

الجمهورية
الجزائرية الديمقراطية
الشعبية

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

وزارة التعليم العالي و
البحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

جامعة أبو بكر بلقايد-تلمسان -

Université Aboubakr Belkaïd- Tlemcen –
Faculté de TECHNOLOGIE



MEMOIRE

Présenté pour l'obtention du **diplôme** de **MASTER**

En : Génie Industriel

Spécialité : Ingénierie de système

Par : • Djilali Mohammed EL-Mahdi
• Cherfaoui Merwan

Sujet

**Application de la méthode AMDEC sur la ligne
de production de l'entreprise Agro-industrie**

Encadré par : Mme. Meghelli .N Maitre de Conférences.

Jury:

Président : Mme. Kheddim .A Maitre de Conférences

Examineurs : Mr. Kahouadji .H Maitre de Conférences

Remerciements

Tout d'abord, nous remercions le Dieu Tout-Puissant de nous avoir donné la santé, la volonté et la force de survivre, ainsi que le courage de surmonter toutes les difficultés الحمد لله .

Quelqu'un qui nous a grandement distingués dans ce cheminement et nous tenons à remercier chaleureusement Madame MEGHELLI N. qui a assuré la direction et le suivi de ce travail tout au long de cette thèse et dont elle a partagé la brillante intuition avec nous. Merci pour la confiance que vous nous accordez, pour la qualité de votre encadrement, vos conseils, votre rigueur intellectuelle et votre compréhension.

Toute notre gratitude et mes remerciements vont à Monsieur KAHOUADJI H. et Madame KHEDDIM A., qui nous a fait l'honneur de présider ce jury.

Nous n'oublions pas de présenter nos remerciements à tous les enseignants de la faculté de technologies, département GEE et à tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de notre travail.

Merci à tous, très sincèrement.

Dédicace

Je dédie ce modeste travail en signe de respect et de reconnaissance à :

A mes chers parents, pour tous leurs sacrifices, leur amour, leur tendresse, leur Soutien et leurs prières
tout au long de mes études,

Tous mes frères et sœurs. Pour leur soutien financier tout au long de mon cursus
Universitaire,

Toute ma famille. Qui m'a toujours apporté son soutien et son encouragement.

Tous mes amis et mes proches et tous ceux qui me sont chers sans exception.

Tous ceux qui m'ont aidé de près ou de loin dans ma formation.

Que dieu vous protège

MOHAMMED EL MAHDI ET MARWEN

RESUME :

De nos jours, les lignes de production et plus largement les systèmes de production est devenu très important, que ce soit à partir de la vue entreprise ou client, c'est pourquoi toutes les entreprises cherchent à satisfaire leur source de bénéfice, cette source représentée par les clients, donc l'entreprise attachent une grande importance à la sureté de fonctionnement pour garder la continuation de la production. Dans ce mémoire, nous avons introduit la méthode AMDEC, qui est l'une des méthode de SDF puis l'appliqué sur une station de production local , dans notre cas nous avons choisi AGRO-INDUSTRIE , nous avons commencé par la sélection des modes de défaillances, leurs causes et effets , par la suite nous avons proposé des actions de maintenance corrective et préventive pour aider les ingénieurs responsable de la maintenance pour prendre la bonne décision en cas de panne ou des problèmes techniques, afin d'améliorer les performances de ce système. En fin nous avons créé une simple application avec interface pour introduire les équipements, les modes de défaillances et priorise les actions correctives.

Mots clés : Diagnostic, Défaillance, Taux de défaillance, Analyse d'AMDEC, Maintenance Industrielle

ABSTRACT

Nowadays, the production lines and more broadly the production system has become very important, whether from the business or customer view, that is why all companies seek to satisfy their source of profit, this source represented by customers, so the company attach great importance to the safety of operation to keep the continuation of production. In this dissertation, we introduced the FMECA method, which is one of the methods of SDF and then applied it on a local production station, in our case we chose AGRO-INDUSTRIE, we began by selecting the failure modes, their causes and effects, thereafter we proposed corrective and preventive maintenance actions to help engineers responsible for maintenance to make the right decision in case of failure or technical problems, in order to improve the performance of the system. Finally, we have created a simple application with interface to introduce the equipment, the failure modes and prioritize the corrective actions.

Keywords : Diagnostics, Failure, Failure rate, Analyses AMDEC, Industrial maintenance.

ملخص :

في الوقت الحاضر، أصبحت خطوط الانتاج وعلى نطاق اوسع نظام الانتاج مهما للغاية، سواء من وجهة نظر الشركة او العميل، ولهذا السبب تسعى جميع الشركات الي ارضاء مصدر ربحها، وهذا المصدر يمثلته العملاء، لذلك تعلق الشركة بشكل كبير اهمية الحفاظ على استمرار الانتاج، في هذه الاطروحة نقدم طريقة AMDEC للسلامة التشغيلية. وهي احدى طرق MDF، تطبيقه بعد ذلك على محطة انتاج محلية AGRO-INDUSTRIE. وفي حالتنا التي اخترناها، بدانا باختيار انماط الفشل واسبابها واثارها، اجراءات الصيانة التصحيحية والوقائية المقترحة لمساعدة المهندسين المسؤولين عن الصيانة على اتخاذ القرار الصحيح في حالة حدوث عطل او مشاكل فنية، من اجل تحسين اداء هذا النظام اخيرا، انشانا تطبيقا بسيطا بواجهة لتقديم المعدات وانماط الفشل وتحديد اوليات الاجراءات التصحيحية.

الكلمات المفتاحية : التشخيص، الخلل، نسبة الخلل، تحليل AMDEC، الصيانة الصناعية.

Liste d'abréviations

AMDEC	Analyse des Modes de Défaillance de leur Effet et de leur Criticité.
FMECA	Failures Modes, Effets and Criticality Analysis.
CEN	Comité Européen de Normalisation.
AFNOR	Association Française de Normalisation.
MTTA	Moyennes des Temps Techniques d'Arrêt.
MTTR	Moyenne des Temps Techniques de Réparation.
MTBF	Moyennes des Temps de Bon Fonctionnement.
MUT	Durée moyenne de fonctionnement après réparation.
MDT	Durée moyenne d'indisponibilité après défaillance.
$\lambda(t)$	Taux de défaillance.
TBF	Temps d'opération (Bon Fonctionnement).
TTR	Temps Technique de Réparation.
F(t)	Fonction de fiabilité.
AF	Analyse Fonctionnelle.
G	Gravité.
F	Fréquence.
D	Détection ou non Détection.
C	Criticité.

Sommaire

Introduction.....	14
1. L'histoire de la maintenance.....	14
1.1. Définitions de la maintenance	15
1.2. Qu'est-ce que la maintenance industrielle	15
1.3. Les types de la maintenance et leurs objectifs.....	15
1.4. Notion de la fiabilité et notion de la maintenabilité	17
2. Fonctions du service maintenance (Norme FD X 60-000)	19
3. Objectifs de la maintenance dans l'entreprise	19
3.1. Domaines d'action du service maintenance	20
3.2. Place du service maintenance dans l'entreprise	20
4. Les méthodes d'optimisation de la maintenance	21
4.1. Le diagramme d'ISHIKAWA.....	21
4.2. Méthode 5S	22
4.3. Le diagramme de PARETO	23
4.4. La méthode de KAIZEN.....	24
4.5. La method AMDEC:.....	25
Introduction.....	28
1. Historique et définition	28
2. Type de la méthode AMDEC.....	29
2.1. AMDEC produit.....	29
2.2. AMDEC processus	29
2.3. AMDEC moyen de production	30
Remarque.....	30
3. Attributs de la méthode AMDEC.....	30
4. Domaine d'utilisation de la méthode AMDEC.....	31
5. Les limites de la méthode AMDEC	31
6. Avantages de la méthode AMDEC	31
7. Objectifs de l'AMDEC	31
8. Méthodologie de la méthode AMDEC	32
8.1. Préparation	32
8.2. Analyse fonctionnelle et préparation de l'étude de défaillance	32

8.3.	Identification.....	32
8.4.	Valorisation.....	32
8.5.	Action corrective	33
9.	Organisation de la méthode AMDEC	33
10.	Comment appliquer la méthode AMDEC sur un cas réel.....	33
10.1.	Etape 1.....	33
10.2.	Etape 2.....	34
10.3.	Etape 3.....	34
10.4.	Etape 4.....	36
10.5.	Etape 5.....	36
Conclusion		37
Introduction.....		39
1.	Présentation de l'entreprise.....	39
2.	Histoire et evolution de la société AGRO-INDUSTRIE	40
3.	Structure et organisation de l'entreprise	41
4.	Principaux service de l'entreprise.....	41
5.	Localisation	42
6.	Le plan de site de la société.....	42
7.	Evolution de l'entreprise.....	43
8.	Les produits fabriqués	44
9.	Le processus de production.....	49
10.	Description du Processus de fabrication en Atelier	50
conclusion :.....		55
Introduction :.....		57
1.	analyse fonctionnelle de l'unité de production	57
1.1.	principe du découpage PLASMA (oxycoupeur).....	57
1.2.	principe du découpage par cisaille guillotine.....	59
1.3.	principe d'usinage par le tour (parallèle)	60
1.4.	Principe de roulage par cintreuse.....	62
1.5.	principe de façonnage par la presse plieuse.....	63
2.	Tableaux AMDEC	64
3.	Taches préventives et correctives	72
Conclusion :.....		74
Introduction :.....		76
4.	Application WEB.....	76

5. Language Utilisée.....	77
5.1. HTML	77
5.2. JavaScript:	77
5.3. CSS	77
5.4. React JS	77
6. Fiche technique de l'application:	77
7. Catalogue d'utilisation.....	78
7.1. Installation	78
7.2. Connexion	78
7.3. Navigation	78
7.4. Simulation	81
7.5. Résultats obtenues	81
Conclusion	82
Conclusion général.....	83

Liste des figures

Figure 1 : Objectifs généraux de l'entreprise.....	
Figure 2 : Place du service maintenance dans l'entreprise	
Figure 3 : Différents types de maintenance	
Figure 4 : Procédure en cas de dysfonctionnement.....	
Figure 5 : Courbe en baignoire du taux de défaillance.....	
Figure 6 : Cycle de vie d'un système : évolution dans le temps.....	
Figure 7 : . Indicateurs qui résultent la disponibilité	
Figure 8 : Compromis entre le coût de maintenance et le coût d'indisponibilité.....	
Figure 9 : Diagramme Cause Effet.....	
Figure 10 : Causes principales de 80% des pannes matériels.....	
Figure 11 : Diagramme d'AUTOMAINTEANCE.....	
Figure 12 : Méthode d'optimisation de la maintenance par l'AMDEC.....	
Figure 13 : Différents types de l'AMDEC	
Figure 14 : Bête à corne.....	
Figure 15 : Schéma de la pieuvre	
Figure 16 : Méthode Analyse Descendante	
Figure 17 : Méthode Diagrammes de Flux.....	
Figure 18 : Matrice de criticité.	
Figure 19 : Les filiales du groupes Kherbouche.....	
Figure 20 : Histoire de l'évolution de la société AGRO-INDUSTRIE.....	
Figure 21 : Structure générale	
Figure 22 : localisation de l'entreprise	
Figure 23 : plan de site	
Figure 24 : diagramme de l'évolution du personnel.....	
Figure 25 : Pivot central	
Figure 26 : Différentes dimensions des pivots	
Figure 27 : Hauteur du pivot	
Figure 28 : Enrouleur.	
Figure 29 : L'émetteur de compensation Goutteur PC Turbo-SC Plus Micro-Sprinkler	
Figure 30 : Aspersion	
Figure 31 : Tracteurs Semis, fertilisante Préparateur du sol Récolteur.....	
Figure 32 : Une pièce caillebotis.....	
Figure 33 : Installation Géo membrane.....	
Figure 34 : Réalisation des coupes par l'oxycoupeur.....	
Figure 35 : Réalisation des coupes par la scie mécanique.	
Figure 36 : Pliage d'une tôle en aluminium.	
Figure 37 : Pliage d'une tôle à angle.....	
Figure 38 : Principe de soudage.	
Figure 39 : Le sablage.	
Figure 40 : Peinture primaire.....	
Figure 41 : Découpage PLASMA	
Figure 42 : Diagramme fonctionnelle de l'oxycoupeur	
Figure 43 : découpage par cisaille guillotine.....	

