec les fonctions à assurer dans la phase de fonctionnement retenue. On s'intéresse essentiellement aux modes de défaillance potentiels ou déjà survenus sur la machine, ou sur des machines similaires. Les modes de défaillance traduisent la manière dont un système vient à ne pas fonctionner. Ils sont relatifs à la fonction de chaque élément. Il faut savoir qu'une fonction a quatre façons de ne pas être correctement assurée :

- **Plus de fonction** : La fonction cesse de se réaliser, → « NE MARCHE PLUS »
- **Pas de fonction** : La fonction ne se réalise pas lorsqu'on la sollicite, → « NE MARCHE PAS »
- **Fonction dégradée** : La fonction ne se réalise pas parfaitement, altération de performance, → « MARCHE DE MOINS EN MOINS BIEN »
- **Fonction intempestive** : La fonction se réalise lorsqu'elle n'est pas sollicitée, → « MARCHE DE TEMPS EN TEMPS »

Dans, la phase de fonctionnement retenue, on peut identifier les modes de défaillance de l'élément en relation avec les fonctions à assurer. Le **tableau 3.5** donne la liste générique des modes de défaillance.

Tab 3.5 : Liste générique pour modes de défaillance

1	<i>Fonctionnement (ou démarrage) prématuré</i>
2	<i>Ne fonctionne (ne démarre) pas au moment prévu</i>
3	<i>Ne s'arrête pas au moment prévu</i>
4	<i>Défaillance au cours du fonctionnement</i>
5	<i>Défaillance structurelle (rupture)</i>
6	<i>Blocage physique ou coincement</i>
7	<i>Vibrations</i>
8	<i>Ne reste pas en position</i>
9	<i>Ne s'ouvre pas</i>
10	<i>Ne se ferme pas</i>
11	<i>Défaillance en position ouverte</i>
12	<i>Défaillance en position fermée</i>
13	<i>Fuite interne</i>
14	<i>Fuite externe</i>
15	<i>Valeur au-dessus d'une limite supérieure tolérée</i>
16	<i>Valeur au-dessous d'une limite inférieure tolérée</i>
17	<i>Fonctionnement intempestif</i>
18	<i>Fonctionnement intermittent</i>
19	<i>Fonctionnement irrégulier</i>
20	<i>Indication erronée</i>
21	<i>Écoulement réduit</i>
22	<i>Mise en marche erronée</i>
23	<i>Ne s'arrête pas</i>
24	<i>Ne démarre pas</i>
25	<i>Ne commute pas</i>
26	<i>Fonctionnement après le délai prévu</i>
27	<i>Entrée erronée (Augmentation)</i>
28	<i>Entrée erronée (Diminution)</i>
29	<i>Sortie erronée (Augmentation)</i>
30	<i>Sortie erronée (Diminution)</i>
31	<i>Perte de l'entrée</i>
32	<i>Perte de la sortie</i>
33	<i>Court-circuit électrique</i>
34	<i>Circuit électrique ouvert</i>
35	<i>Fuite électrique</i>
36	<i>Autres conditions de défaillance exceptionnelle suivant :</i> <ul style="list-style-type: none"> • <i>les caractéristiques du système,</i> • <i>les conditions de fonctionnement,</i> • <i>les contraintes opérationnelles d'exploitation</i>

2°. Recherche des causes

Cette étape consiste à rechercher les causes possibles de défaillance, pour chaque mode identifié. Dans le tableau AMDEC, on note seulement les causes primaires de défaillance, le plus en amont possible du mécanisme de défaillance.

La recherche des causes peut être réalisée à l'aide de la méthode des **5 M** (**M**achine, **M**ain-d'œuvre, **M**atière, **M**éthode, **M**ilieus) et représentée sous forme de diagramme d'Ichikawa. Il faut collecter et organiser en familles les causes possibles. Aux mécanismes de défaillances sont associés trois types de causes amenant le mode de défaillance (**tableau 3.6**) :

- **Causes internes au matériel.**
- **Causes externes dues à l'environnement, au milieu, à l'exploitation.**
- **Causes externes dues à la main d'œuvre.**