Figure 44 : Diagramme fonctionnelle de la cisaille.	
Figure 45 : usinage par un tour parallèle.....	
Figure 46 : tour parallèle	
Figure 47 : Diagramme fonctionnelle du tour.....	
Figure 48 : Roulage	
Figure 49 : Rouleuse (cintreuse)	
Figure 50 : Diagramme fonctionnelle de la cintreuse.	
Figure 51 : principe de pliage.....	
Figure 52 : composants de la plieuse.....	
Figure 53 : Diagramme fonctionnelle de la presse plieuse.	
Figure 54 : logo html	
Figure 55 ; page de connexion	
Figure 56 : interface de l'application	
Figure 57 : fenêtre d'ajout des équipements.	
Figure 58 : résultat obtenus	

Liste des tableaux :

- Tableau 1 : Objectifs techniques de la maintenance
- Tableau 2 : Fonctions du service maintenance.
- Tableau 3 : . Niveaux de maintenance.
- Tableau 4 : Causes et leurs remèdes des différents modes de défaillance.
- Tableau 5 : Temps total d'opération
- Tableau 6 : Temps total d'arrêt
- Tableau 7 : Exemple de tableau d'analyse des coûts
- Tableau 8 : Ratios de la fonction maintenance.
- Tableau 9 : Exemple 1 Fiche d'AMDEC
- Tableau 10 : Exemple 2 Fiche de l'AMDEC
- Tableau 11 : Exemple 3 Fiche d'AMDEC
- Tableau 12 : Exemples de modes de défaillance
- Tableau 13 : Exemples des causes de défaillance
- Tableau 14 : Grille de cotation de la fréquence.
- Tableau 15 : Grille de cotation de la gravité
- Tableau 16 : Grille de cotation de la détection.
- Tableau 17 : Echelle de criticité
- Tableau 18 : grille d'importance.
- Tableau 19 : tableau AMDEC de l'oxycoupeur
- Tableau 20 : tableau AMDEC de la cisaille guillotine
- Tableau 21 : tableau AMDEC du tour
- Tableau 22 : tableau AMDEC de la cintreuse
- Tableau 23 : tableau AMDEC de la presse plieuse
- Tableau 24 : classements par criticités
- Tableau 25 : les actions correctives

Introduction générale

Quand on parle de l'industrie et la production en général il faut parler dans un premier temps de la révolution industrielle, cette révolution change tous les ABC de l'industrie. En XIXe siècle l'industrie mondiale converge et évolue avec une manière très rapide et croissante à travers des méthodes d'optimisation de production, maintenance.....

La complexité des marchés, des produits, des processus, associée à la récession économique du monde au cours des dernières années, a promu des industriels d'optimiser leurs moyens de production, d'accroître la performance des produits et de leur qualité, le désir d'optimiser les coûts de maintenance.

Il est nécessaire d'optimiser la maintenance de manière permanente, car elle a un poids important pour garder la continuité de la production et il faut toujours suivre des plans de cette dernière pour rester au sommet.

Parmi les méthodes d'optimisation de la maintenance on trouve l'analyse AMDEC.

AMDEC (Analyse des Modes de Défaillance des Effets et de la Critique) est une méthode largement utilisée pour les études de sécurité opérationnelles lors de la conception et de l'exploration de systèmes industriels. Il est essentiel de veiller à ce que les paramètres de sécurité opérationnels soient conformes aux spécifications.

Notre travail consiste à étudier cette méthode pour pouvoir l'appliquer dans des équipements industriels dans une entreprise de production algérienne.

Pour mener à bien notre travail, nous organisons notre mémoire dans six (05) chapitres :

- Dans le premier chapitre, nous montrerons l'importance de la maintenance au sein de la société pendant que nous nous souvenons de son rôle, son objectif et ses méthodes. Ensuite nous aborderons les méthodes les plus importantes d'optimisation de la maintenance,
- Dans le deuxième chapitre, nous présenterons la méthode AMDEC avec ses types, et leur méthodologie d'application.
- Dans le troisième chapitre, nous présenterons l'entreprise AGRO-INDUSTRI.
- Dans le quatrième chapitre, nous avons appliqué la méthode AMDEC sur l'entreprise AGRO-INDUSTRIEL.
- Dans le cinquième chapitre le développement d'une simple interface pour faciliter les calculs AMDEC.

CHAPITRE I : Généralité sur la maintenance industrielle.

Introduction

Afin d'éliminer toute concurrence potentielle une entreprise doit donner vie au terme économie sociale. Afin de subvenir au besoin de la clientèle cette dernière affirme la meilleure qualité possible en un délai court. Pour faire cela différentes techniques de développement informatique et outillage productif sont mis au point. Malgré cet avancement, la production reste limitée. De plus, sachant que l'intérêt de conquérir le marché demande une non-stop production. De ce fait, la meilleure compagnie est celle qui optimise le temps de production. En excluant les arrêts inévitables en raison de la production elle-même, l'outillage doit affirmer une continuité de production à une vitesse maximale.

1. L'histoire de la maintenance :

De nombreux événements se sont produits depuis le début de la révolution industrielle.

Cependant, les changements les plus draconiens se sont déroulés dans les cinquante dernières années. Ces changements ont influencé la maintenance et l'entretien de tous les complexes industriels [1].

Avant la Seconde Guerre mondiale, les équipements industriels étaient imposants, vieillissants et au roulement assez lent. Ils se contrôlaient à partir d'un système élémentaire et d'instrumentation. Étant donné que la demande de l'époque n'était pas aussi élevée que celle d'aujourd'hui, ce facteur ne posait pas encore de problèmes. Les différents équipements étaient solides et robustes. On retrouvait dans certaines usines des machines qui fonctionnaient aussi bien le premier jour que 20 ans plus tard [1]. Après la guerre, la reconstruction industrielle a recommencé. Le marché est devenu de plus en plus compétitif, ce qui poussa les propriétaires d'usine à augmenter le rythme de leur production. L'utilisation excessive des machines entraîna de plus en plus de pannes et des coûts de plus en plus élevés en réparation. L'augmentation de la production et ainsi de l'utilisation des équipements industriels entraînèrent le développement de la maintenance préventive.

Depuis les années 1980, les complexes industriels et les systèmes de production sont devenus de plus en plus spécialisés et complexes. De plus, la compétitivité du marché ainsi que l'intolérance devant une panne n'ont cessé d'augmenter. Ce phénomène inévitable entraîna également l'augmentation du prix de la maintenance industrielle.

Avec la demande croissante pour une production constante et le développement des connaissances sur la prévention des pannes, la découverte de nouvelles techniques et l'amélioration de la gestion de la maintenance ont grandement contribué à la compréhension des machines industrielles et des systèmes de production. Les professionnels commencèrent à porter une attention particulière aux risques potentiels et accumulèrent une panoplie de données diverses. Les industriels pouvaient ainsi mieux comprendre les risques de pannes et les moyens de les prévenir.

1.1. Définitions de la maintenance :

Entretien : c'est dépanner et réparer des équipements afin d'assurer la continuité de la production

Entretien c'est subir le matériel [2] .

Maintenir : c'est choisir les moyens de prévenir de corriger ou de rénover suivant l'usage du matériel afin d'optimiser le coût global de possession [2] .

1.2. Qu'est-ce que la maintenance industrielle :

La maintenance industrielle peut se définir comme le fait de maintenir ou de rétablir un équipement de production dans un état défini en amont afin que celui-ci soit en mesure d'assurer le service prévu. Lorsqu'une entreprise installe un système pour maintenir ses équipements de production, cela lui permet de prévenir un grand nombre de problèmes et de diminuer les pertes de productivité. Elle implique une inspection des installations, mais également des données précises sur l'état des infrastructures, de l'équipement et des machines. Pour y arriver, de nombreuses entreprises se tournent vers des entreprises technologiques spécialisées dans la gestion de ces procédés industriels. Ces outils permettent de mesurer quotidiennement si les indicateurs sont bons. Mais surtout d'alerter lorsqu'un système arrive en zone critique et qu'une intervention est nécessaire [3] .

Les opérations de maintenances industrielles consistent également à se déplacer physiquement dans le lieu dédié pour inspecter toutes les installations et effectuer les réparations nécessaires.

Le travail est souvent effectué par des techniciens spécialisés dans la maintenance industrielle [3] .

1.3. Les types de la maintenance et leurs objectifs :

Il existe plusieurs types de maintenance industrielle en gestion de la maintenance :

1.3.1. Maintenance préventive :

Maintenance préventive selon des critères prédéterminés, donc l'intention de réduire la probabilité de service de défaillance ou de dégradation. Vous devez aider à éviter les erreurs des matériaux utilisés. L'analyse des coûts doit mettre en évidence un profit par rapport aux erreurs [4]. Le but de la maintenance préventive est de :

- 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 coûteux
- Permettre de décider la maintenance corrective dans de bonnes conditions ;
- Éviter les consommations anormales d'énergie, de lubrifiant, etc. ;
- Diminuer le budget de la maintenance et supprimer les causes d'accidents graves.

1.3.1.1. Maintenance préventive systématique :

Maintenance préventive effectuée selon un calendrier établi en fonction de l'heure ou du nombre d'unités d'utilisation. Cette périodicité de l'intervention est déterminée à la mise en service ou après une révision partielle ou complète. Cette méthode nécessite une connaissance du comportement de l'équipement ; porter ; modes de dégradation ; Le temps de fonctionnement moyen entre deux dommages (MTBF) [4].

La maintenance systématique peut être appliquée dans les cas suivants :

- -Equipements soumis à la législation en vigueur (sécurité réglementée) ;
- -Equipements dont la panne risque de provoquer causer des accidents graves ;
- -Equipements ayant un coût de défaillance élevé ;
- -Acquise dont les coûts d'exploitation deviendront inhabituellement élevés pendant leur temps de service.

1.3.1.2. Maintenance préventive conditionnelle :

Entretien préventif subordonné dans un type d'événement prédéterminé (autodiagnostic, informations de capteur, mesure de l'usure,), révélation de la dégradation des biens. L'entretien conditionnel est donc une maintenance dépendante de l'expérience et impliquant des informations recueillies en temps réel. [4]

Cette surveillance de la dégradation vous permet d'établir un seuil d'alarme avant une limite d'éligibilité. L'intérêt principal de cette stratégie est de pouvoir utiliser les entités maximales de votre possibilité, mais également réduire le nombre d'opérations de maintenance correctives.

La maintenance préventive conditionnelle est caractérisée par l'encours des faiblesses. Selon le cas, il est souhaitable de les mettre sous surveillance et de là, nous pouvons décider d'une intervention lorsqu'un certain seuil est atteint, mais les contrôles sont toujours systématiques et font partie des moyens de contrôle non destructifs [4] .

La maintenance préventive conditionnelle est effectuée par des mesures pertinentes sur l'équipement en fonctionnement.

1.3.2. La maintenance corrective :

La maintenance corrective appelée parfois curative (terme non normalisé) a pour objet de redonner au matériel des qualités perdues nécessaires à son utilisation. La maintenance corrective est « la Maintenance exécutée après détection d'une panne et destinée à remettre un bien dans un état dans lequel il peut accomplir une fonction requise ». Cette maintenance est utilisée lorsque l'indisponibilité du système n'a pas de conséquences majeures ou quand les contraintes de sécurité sont faibles. (Extraits normes NF X 60-010)

1.3.3. Maintenance améliorative :

L'amélioration d'équipement consiste à apporter des modifications sur celui-ci. Mais dans ce domaine, beaucoup de choses reste à faire.

C'est un état d'esprit qui requiert une attitude créative. Cependant, pour tout entretien une étude économique sérieuse est nécessaire est faite pour assurer la rentabilité [6] .

Les améliorations permettent :

- La mise en forme des performances des équipements ;
- Affiner la fiabilité (réduire la fréquence des interventions) ;
- Amélioration de la maintenabilité (amélioration de l'accessibilité sous-systèmes et éléments à haut risque de défaillance) ;
- Standardisation de certains éléments améliorer les actions de maintenance,
- Amélioration de la sécurité et des conditions de travail du personnel,
- Augmentation des qualités des services ou des produits finis.

Tous les équipements sont concernés à condition que la rentabilité soit vérifiée ; pourtant une petite restriction pour les équipements à renouveler dont l'état est proche de la réforme, par usure généralisée ou obsolescence technique [6] .

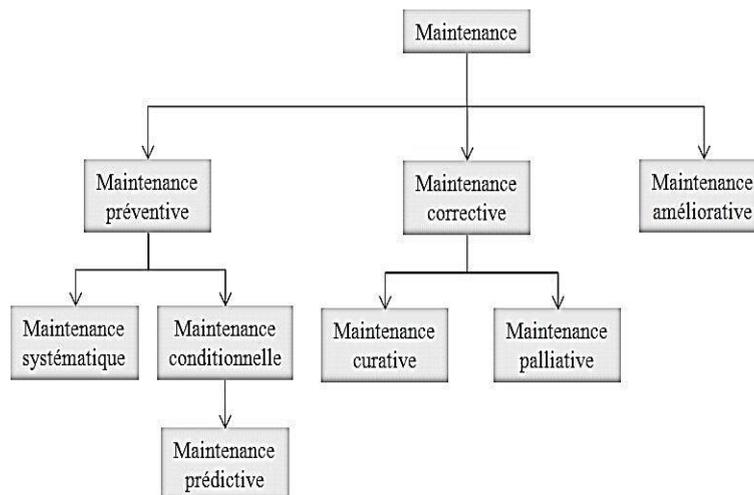


Figure 1. Différents types de maintenance

1.4. Notion de la fiabilité et notion de la maintenabilité :

1.4.1. Définition de la fiabilité :

La fiabilité est un concept général qui traduit la capacité d'un système à réaliser la mission prévue sans tomber en panne pendant une durée donnée. Dans le langage courant, le terme peut recouvrir

plusieurs notions différentes. Nous l'utilisons ici comme indicateur de la date aléatoire T de la panne. Plus précisément la fiabilité à la date t est la probabilité d'être encore en bon fonctionnement à la date t : $fiab\{t\} = Proba(T > t)$ [5] .

1.4.2. Définition de la maintenabilité :

Dans des conditions données, la maintenabilité est l'aptitude d'un bien à être maintenu ou rétabli dans un état où il peut accomplir une fonction requise, lorsque la maintenance est accomplie dans des conditions données, en utilisant des procédures et des moyens prescrits. « Maintenabilité = être rapidement dépanné » [6] .

C'est aussi la probabilité de rétablir un système dans des conditions de fonctionnement spécifiées, en des limites de temps désirées, lorsque la maintenance est accomplie dans des conditions données, en utilisant des procédures et des moyens prescrits. A partir de ces définitions, on distingue :

- **La maintenabilité intrinsèque** : elle est « construite » dès la phase de conception à partir d'un cahier des charges prenant en compte les critères de maintenabilité (modularité, accessibilité, etc).
- **La maintenabilité prévisionnelle** : elle est également « construite », mais à partir de l'objectif de disponibilité [6] .
- **La maintenabilité opérationnelle** : elle sera mesurée à partir des historiques d'interventions.

L'analyse de maintenabilité permettra d'estimer la MTTR ainsi que les lois probabilistes de maintenabilité (sur les mêmes modèles que la fiabilité).

La politique de maintenance d'une entreprise est fondamentalement basée sur la disponibilité du matériel impliqué dans le système de production. Pour qu'un équipement présente une bonne disponibilité, il doit :

- Avoir le moins possible d'arrêts de production.
- Être rapidement remis en bon état s'il tombe en panne.

La disponibilité allie donc les notions de fiabilité et de maintenabilité Augmenter la disponibilité passe par :

- L'allongement de la MTBF (action sur la fiabilité)
- La notion de le MTTR (action sur la maintenance)

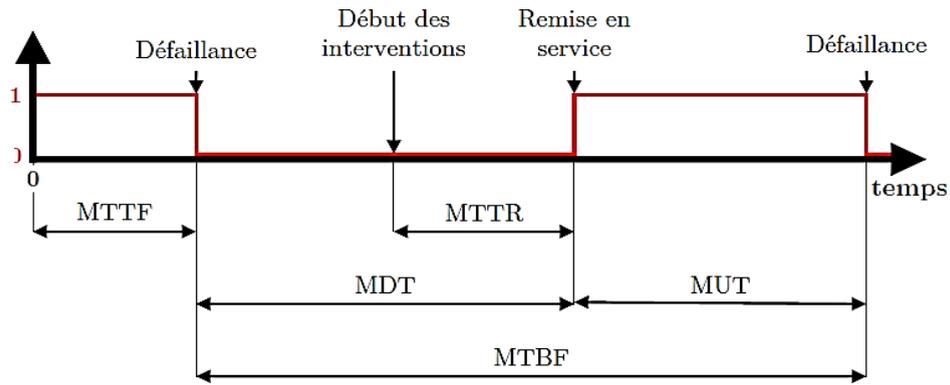


Figure 2. Cycle de vie d'un système : évolution dans le temps

2. Fonctions du service maintenance (Norme FD X 60-000)

Les fonctions du service maintenance sont présentées dans le tableau 1.2.

Les fonctions de la maintenance	Etude
	Préparation
	Ordonnancement
	Réalisation
	Gestion

Tableau 1. Fonctions du service maintenance.

3. Objectifs de la maintenance dans l'entreprise

Les objectifs persécutés par la fonction de maintenance résultent des objectifs généraux qui se concentrent sur la rentabilité, la croissance, la sécurité et les objectifs sociaux en cas d'entreprise [2]

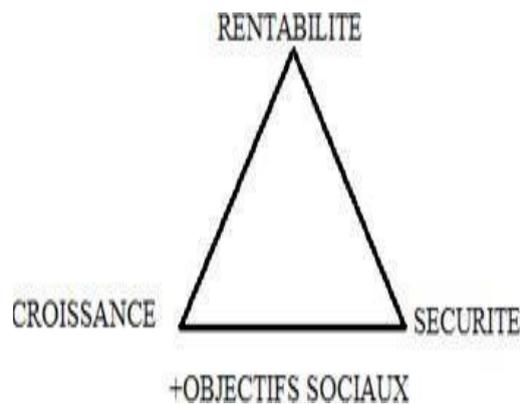


Figure 3. Objectifs généraux de l'entreprise

[2]

La fonction de maintenance doit contribuer comme les autres fonctions à l'accomplissement de cet objectif clé, à la prestation et à la compétitivité des entreprises et à l'efficacité des administrations. La sécurité des humains et des biens est une composante prioritaire des fins exécutives.

3.1. Domaines d'action du service maintenance :

Les différentes tâches dans un service de maintenance comportent :

- L'entretien des équipements
- L'amélioration d'équipements.
- Nouveaux travaux en termes d'installation du nouvel équipement.
- Travaux liés à l'hygiène, à la sécurité, à l'environnement, à la pollution et aux conditions de travail, à l'exécution et à la réparation de pièces de rechange.
- La fourniture et gestion des outils et des pièces de rechange [7] .

3.2. Place du service maintenance dans l'entreprise

Les installations, les équipements, tendent à se détériorer dans le temps sous l'action de causes multiples : usures, déformations dues au fonctionnement, action des agents corrosifs (agents chimiques, atmosphériques, etc.). Ces détériorations peuvent provoquer l'arrêt de fonctionnement (panne); diminuer les capacités de production; mettre en péril la sécurité des personnes; provoquer des rebuts ou diminuer la qualité; augmenter les coûts de fonctionnement (augmentation de la consommation d'énergie, etc.); diminuer la valeur marchande de ces moyens. Dans tous les cas ces détériorations engendrent des coûts directs ou indirects supplémentaires. Le service maintenance, comme le service de sécurité, devient une interface entre toutes les entités qui composent l'entreprise [8] .

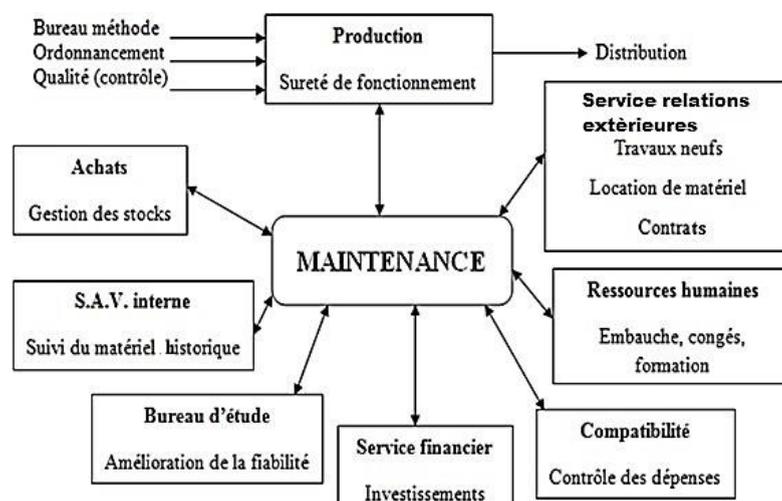


Figure 4. L'emplacement du service maintenance

4. Les méthodes d'optimisation de la maintenance :

4.1. Le diagramme d'ISHIKAWA :

Le diagramme d'Ishikawa, aussi appelé diagramme de causes et effets ou encore diagramme en arêtes de poisson, est un outil de résolution de problème d'entreprise. Conçu par Kaoru Ishikawa, Ce diagramme prend la forme d'un arbre avec plusieurs branches (ou d'une arête de poisson) [9].

On y retrouve l'effet, le problème que rencontre l'entreprise, à la tête et les causes sont modélisées par des branches. Ces causes, les « 5 M », représente chacune une composante de l'entreprise [9].

4.1.1. Pour quoi utilisé le diagramme ISHIKAWA :

Le principal intérêt du diagramme d'Ishikawa est d'identifier l'ensemble des causes qui ont une influence, plus ou moins directe, sur un problème observé. Une entreprise qui fait par exemple face à une baisse de son chiffre d'affaires se pose naturellement la question de savoir pourquoi cette baisse a lieu, c'est pour répondre à ce type de question que l'utilisation de cet outil s'avère pertinente. Les causes identifiées sont ensuite hiérarchisées, permettant à l'entreprise de prioriser les efforts à mener pour résoudre le problème [9].

La force du diagramme d'Ishikawa est d'être un outil très visuel, une représentation graphique facilite grandement la communication autour du problème. Ceci offre aussi au dirigeant une vision globale, à la fois synthétique et précise, de l'effet néfaste identifié. Le diagramme de causes et effets est applicable pour tout type d'entreprise qui rencontre un dysfonctionnement, quel que soit sa taille ou son domaine d'activité [9].