Tab 3. 6 : Causes associées aux modes de défaillance

<i>Causes de défaillance</i>	<i>Composants électriques et électromécaniques</i>	<i>Composants hydrauliques</i>	<i>Composants mécaniques</i>
<i>Causes internes matériel</i>	- vieillissement - composant hors service	- vieillissement - composant hors service - colmatage - fuites	- contraintes mécaniques - fatigue mécanique - états de surface
<i>Causes externes milieu exploitation</i>	- pollution (poussière, huile, eau) - chocs - vibrations - échauffement local - parasites - perturbations électromagnétiques	- température ambiante - pollution - vibrations - échauffement local - chocs, coups de bélier	- température ambiante - pollution - vibrations - échauffement local - chocs
<i>Causes externes Main d'œuvre</i>	- montage - réglages - contrôle - mise en œuvre - utilisation - manque d'énergie	- montage - réglages - contrôle - mise en œuvre - utilisation - manque d'énergie	- conception - fabrication - montage - réglages - contrôle - mise en œuvre - utilisation

3°. Rechercher des effets :

Cette étape consiste à rechercher les effets sur le système et sur l'utilisateur pour chaque combinaison cause / mode de défaillance. Dans le tableau AMDEC, on note seulement les effets les plus graves (**Tableau 3.7**).

Tab 3.7 : Tables de défaillance

Moteur électrique	Ne démarre pas	Pas d'énergie
		Câble débranché ou endommagé
		Tension d'alimentation trop basse
		Chute de tension de mise en marche trop élevée
		Fusibles endommagés
		Interrupteur de circuit non calibré
		Stator défectueux
	Alimentation excessive	Tension incorrecte
		Enroulements statorique défectueux
		Surchauffe
		Surtension
	Démarre et s'arrête fréquemment	Température de l'huile trop élevée
		Sonde de niveau endommagée
Alimentation excessive		
Fuites dans le système		
Fonctionnement lent	Connexions des enroulements incorrectes	
	Tension ou fréquence incorrectes	
Turbine	Ne démarre pas	Pas énergie
		Moteur ne démarre pas
	Démarre et s'arrête fréquemment	Sonde de niveau endommagée
		Température de Moteur trop élevée
		Alimentation excessive
		Fuites dans le système
Elévateur à godets	Ne démarre pas	Pas énergie
		Motoréducteur ne démarre pas
	Démarre et s'arrête fréquemment	Sonde de niveau endommagée
		Température de Moteur trop élevée
		Alimentation excessive
		Fuites dans le système

3.2.3.2 Evaluation de la criticité

Tab 3.8 : Grille de cotation pour le calcul de la criticité

	Valeur	Condition
Fréquence F	1	1 défaillance maxi par an
	2	1 défaillance maxi par trimestre
	3	1 défaillance maxi par mois
	4	1 défaillance maxi par semaine
Gravité G	Valeur	Condition
	1	Pas d'arrêt de production
	2	Arrêt =1 heure
	3	1 heure < arrêt <24 heure
	4	Arrêt >24 heure
Détection D	Valeur	Condition
	1	Visible par l'opérateur
	2	Détection aisée par un technicien
	3	Détection difficile (Ingénieure)
	4	Indécelable

Tab 3.9 : AMDEC Moteur électrique

Date :		AMDEC MACHINE								
		Système : grenailleuse à voie Suspendue		Sous - Système : Moteur électrique						
Elément	Fonction	Mode de défaillance	Cause de la défaillance	Effet de la défaillance	Détection	criticité				Action à entreprendre
						F	G	D	C	
Moteur électrique	Entrainer la turbine	Le moteur ne démarre pas	-Pas d'énergie -Câble débranché ou endommagé -Tension d'alimentation trop basse	Arrêt de la grenailleuse	aucune	1	1	2	2	- Alimenter le circuit - Vérifier le câble électrique et contrôler le branchement, -Vérifier la tension d'alimentation
			Fusibles brûlés.		Olfactif	2	1	2	4	Changer les fusibles
			Interrupteur de circuit non calibré.		visuelle	1	1	2	2	Calibrer l'interrupteur
			Condensateur endommagé.		Visuelle après démontage	2	2	2	8	Changer le condensateur
			Roulement de butée coincé		Visuelle après démontage	2	2	4	16	Libérer l'enroulement de butée
			Fente du stator interrompue		Visuelle après démontage	1	3	4	12	Changer la fente du stator périodiquement
			Stator défectueux		Visuelle après démontage	1	3	4	12	Changer le stator
		Le moteur ne s'arrête pas	Fuites dans le système	Endommagement du moteur + surchauffe de la pompe	Visuelle	1	1	4	4	Serrer les conduites
		Le moteur fonctionne lentement	Connexions incorrectes à l'intérieur du moteur	Fonctionnement imparfait	Visuelle après démontage	1	2	3	6	Revoir les connexions
			Tension ou fréquence incorrectes		Aucune	1	2	3	6	Vérifier la tension et la fréquence
	Démarre et s'arrête fréquemment	Alimentation excessive	Fonctionnement imparfait	Auditiv (bruit anormal)	1	2	4	8	Revoir le ventilateur périodiquement	
	Alimentation excessive	Tension d'alimentation Incorrecte	Arrêt	Aucune	1	2	4	8	Réduire la tension d'alimentation	
		Roulement défectueux.		Visuelle après	2	3	4	24	Changer l'enroulement	