4.1.2. Les 5 M du diagramme Ishikawa : [10]

Les causes d'un problème peuvent être regroupées en cinq catégories, les 5 M :

- Méthode : Processus de production du produit ou service. La recherche et développement.
- Matière : Les matériaux utilisés pour la production du bien.
- Milieu : Le contexte concurrentiel, l'état du marché.
- Matériel : Les machines, le parc informatique et les logiciels. L'ensemble des équipements qui servent à apporter de la valeur ajoutée au matériau de base.
- Main-d'œuvre : Les collaborateurs et l'ensemble des interventions humaines (la RH)

[10]

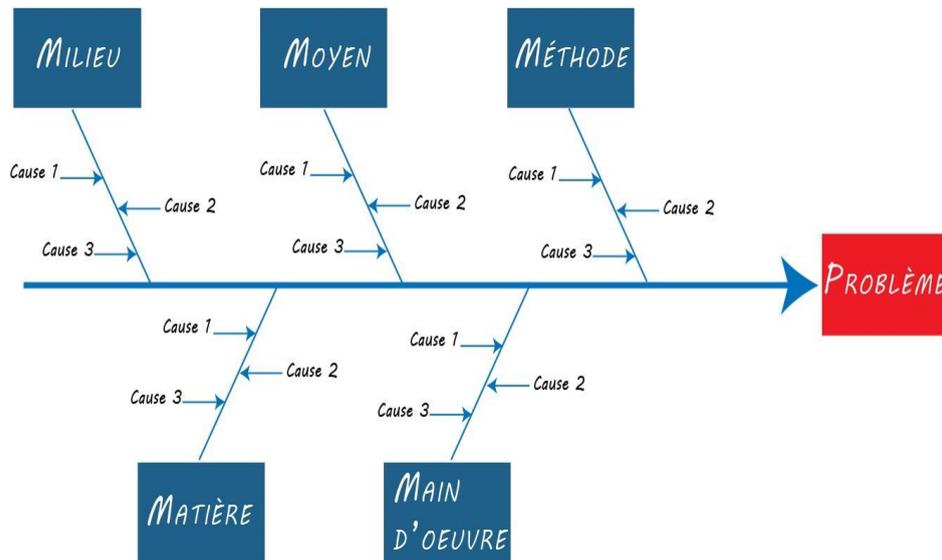


Figure 5. Diagramme d'ISHIKAWA

4.2. Méthode 5S:

La méthode 5S a été formalisée dans les ateliers du célèbre constructeur automobile Toyota, précurseur du Lean Manufacturing ou PVA pour Production à Valeur Ajoutée. Le 5S est une méthode d'amélioration continue et de maintien de l'organisation des postes de travail, qui vise à ajouter de la valeur à son processus de production [11].

Les 5S désignent cinq termes japonais commençant par un S qui sont des méthodes instaurées dans le but d'obtenir un travail efficace et de qualité en maintenant un lieu de travail visuellement propre, et sécurisé. Disciplines indispensables à l'amélioration continue de vos processus de production. Des règles simples, précises et efficaces qui donnent lieu à un travail fonctionnel [11].

4.2.1. Quelle sont les 5S :

SEIRI : c'est Débarrasser (éliminer ce qui est inutile).

SEITON : c'est Ranger (classer, ordonner ce qui est utile).

SEISO : c'est Nettoyer (tenir propre les outils, les équipements, l'atelier ...).

SEIKETSU : c'est Organiser (établir et formaliser des règles).

SHITSUKE : c'est Maintenir la rigueur (respecter les règles).

4.2.2. Les objectifs de 5S:

Cette méthode :

- Améliore la productivité, l'efficacité et la qualité. – Diminution des défauts (gravité/fréquence).
- Réduit les pertes de temps (recherche d'un outil ...).
- Contribue à l'implication et à la motivation du personnel.
- Inspire la confiance et donne une bonne image de la société (un environnement propre et agréable est votre meilleure publicité).
- Améliore la sécurité au travail et réduit le risque de pollution.
- Libère de l'espace inutilement utilisé.
- Permet au personnel d'avoir une meilleure qualité de vie au travail [11] .

4.3. Le diagramme de PARETO : [12]

Le diagramme de Pareto est un outil relativement simple pour faire un classement de plusieurs phénomènes par ordre d'importance. Il s'agit d'un histogramme, mettant en forme les plus grandes colonnes à gauche, avec une décroissance qui se forme vers la droite [12] .

A ceci s'ajoute une ligne de cumul qui précise l'importance relative de chacune des colonnes.

Dans un contexte industriel, les points de développement et d'amélioration sont presque infinis.

En effet, on est presque en mesure d'améliorer sans limite tout et son contraire. Par contre, l'enjeu se situe dans le fait qu'il ne faut pas perdre de vue le fait que chaque amélioration nécessite un budget, et que par conséquent, une contrepartie apparaît. Et cette contrepartie n'est autre que la création de valeur ajoutée, ou une optimisation des efforts afin d'éviter le gaspillage [12] .

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

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

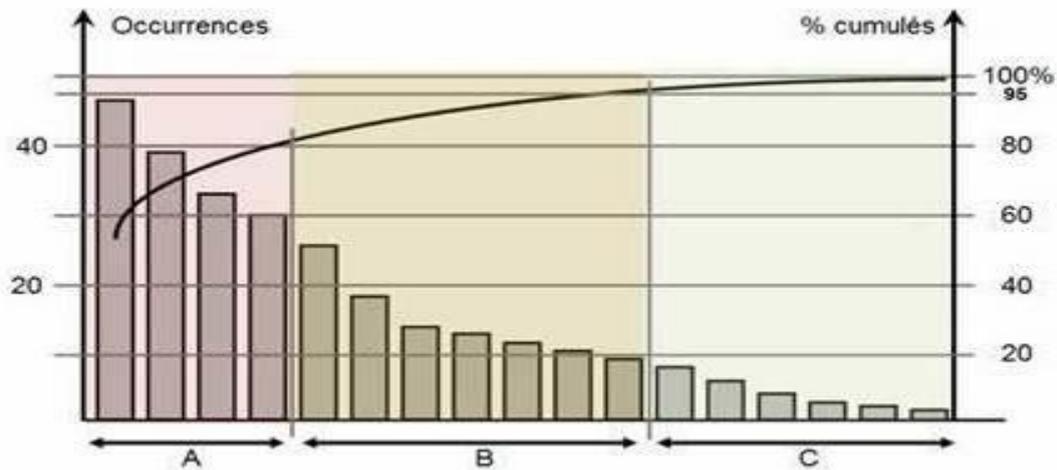


Figure 6 : digramme de pareto

4.4. La méthode de KAIZEN :

Le Kaizen est une approche d'amélioration en continue d'origine japonaise, mise en place juste après la deuxième guerre mondiale, au cours de cette large démarche d'amélioration qualité qui eut lieu dès cette époque [13] .

Le kaizen n'est ni un outil ni une méthode, mais bien avant tout une véritable philosophie de développement qui doit impérativement impliquer l'ensemble des acteurs de l'entreprise.

Le concept Kaizen est d'une large portée et ne se limite pas exclusivement au monde de la production ni même à celui de l'entreprise [13] .

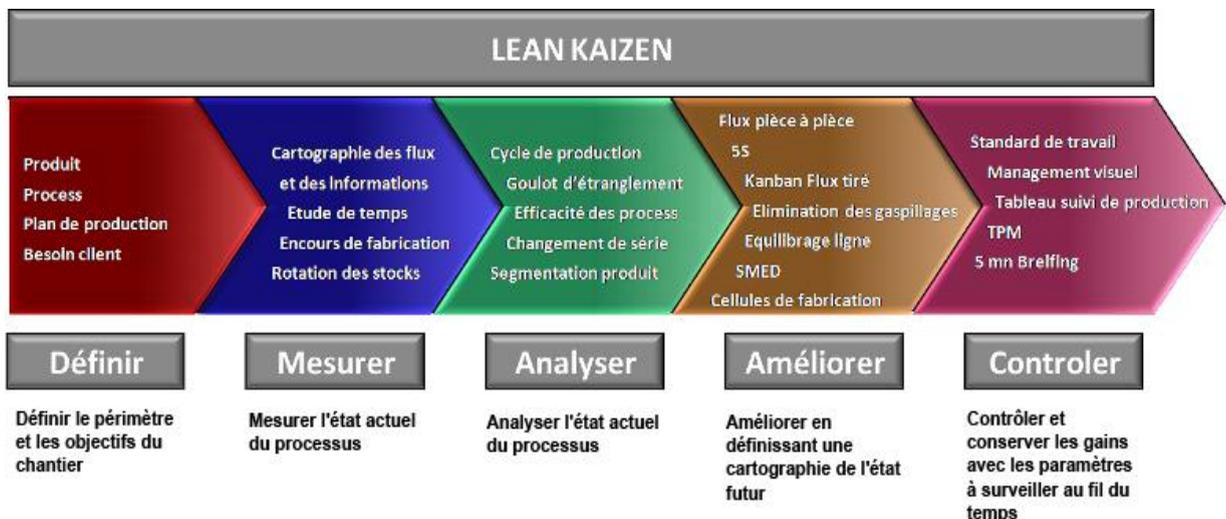


Figure 7 : diagramme de kaizen

4.4.1. Objectifs du KAIZEN :

- Simplification des flux.
- Amélioration de la qualité.
- Amélioration des délais.
- Amélioration de la productivité.
- Amélioration de la gestion des fournisseurs. [14]

4.5. La method AMDEC:

Le mot **AMDEC** est le dimunitif de l'Analyse des **M**odes de **D**éfaillances de leurs **E**ffets et de leur **C**riticité.

C'est une Technique d'analyse préventive prédire les causes potentielles de défauts et de défaillance. C'est aussi est une méthode rigoureuse de travail en groupe, très efficace grâce à la mise en commun de l'expérience et des connaissances de chaque participant, à condition de son expertise [15].

On peut faire :

- Une **AMDEC Produit** vérifie le Produit, sa conformité par rapport aux exigences du client [16].
- Une **AMDEC Processus**, valide la fiabilité du processus de fabrication,
- Une **AMDEC Moyen** vérifie la fiabilité d'un équipement.

Le principe c'est d'indiquer toutes les causes potentielles de chaque mode de défaillance et d'évaluer la criticité. Cette dernière résulte d'une triple cotation quantifiée :

- Note "**G**" : Gravité ou sévérité de l'effet du défaut ou de la défaillance,
- Note "**F**" : Occurrence ou fréquence d'apparition de la cause,
- Note "**D**" : Détection : probabilité de non détection de la cause.

L'indice de criticité est obtenu par le produit des trois notes : $C = G * F * D$

Conclusion :

Les entreprises visent toujours l'importance des coûts induits par des échecs aléatoires de systèmes de production.

Les entreprises sont de plus en plus conscientes à la contribution de performance générale en la qualité des produits.

La stratégie de maintenance a un impact direct sur le fonctionnement d'un système, ensuite sa production.

La maintenance n'est pas toujours le fait de mesurer et de remettre en marche un équipement défaillant, mais c'est maîtriser ces équipements au point de dresser leur planning de maintenance.

Cette fonction doit être basée sur des méthodes pour optimiser les comportements des équipements.

CHAPITRE II : LA METHODE AMDEC

Introduction :

La sécurité fonctionnelle est la capacité d'une entité à respecter une ou plusieurs fonctions nécessaires dans certaines conditions. La sécurité de fonctionnement est généralement caractérisée par les paramètres suivants :

- La fiabilité : la capacité d'une entité à effectuer une fonction requise dans des conditions, pendant une période donnée ;
- Maintenance : Attitude d'une entité à maintenir ou restaurée dans un état dans lequel elle peut effectuer une fonction demandée, lorsque la maintenance est obtenue dans les conditions fournies, avec les procédures et les moyens prescrits ;
- Disponibilité : possibilité de pouvoir effectuer une fonction demandée sous certaines conditions et à un moment donné ;
- Sécurité : L'attitude d'une entité visant à éviter de montrer, sous des données, des événements critiques ou catastrophiques.

Elle permet de :

- Connaitre des éléments les plus importants (fonctions et composants) ;
- Découvrir la faiblesse, les défauts et les troubles fonctionnels du système ;
- Gérer des points critiques et même demander la conception du système ;
- Référer les mesures correctives ;
- Évaluer les effets de ces mesures pour garantir son efficacité et les comparer et décider.

1. Historique et définition :

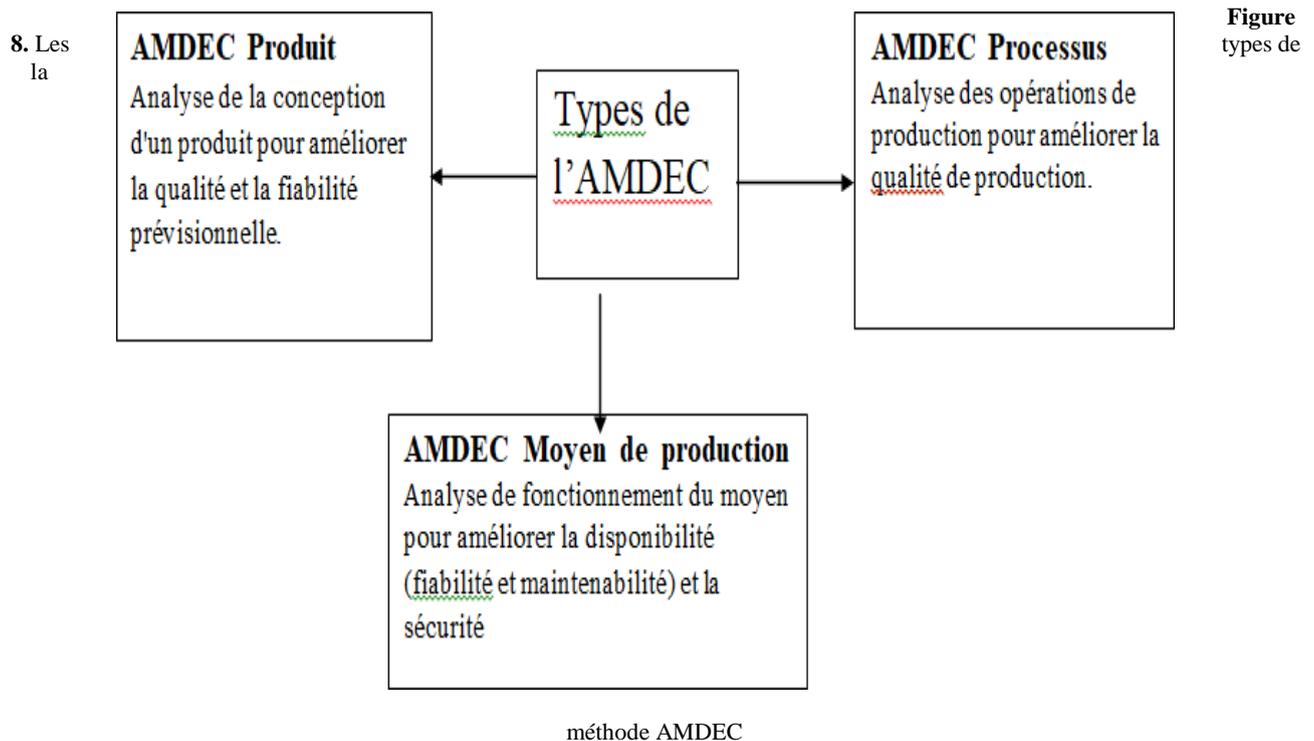
La méthode tiens son origine dans les années 1950, sous le nom de FMEA (Failures Modes and Effets

Analysis). Utilisé exclusivement aux États-Unis et au Japon pour améliorer la fiabilité des produits de haute technologie (armes, avionics, espace), il apparaît en Europe en 1970 dans l'industrie nucléaire (du soldat à Civil). [15] La grande augmentation de l'AMDEC est due à sa mise en œuvre généralisée dans l'industrie automobile (à partir de 1979 à Ford et 1982 dans les fabricants français); Tous les sous-traitants ont dû suivre. Conformément à la QS 9000 (un équivalent ISO 9000 pour les automobiles), les fournisseurs d'automobiles devaient utiliser le processus de planification (APQP), y compris les plans de contrôle AMDec-outil et en développement. Les industries électroniques, puis les industries mécaniques sont ensuite enregistrées dans ce processus (apparence de la notion de sécurité des biens et des personnes) [15].

C'est un outil d'analyse précis pour étudier la faisabilité d'un cahier des charges en fonction de la prise en considération des spécifications clients et exigences législatives et réglementaires. Elle peut notamment se coupler à une enquête de satisfaction client.

Cette méthode est relativement complète. Elle offre notamment la capacité de lister, puis de structurer, la totalité des modes de défaillances prévisibles ainsi que les conséquences au sein de la conception d'une offre produit ou de la mise en place opérationnelle d'un processus. Il s'agit ainsi d'un outil particulièrement indispensable dans le cadre de travaux d'études.

2. Type de la méthode AMDEC :



2.1. AMDEC produit :

L'AMDEC Produit permet d'obtenir la validation des études de définition d'un nouveau produit fabriqué par la Société. Et la mise en œuvre pour évaluer les défauts potentiels du nouveau produit et de ses causes. Cette évaluation de tous les défauts possibles vous permettra de remédier, après la hiérarchisation, grâce à la mise en œuvre d'actions correctives sur la conception et la prévention de l'industrie [16].

2.1.1. Bénéfices de l'AMDEC produit : [12]

- Amélioration de la qualité du produit,
- Maîtrise des risques liés à l'utilisation du produit,
- Prise en compte des retours SAV,
- Définition d'un plan de contrôle du produit [15].

2.2. AMDEC processus :

Ce type d'AMDEC consiste à analyser les modes de défaillance liés au processus de fabrication. Les choix techniques sont déjà posés et c'est le moment de définir précisément le processus de fabrication. Avant de réaliser cette AMDEC, il est impératif de définir quelles vont être les opérations nécessaires à la fabrication du produit [17].

Avant même le choix des machines, l'AMDEC Process a pour but d'évaluer les points critiques du procédé établi. Suite à cette analyse, des modifications pourront être apportées. C'est aussi l'occasion de développer le plan de surveillance [18].

En termes de méthode, l'AMDEC Process étudie les conséquences que pourraient engendrer certaines défaillances pour l'utilisateur du produit et sur l'environnement de production. Les défaillances seront recherchées en regardant la description de l'opération. Les causes à retenir sont liées à la description du procédé [18].

2.3. AMDEC moyen de production :

L'« AMDEC moyens » est aussi appelée « AMDEC moyens de production » ou « AMDEC Machine ». Elle concerne l'analyse des défaillances liées aux machines. Alors que l'AMDEC précédé a permis d'entrevoir les défauts relatifs au processus de fabrication, l'AMDEC machine permet une analyse une fois que les machines ont été choisies. Comme pour le produit, il est ici possible de mettre en place une AMDEC à différents stades de la conception de cette machine [18].

Remarque :

En effet, on peut choisir de concentrer la méthode sur les fonctions de ces machines. Concrètement, cela veut dire que l'on considère uniquement ce que l'on attend de la machine : saisir la pièce, tourner la pièce par exemple...L'AMDEC aura pour but de savoir comment les différentes fonctions de la machine ne pourraient pas être satisfaites et donc d'anticiper les produits défectueux. Pour finir, les conséquences sur l'utilisateur et l'environnement de production constituent la finalité de cette AMDEC. Suite à cette analyse, on peut alors établir le plan de validation de la machine.

3. Attributs de la méthode AMDEC :

L'AMDEC est une méthode d'analyse inductive, exhaustive et rigoureuse qui permet une recherche systématique :

- Des modes de défaillance d'un moyen de production.
- Des causes de défaillance générant les modes de défaillance, ces causes peuvent se situer au niveau des composants du moyen de production où être dues à des sollicitations extérieures.
- Des conséquences des défaillances sur le moyen de production, sur son environnement, sur le produit ou sur l'homme.

- Des moyens de détection pour la prévention et/ou la correction des défaillances.

4. Domaine d'utilisation de la méthode AMDEC :

L'AMDEC est très utilisée dans le secteur de l'automobile, de l'aéronautique, du ferroviaire et du matériel médical, tout au long du processus de conception, développement et exploitation.

Une méthode dérivée de l'AMDEC est aussi utilisée dans les industries agro-alimentaire, chimique et pharmaceutique : le HACCP. Cette méthode s'intéresse plus particulièrement à la fabrication et s'apparente à l'AMDEC processus [16].

Dans les nouvelles méthodes d'étude de la fiabilité, l'AMDEC est aussi employée pour déterminer les contributions intrinsèques et extrinsèques des divers mécanismes de défaillances. À partir de cette analyse, les paramètres importants pour la compréhension des dégradations survenues lors de la qualification ou du retour opérationnel du système électronique ou optoélectronique permettent d'effectuer le suivi du système amélioré lors d'un nouveau test d'endurance [16].

5. Les limites de la méthode AMDEC :

- C'est une méthode complexe et très longue.
- Elle demande une expérience au niveau de la maintenance.
- Elle exige le travail du groupe.
- Elle peut porter des mauvais résultats en cas d'une mauvaise interprétation des données.

6. Avantages de la méthode AMDEC :

La méthode AMDEC est confrontée à la connaissance de tous les secteurs de l'activité de l'organisation, d'obtenir, dans une commande, les résultats suivants [19] :

- La satisfaction d'un bon entretien est l'objectif principal d'AMDEC.
- Une amélioration continue au moyen d'une administration.
- Le développement et l'administration des plans
- Réduire les coûts internes de la qualité de l'acquisition,
- La définition des mesures préventives, voire par le développement de plans d'action pour l'élimination des causes. [19]

7. Objectifs de l'AMDEC :

L'objectif de l'AMDEC est d'évaluer les risques associés à un processus de fabrication.

Ce sont des risques associés à la sécurité, à la qualité, aux performances de la production. Dans le cas de la machine AMDEC, il est de déterminer les faiblesses de l'équipe dans son rôle de production à proposer (en fonction des résultats obtenus) Mesures correctives [15].

L'étude AMDEC optimise principalement les coûts indirects (Figure 3. 1). En fait, il s'agit d'une méthode de diagnostic intelligente dans la mesure qui permet de fournir une série de faiblesses, d'anomalies et de défauts au niveau de tous les éléments qui contribuent à la fabrication d'un produit [15].

8. Méthodologie de la méthode AMDEC :

8.1. Préparation :

- **Préparation et constitution des groupes de travail :**

C'est une étude exigeante. Les participants devront s'impliquer sérieusement et accorder le temps nécessaire pour réaliser correctement la part d'étude dont ils ont la charge. Il est important de considérer cet aspect à sa juste valeur et de bien définir le rôle de chacun, ses contributions, tout en tenant compte de ses compétences et disponibilités [13].

- **Précision de l'objet de l'étude, de son périmètre et de sa portée :**

Les objectifs attendus seront énoncés concrètement et en accord avec les besoins des commanditaires de l'étude et des participants à sa réalisation. C'est aussi l'occasion de préciser le déroulement de la démarche

8.2. Analyse fonctionnelle et préparation de l'étude de défaillance :

- **Découpage fonctionnel :**

Comme son intitulé l'indique clairement, il s'agit de lister et de mettre en relation toutes les fonctions du produit ou les phases du processus afin d'identifier les causes de dysfonctionnement potentiel [13].

8.3. Identification :

- **Identification des défaillances potentielles :**

Il s'agit de réaliser une étude rationnelle des modes de défaillance potentiels, des causes et des effets. La réussite de cette troisième étape est directement dépendante du soin apporté au découpage fonctionnel. Elle exige une participation élargie de toutes les personnes susceptibles d'apporter un enseignement le plus souvent issu de leur propre expérience [13].