					démontage					
		Rotor bloqué	Roulement de butée sans graisse ou coincé	Arrêt	Visuelle après démontage	3	2	4	24	Graisser les enroulements
			Roulement de butée coincé à cause d'une longue période d'inactivité		Visuelle après démontage	1	2	4	8	Graisser les enroulements
			Roulement de butée cassé.		Visuelle après démontage	1	3	4	12	Changer les enroulements
		Rotation inversé	Erreur de câblage	Arrêt	Visuelle	1	2	4	8	Vérifier le câblage
		Court-circuit	Température excessive.	Endommagement du moteur	aucune	2	2	2	8	Revoir la ventilation
			Fusion d'un fusible		Visuelle après démontage	2	2	2	8	Changer le fusible
		Enroulements endommagés / brûlés	Manque de lubrification du roulement	Arrêt	Visuelle après démontage	2	2	3	12	Changer les enroulements et ajouter le lubrifiant
			Fréquence de mises-en-marche trop élevée	Bruit anormal + surchauffe	détérioration	1	2	3	6	Réduire la fréquence
		Arbre du moteur bruyant	Usure	Fonctionnement imparfait	Visuelle après démontage	2	3	3	18	Changer l'arbre et graisser les roulements
		Problème des roulements	Cassure	Vibrations	aucune	2	3	3	18	Changement des roulements

Tab 3.10 : AMDEC Turbine

Date :	AMDEC MACHINE					criticité				Action à entreprendre	
	Système : grenailleuse à voie suspendue			Sous - Système : Turbine							
Elément	Fonction	Mode de défaillance	Cause de la défaillance	Effet de la défaillance	Détection	F	G	D	C		
Turbine	Projection de la grenaille	- Pas énergie	Arbre du moteur bruyant.	Arrêt	Visuelle après démontage	2	3	3	18	Changer l'arbre et graisser les roulements	
			Problème des roulements (Cassure).		aucune	2	3	3	18	Changement des roulements	
		- Moteur ne démarre pas	-Sans énergie	Arrêt	visuelle	1	2	2	4	- Alimenter le circuit	
			-Câble débranché ou endommagé			1	1	2	2	- Vérifier le câble électrique et contrôler le branchement,	
			-Tension d'alimentation trop basse		aucune	1	2	2	4	-Vérifier la tension d'alimentation	
			- Fusibles brûlés.		Olfactif	1	1	2	2	Changer les fusibles	
			- Interrupteur de circuit non calibré.		visuelle	1	1	2	2	Calibrer l'interrupteur	
			Condensateur endommagé.		Visuelle après démontage	1	2	2	4	Changer le condensateur	
			Fente du stator interrompue		Arrêt	Visuelle après démontage	1	2	2	4	Changer la fente du stator périodiquement
			Stator défectueux			Visuelle après démontage	1	2	2	4	Changer le stator

Date :	AMDEC MACHINE										
	Système : grenailleuse à voie Suspendue			Sous - Système : Elévateur à godets							
Élément	Fonction	Mode de défaillance	Cause de la défaillance	Effet de la défaillance	Détection	criticité				Action à entreprendre	
						F	G	N	C		
Élévateur		Pas énergie	Arbre du moteur bruyant.	Arrêt	Visuelle après démontage	2	3	3	18	Changer l'arbre et graisser les roulements	
			Problème des roulements Bris).		aucune	2	3	3	18	Changement des roulements	
	Motoréducteur ne démarre pas			-Sans énergie	Arrêt	visuelle	1	2	2	4	- Alimenter le circuit
				-Câble débranché ou endommagé			1	1	2	2	- Vérifier le câble électrique et contrôler le branchement,
				-Tension 'alimentation trop basse			1	2	2	4	-Vérifier la tension d'alimentation
				Fusibles brûlés.			1	1	2	2	Changer les fusibles
				Interrupteur de circuit non calibré.			1	1	2	2	Calibrer l'interrupteur
				Condensateur endommagé.			1	2	2	4	Changer le condensateur
				Fente du stator interrompue			1	2	2	4	Changer la fente du stator périodiquement
				Stator défectueux			1	2	2	4	Changer le stator
				Roulement de l'élévateur (usure)	Visuelle après démontage	2	2	2	8	Changement des roulements	

3.2.4. Phase 04 : Synthèse

Après avoir étudié les modes de défaillances, leurs causes et effets, nous avons pu classer par ordre décroissant le niveau de criticité de quelques défaillances, puis proposer par la suite des solutions sous forme d'actions à engager qui vont peut-être permettre d'abaisser le niveau de criticité (Tableau 3.12).