8.4. Valorisation :

- **Valorisation des défaillances potentielles et Etude de la criticité :**

Etude de la criticité en tenant compte de la gravité, de la probabilité d'occurrence et de la capacité

de détection (warning)

Au cours d'une démarche participative, on établit :

- La *gravité potentielle* sur une échelle de 1 à 4 (de mineure à gravissime),
- La *fréquence estimée* sur une échelle de 1 à 4 (exceptionnelle à certain)
- La *capacité de détection* sur une échelle de 1 à 4 (Evident à indétectable)

8.5. Action corrective :

- **Identification des actions préventives à conduire :**

Identification des actions palliatives possibles et Identification des actions correctives surtout sans oublier la question de la faisabilité et donc du coût de chacune des actions envisagées.[13]

9. Organisation de la méthode AMDEC :

Pour une méthode efficace, il faut :

- Bien définir et limiter le produit/le processus à analyser, bien adapter l'étude et éviter d'introduire des considérations inutiles.
- Définir la phase d'exploitation à analyser [17].
- Recueillir les données techniques maximales.
- Définissez l'objectif de la réalisation et du domaine de l'intervention possible.
- Etablir un planning [20].
- Faire un historique du fonctionnement concernant le sujet à analyser (retour et plaintes de clients, défauts de production, arrêt de production ...).

10. Comment appliquer la méthode AMDEC sur un cas réel :

10.1. Etape 1 :

- Former un groupe de travail de 8 à 15 personnes (ingénieurs, techniciens, ouvriers).
- Lancer des BRAINSTORMING au niveau du département qu'on veut l'appliquer la

méthode sur eu.

- Récolter le maximum des informations.

10.2. Etape 2 :

Faire l'analyse fonctionnelle de l'objet étudié.

Exemple :

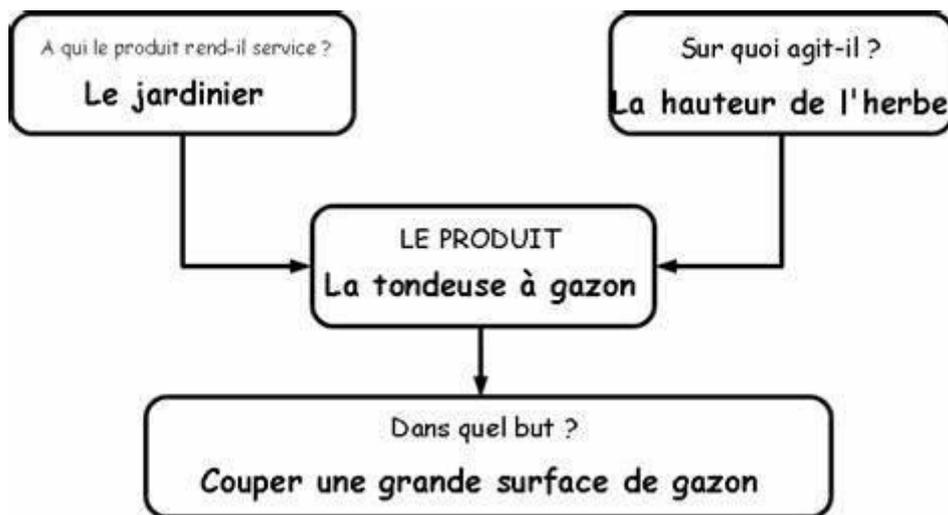


Figure 9 : diagramme fonctionnelle

10.3. Etape 3 :

Identifier les différents modes de défaillance de l'objet étudié dans un tableau :

Mode de défaillance	Cause principale	Effets	Gravité	fréquence	Détection	Criticité	Codification
---------------------	------------------	--------	---------	-----------	-----------	-----------	--------------

Figure 10 : tableau AMDEC

Identifier la cause principale des modes de défaillance et les effets sur la ligne de production :

Mode de défaillance	Cause principale	Effets	Gravité	fréquence	Détection	Criticité	Codification
---------------------	------------------	--------	---------	-----------	-----------	-----------	--------------

Figure 11 : Tableau AMDEC

Donner une importance pour la gravité, la fréquence et la détection (le poids varie entre 1 et 4).
Puis calculer la criticité par la multiplication des trois facteurs(G, F, D).

- **L'indice C** : L'indice de criticité C, aussi appelé nombre de priorité de risque (NPR) ou encore Indice de Priorité de Risque (IPR), est le résultat du produit de La fréquence, de la détection et de la gravité qui caractérise le niveau de fiabilité du système analysé $C = G * F * D$ [21].
- **Le facteur G** : Relatif aux conséquences provoquées par l'apparition du mode de défaillance en termes de
 - Qualité des pièces produites.
 - Sécurité des hommes ou des biens.
 - Temps d'intervention qui correspond au temps actif de maintenance corrective (diagnostic + réparation ou échange + remise en service). La gravité G est le plus souvent cotée de 1 jusqu'à 4 [21].
- **Le facteur F** : Relatif à la fréquence d'apparition de la défaillance, cette fréquence exprime la probabilité combinée d'apparition du mode de défaillance par l'apparition de la cause de la défaillance. La fréquence F allant de 1 jusqu'à 4 [22].
- **Le facteur D** : Relatif à la possibilité de détecter la défaillance (le couple : Mode-Cause de défaillance) avant qu'elle ne produise l'effet. La détection D est évaluée de 1 pour une défaillance détectable, à 4 pour une défaillance indétectable [22].

Les trois facteurs généralement varie entre 1 ... 4 et les ingénieurs prend en charge la notation de ces trois facteurs à travers une grille d'importance standard selon le cas étudié.

Exemple d'une grille d'importance [23]:

Critère/ Valeur	DéTECTABILITÉ	FRÉQUENCE	GRAVITÉ
1	Facile à détecter.	Presque jamais ; rare et invraisemblable ;	Mineure
2	Relativement facile à détecter, mais requiert la présence d'un opérateur	Quelque fois après une production continue ;	Moyenne
3	Difficile à détecter même avec la présence humaine.	Fréquent et Probable ;	Majeure
4	Indétectable.	Permanent ;	Catastrophique

Figure 12 : grille d'importance

Mode de défaillance	Cause principale	Effets	Gravité	fréquence	Détection	Criticité	Codification
Manque d'air comprimé après la fusion du métal, (pas de pression d'air)	Fuite sur la conduite d'air liée du compresseur à l'oxycoupeur	Arrêt de l'opération (arrêt de production)	3	2	3	18	A1

Figure 13 : Tableau AMDEC fini

10.4. Etape 4 :

Classement des différents modes de défaillance par ordre décroissante de criticité et les mis dans trois groupes

- 1^{er} groupe : La criticité varie entre 0 et 10 (priorité mineure).
- 2eme groupe : La criticité varie entre 10 et 20 (priorité moyenne).
- 3eme groupe : la criticité supérieure à 20 (priorité majeur).

10.5. Etape 5 :

Etablir un plan d'action corrective selon le classement précédent.

Conclusion

AMDEC reste la méthode la plus préventive applicable dans une organisation qui se base d'un processus, d'une ressource, ou de composant et produit à éliminer,

C'est un moyen qui sauvegarde l'entreprise contre certains échecs et d'étudie leurs causes et leurs conséquences.

La méthode permet de classer et de hiérarchiser les échecs selon certains critères (occasion, détection, gravité).

Les résultats de cette analyse sont les actions prioritaires spécifiques pour réduire considérablement les risques d'échecs possibles.

Chapitre III :
Généralité sur l'entreprise
AGRO-INDUSTRIE

Introduction :

Groupe Kherbouche ou bien GK, ce symbole trouvé beaucoup sur le territoire algérien et surtout Tlemcen, c'est un groupe économique de huit filiales créée en 1976 (société commerciales pluridisciplinaires). Il contient à nos jours plus de 4000 employés dans toutes les spécialités. [www.groupe Kherbouche.com /2020]

Le groupe est activé sur la voie nationale et même internationale avec des projets en Afrique et d'autres en collaboration.

Pour notre projet de fin d'étude nous intéressons par la première filiale du groupe et la plus ancienne, AGRO -INDUSTRIE,

La période que nous avons passée au niveau de cette entreprise nous a permis de développer notre compétences dans le domaine de l'industrie, la production et la maintenance .et l'ensemble des techniques et outils utilisés.

1. Présentation de l'entreprise :

Créée en 1985, la société **Agro-Industrie** s., est durablement installée dans l'équipement agro industriel à savoir l'ingénierie, la fabrication et la distribution.

Au fil du temps et au cours de ses nombreuses expériences, Cette société a su s'imposer comme un acteur incontournable dans les projets de chaudronnerie, et a su développer sa capacité de gestion de projet, intégrer de nouveaux métiers, acquérir des connaissances élargies pour se positionner aujourd'hui sur tous les marchés industriels.

La filiale **Agro-Industrie** dispose d'un important potentiel humain qui est composé d'ingénieurs, de techniciens, de cadres de maîtrise et d'agents de production, l'ensemble compte actuellement 800 individus dont 40 ingénieurs et 18 techniciens supérieurs.

[www.groupe Kherbouche.com /2020]



Figure 14 : Les filiales du groupes Kherbouche

2. Histoire et evolution de la société AGRO-INDUSTRIE :

Cette société depuis le jour de sa création c'est-à-dire plus de 30 ans, a capitalisé un savoir faire dans le secteur industrie-agronomie des matériaux d'irrigation, de culture et de récolte. [29]

Le professionnalisme et l'image de cette entreprise dans ce domaine ont permis de réaliser des partenariats avec des entreprises étrangères.

AGRO-INDUSTRIE a toujours été la première pour l'introduction de nouveaux procédés en matière de : Enrouleur, pivot,

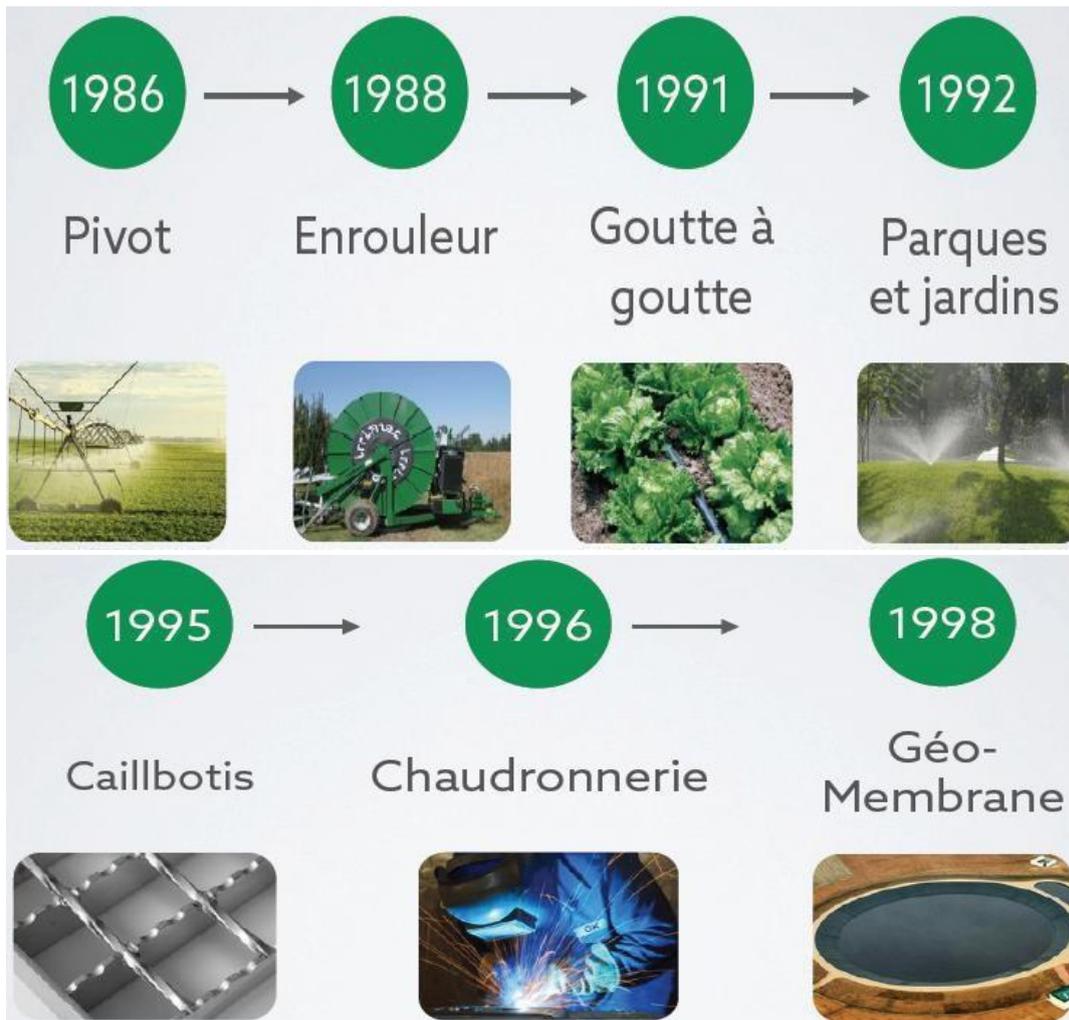


Figure 15 : Histoire de l'évolution de la société AGRO-INDUSTRIE

[29]

3. Structure et organisation de l'entreprise :

Quand on parle sur la structure de l'entreprise nous visons dans un premier temps le type de relation entre le personnel et la hiérarchisation entre eux et même les relations fonctionnelles.

Donc la structure représente la division des responsabilités et de communications à l'intérieur de la société.

Organigramme général des départements de l'entreprise :

Cette dernière possède des différents départements comme toutes les autres entreprises :

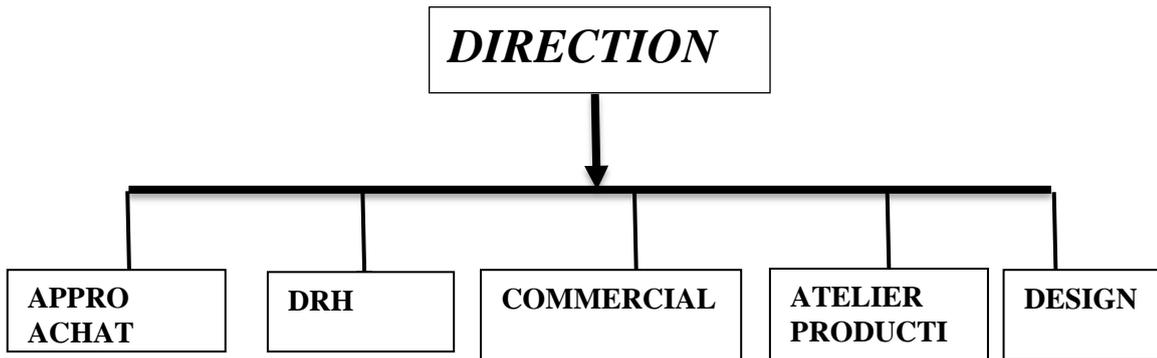


Figure 16 : Structure générale

4. Principaux service de l'entreprise :

La société Agro-Industrie possède plusieurs services à savoir :

A. Service Approvisionnement -Achat :

Gère l'approvisionnement de tout ce qui est utilisé sur le site, qu'il s'agisse d'éléments nécessaires au fonctionnement de la société, ou d'éléments nécessaires à la fabrication des produits. Il établit les commandes.

B. Relation clients :

Organise et met en œuvre la prospection commerciale de la société. Premier interlocuteur avec les clients, il entretient des contacts privilégiés avec eux dans l'objectif de découvrir de nouveaux marchés.

C. Compatibilité :

Assurent différentes fonctions de gestion financière (devis, factures...).

D. Dessin et Etude :

A réception de la commande, le dossier commercial est transmis à ce service qui prend en charge la réalisation d'un dossier de fabrication complet, en adéquation avec les exigences de client.

E. Atelier de fabrication :

Assure la réalisation des pièces conformément au dossier de fabrication élaboré par le

service étude.

F. Le transport :

Agro-Industrie peut prendre en charge le transport des équipements au départ des ateliers jusqu'au site de livraison.

G. Montage et mise en service sur site :

Leur organisation, leur flexibilité et leur polyvalence leur permettent de prendre en charge l'ensemble des prestations chantier, du plan de prévention jusqu'à la réception définitive.

Leurs techniciens chantier possèdent les habilitations et qualifications nécessaires.

C'est ce qui lui permet de maîtriser l'ensemble des processus de production et garantir un haut niveau de fiabilité, de qualité et de service.

5. Localisation :

La société **Agro-Industrie** s'installe dans la zone industrielle de Chetouane, désert numéro 3.

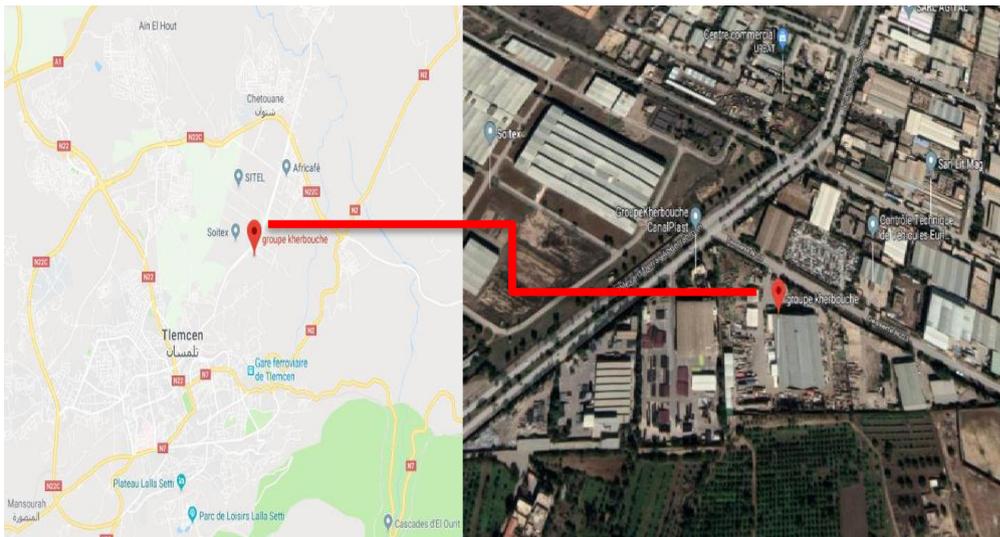


Figure 17 : localisation de l'entreprise

[30]

6. Le plan de site de la société :

La société se situe à Chetouane, sur un site de **6000m²**, l'usine se compose d'une administration, d'un atelier de fabrication, d'un cabinet de peinture, d'un magasin et zones de stockage, poste police, et une zone de services (restaurants, Musala, vestiaires, sanitaires).

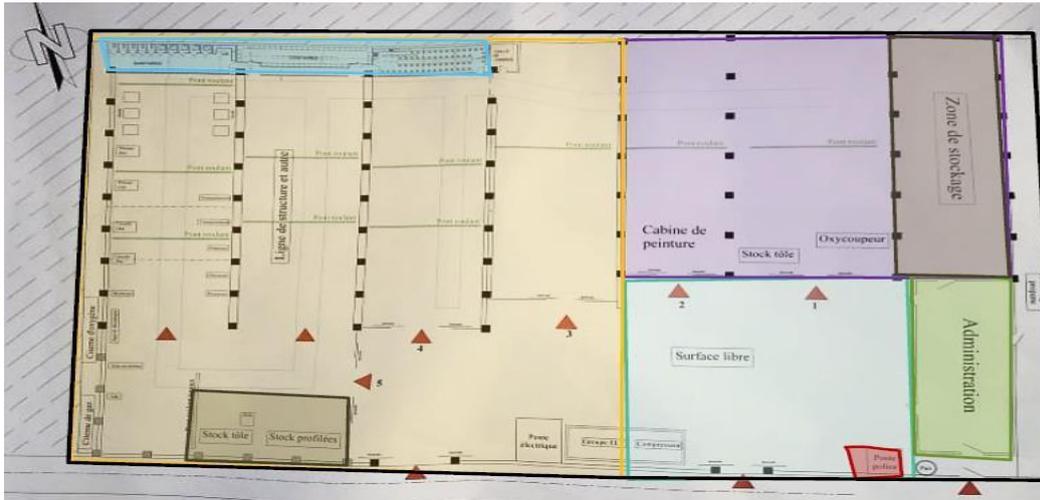


Figure 18 : plan de site

[29]

7. Evolution de l'entreprise :

L'entreprise AGRO-INDUSTRIE est aussi présente sur tout le territoire Algérien avec un plan de charge très important et variée depuis les années 2000 avec la réalisation d'une dizaine de projet dans plusieurs secteurs.

Aussi dans le domaine des RH (ressources humains) la société suit une progression très importante et rapide avec une droite exponentiel, avec un effectif de 800 à savoir :

- 40 ingénieurs en mécanique et structure.
- 22 cadres financiers et administratifs.
- 162 agents de maîtrise.
- Plus de 300 ouvriers polyvalents.
- Plus de 300 techniciens.

Avec un taux d'encadrements de 6%, et une moyenne d'âge de 33 ans représentés près de 80% de l'effectif total.

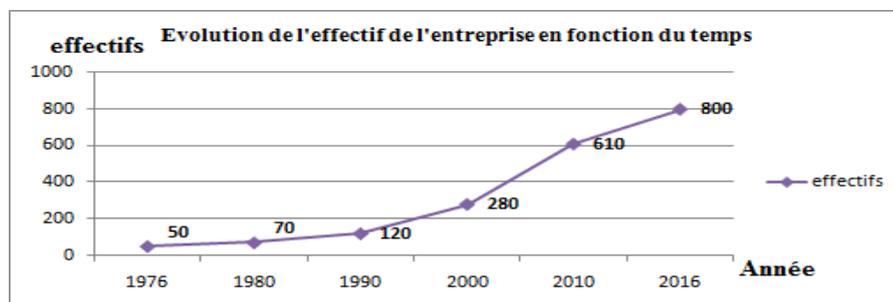


Figure 19 : diagramme de l'évolution du personnel.

[29]

8. Les produits fabriqués :

La société **Agro-Industrie** est spécialisée dans l'équipement agro industriel à savoir l'ingénierie, la fabrication et la distribution des matériels agricoles, matériels hydrauliques d'irrigation et d'arrosage, les tracteurs, la charpente métallique, les réservoirs et les silos. Les principales produits et services sont :

A. Pivots :

Une gamme des pivots d'irrigation **Agro-industrie** sont disponibles.