3.2.4.1. Hiérarchisation des défaillances

Tab 3.12 : Classification des éléments suivant leurs criticités

Éléments	Criticité	Propositions d'actions à engager
Alimentation	24	- vérifier l'alimentation du circuit, - Vérifier les câbles électriques et contrôler le branchement. - vérifier la tension d'alimentation - exécuter les contrôles de vitesse.
Rotor	24	- graisser les enroulements de butées chaque six mois -nettoyer périodique du rotor (chaque un an) - vérifier l'usure de la clavette
Arbre	18	-contrôler périodiquement l'usure de l'arbre (chaque semestre) - graisser les enroulements chaque six mois
Enroulement de butée	16	- contrôler systématiquement les enroulements de butées.
Roulements	12	- vérifier les jeux de roulements. - vérifier l'usure des rails de roulement.
Stator	12	- contrôler périodiquement le stator (chaque semestre)
Fusible	8	- Contrôler périodiquement les fusibles (chaque mois)

3.2.4.2. Recommandations

A partir des tableaux AMDEC, on a pu hiérarchiser les causes des défaillances pertinentes selon leurs criticités. Les résultats obtenus montrent que le moteur électrique est bien à la tête de la liste des éléments critiques, avec une criticité égale à 24. Pour exploiter les résultats de l'analyse AMDEC, des recommandations sont proposées pour arriver à réduire la criticité des modes de défaillances pénalisants :

1. Établir des fichiers historiques bien détaillés.
2. Intégrer l'outil AMDEC pour améliorer la qualité du service maintenance
3. Former le personnel du service maintenance à l'AMDEC.
4. Appliquer les actions préventives suivantes :

1°. Moteur électrique**a. Surveillance quotidienne**

- **Vérifier que**

1. les câbles d'alimentation et de prise de terre sont en bon état, bien fixés et bien protégés,
2. Le moteur et son environnement sont propres (absence d'encrassement de poussière, de graisse ou de projection de certains produits),
3. La grille de ventilation ou le passage de l'air ne sont pas obturés.
4. les arêtes des balais sont intactes, sans brûlures,
5. les faces des balais ne portent pas des marques de brûlures,
6. les câbles souples en cuivre et les câbles témoin d'usure ne sont ni oxydés, ni brûlés.

- **Graissage des paliers**

Le graissage des paliers se fait pendant que le moteur est en marche.

b. Entretien

1. mesure d'intensité : un suivi des valeurs d'intensité du moteur peut nous renseigner sur l'augmentation qui peut provenir de son dysfonctionnement,
2. nettoyage interne : démonter les balais, puis faire un soufflage énergétique à l'air comprimé sec et déshuilé sur le stator et le rotor, dans les deux sens,
3. mesure de la déformation de l'arbre en utilisant le comparateur.

3.2.4.3. Plan de maintenance préventive

Tab 3.13 : Plan de maintenance préventive

Plan de maintenance préventive de la machine grenailleuse a voie suspendue (Sous - Système : Moteur électrique)										
Eléments	Opération	Machine		Intervenants	Durée [h]	Périodicité				
		Marche	Arrêt			J	H	M	T	A
Alimentation	vérifier l'alimentation du circuit	X		Operateur	1/10		X			
	vérifier la tension d'alimentation	X		Operateur	1/10	X				
Rotor	graisser les enroulements de butées		X	Technicien	1					X
	nettoyer périodique du rotor		X	Operateur	1/6				X	
Arbre du moteur	contrôler périodiquement l'usure de l'arbre	X		Technicien	1/6			X		
	graisser Roulement de l'arbre		X	Technicien	1				X	
Roulements	vérifier l'usure des rails de roulement,		X	Technicien	1/4			X		
	vérifier les jeux de roulements,		X	Ingénieure	1/8				X	
Stator	contrôler périodiquement le stator		X	Operateur	1/8				X	
Fusible	Contrôler périodiquement les fusibles	X		Operateur	1/16		X			
h : Heure	J : Journalier	H : Hebdomadaire	M : Mensuel	T : Trimestriel	S : Semestriel	A : Annuel				