Figure 20 : Pivot central

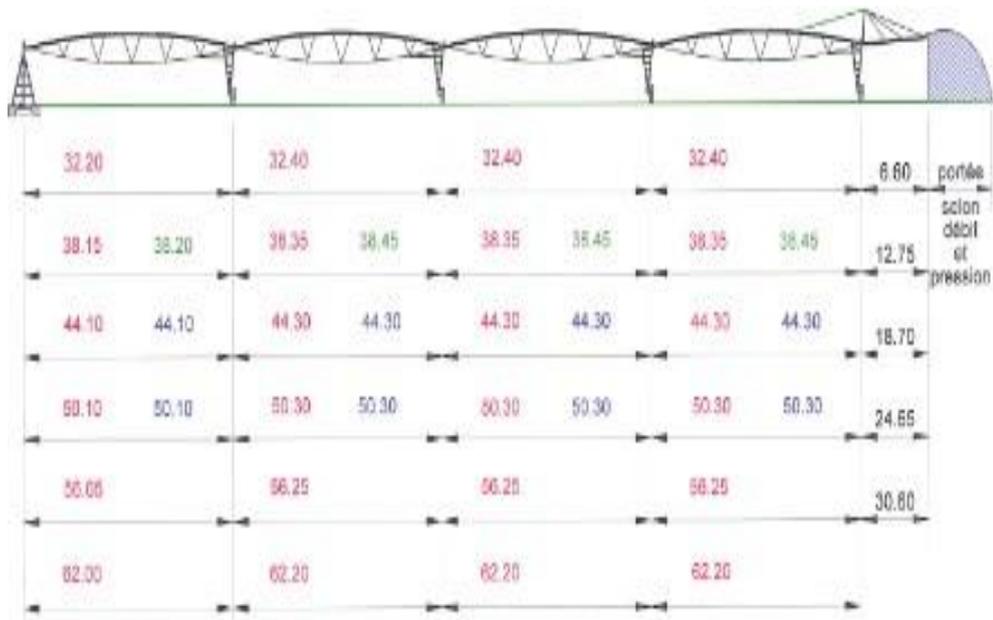


Figure 21 : Différentes dimensions des pivots

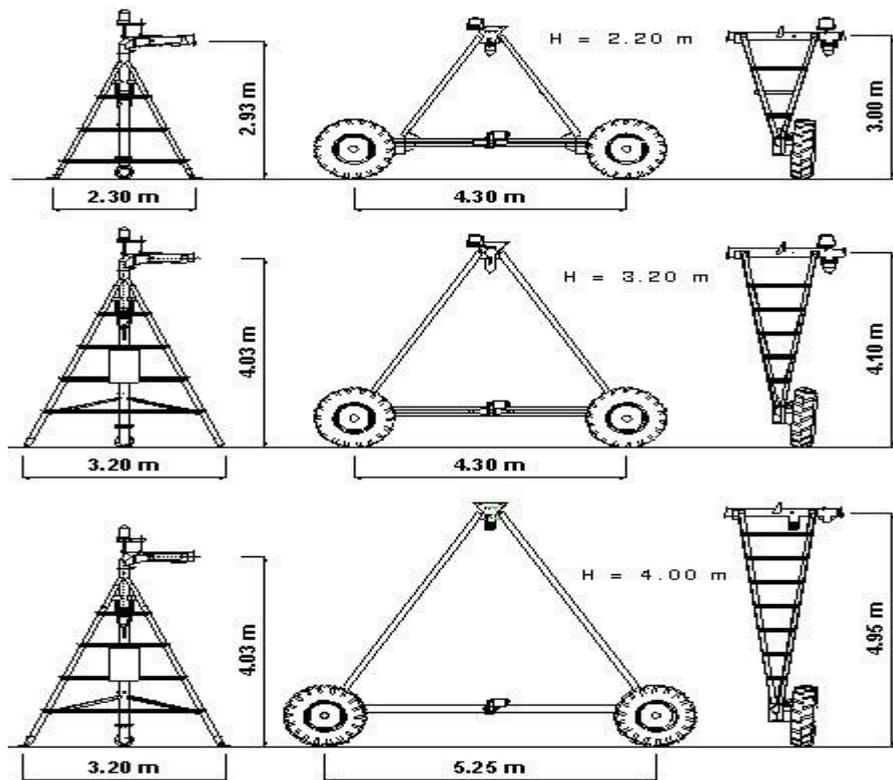


Figure 22 : Hauteur du pivot

B. Enrouleurs :

Des enrouleurs hautes gammes fournis par l'entreprise avec des performances idéales.





Figure 23 : Enrouleur.

C. Goutte à goutte :

Agro-Industrie dispose d'une large gamme de solutions pour le système goutte à goutte, irrigation et micro irrigation de précision.

L'émetteur de compensation de pression, Goutteur PC Turbo SC Plus et Micro Sprinkler VI Classique)



Figure 24 : L'émetteur de compensation Goutteur PC Turbo-SC Plus Micro-Sprinkler

D. Aspersion et arrosage :

L'entreprise **Agro-Industrie** dispose une gamme complète dans le secteur de l'irrigation : Arroseurs escamotables, électrovannes, Programmeurs...



Figure 25 : Aspersion

E. Tracteurs, Equipements et accessoires agricoles :

L'entreprise **Agro-Industrie** représentant exclusive des tracteurs Deutz-Fahr en Algérie. Ainsi ces équipements complémentaires tel que : les semis, les récolteurs ,.....



Figure 26 : Tracteurs

Semis, fertilisante

Préparateur du sol

Récolteur

F. Caillebotis :

C'est est une pièce métallique née d'un assemblage formé d'une part, par des barres identiques en fer plat d'acier (les plats porteurs) disposées sur le chant, séparées les unes des autres et parallèles entre elles. Et d'autre part, par des entretoises (barres transversales rondes ou en carré torsadé), d'un diamètre supérieur aux plats porteurs et soudées perpendiculairement et simultanément par électro forgeage aux plats porteurs, sur chaque intersection. Il possède un grand nombre d'applications diverses dans le domaine de l'industrie par exemple: centrales électriques, stations d'épuration, énergie éolienne, industrie pétrochimique, automobile, énergie solaire thermique.

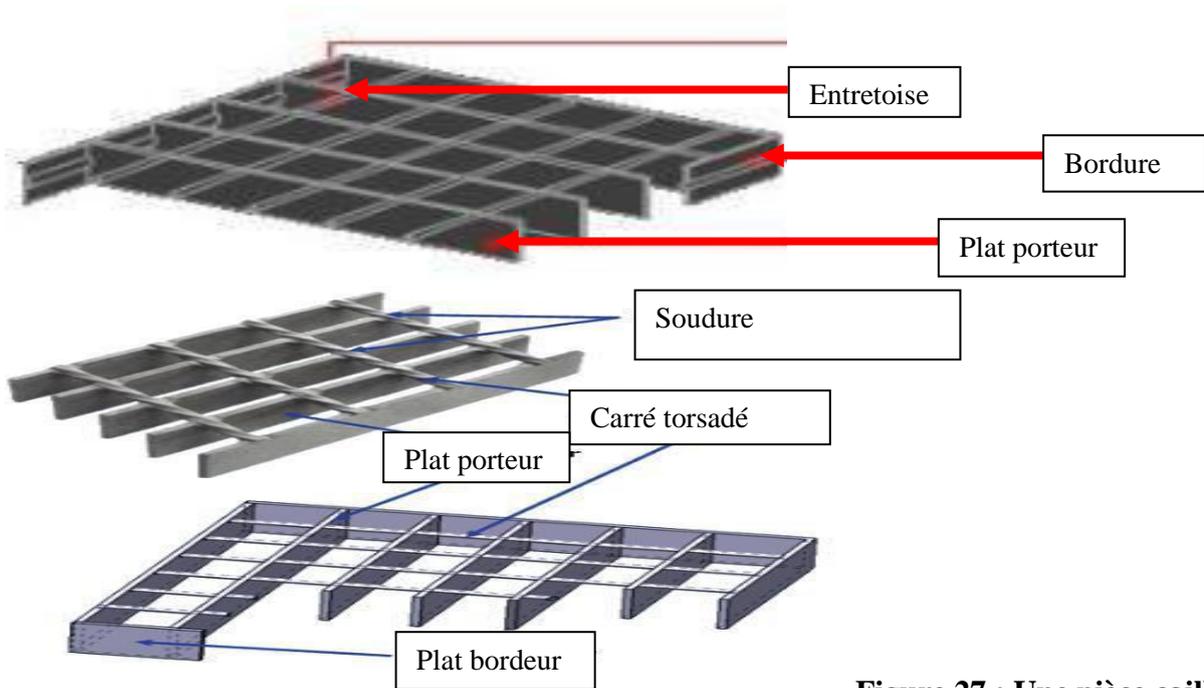


Figure 27 : Une pièce caillebotis

G. Géo membrane :

La géo membrane (Alvatech 5002 HDPE) est distribué par **agro-industrie** .

Cette dernière est une feuille d'étanchéité en polyéthylène haute densité lisse des deux côtés.

Domaines d'application : réservoirs, projets d'irrigation en agriculture, terrains de golf, réservoirs à neige, centrales électriques, piscicultures.





Figure 28 : Installation Géo membrane

H. Chaudronnerie :

C'est une branche couvrant l'intégralité des activités de mise en œuvre des métaux, mais aussi tout genre de tubes et des profilés participant à la conception d'équipements industriels.

9. Le processus de production

- La production au sein de la société Agro- industrie fonctionne avec le principe du flux tirées, c'est-à-dire il faut qu'il y ait une commande pour déclencher la production.
- Le client passe sa commande au service relation clients soit par e-mail, par téléphone ou en personne. Ce service prévoit une période d'une à deux journées pour étudié la commande et informer le client sur le devis et la date à prévoir pour la livraison.
- Ainsi le service relation clients contact le bureau Dessin et Etude et recommande un dessin approximatif de la commande et une étude sur les éléments de l'équipement, le matériel, les délais et les devis.
- Subséquemment il recontacte le client afin d'informer sur le devis approximatif de sa commande, les délais et tous autres détails. c'est ainsi qu'il donne un délai de 3 jours au client pour remettre la réponse et confirmé la commande. S'il confirme la commande il doit payer 50% du devis.
- Suite à la confirmation de commande, le service Approvisionnement- Achat lance deux ordres en même temps :

- Ordre au bureau Dessin et Etude pour qu'il fasse un dessin croqués détaillé de l'objet.
- Ordre au magasin pour vérifier l'existence de la matière et des outils nécessaires pour la fabrication, sinon il donne ordre pour l'achat des matières nécessaires.
- Ensuite il lance l'ordre à l'atelier pour commencer la fabrication conformément au croquis établi par le service étude.
- Quand le travail atteind 50% un 4 ème ordre sera lancé au service de comptabilité pour qu'il produise la facture détaillée.
- L'entreprise peut prendre en charge le transport des équipements au départ des ateliers jusqu'au site de livraison ainsi que le montage et la mise en service avec des prix supplémentaires de livraison et montage.

10. Description du Processus de fabrication en Atelier

La fabrication des pièces et équipement dans atelier **d'agro-industrie**, commence par le **découpage** des matériaux (la tôle galvanisée, ou non galvanisée, la fonte, le fer carré, rond et plat, les panneaux sandwich...) au moyen des équipements matériels (tronçonneuse, ébarbeuse, oxycoupeur, cisaille ou la scie électrique). Après le découpage les pièces sont ensuite ébavurer et sont envoyé **au formage : Presse, pliage** pour être ensuite traiter : **sablage et peinture**.

1. La chaudronnerie :

La chaudronnerie est l'art de fabriquer des biens d'équipement et de consommation à partir de métaux en feuilles qui se travaillent par déformation du plastique ,de l'acier, du titane, de l'aluminium et du cuivre. Selon l'organisation de l'entreprise L'emploi s'exerce sur la base de documents techniques et des instructions les ouvriers (chaudronneries, tôleries, tuyauteries, soudeurs et contrôleurs) sont amenés à : examiner le travail à réaliser en exploitant les documents à sa disposition, sélectionner les appareils et les outils appropriés. Après avoir veillé à son approvisionnement (pièces, consommables, équipements...), préparer, positionner et fixer les pièces ou les ensembles en s'aidant au besoin, de gabarits et d'appareils de levage.

A. Découpage :

Pour la découpe, Les machines à utiliser sont la tronçonneuse, l'ébarbeuse, et l'oxycoupeur. Ces machines appartiennent à la famille de machines industrielles dites de machine de tôlerie. Ce sont des appareils offrant les options d'une cisaille guillotine permettant de couper une feuille de métal. D'autre machines peuvent être aussi utilisée afin de gagner du

temps tel que la cisaille et la scie électrique.

B. Ajustage :

L'ajusteur travaille généralement sur l'aspect de la pièce en faisant des congés ou des ébavurages par exemple. Il effectue aussi tous les perçages. Les outils utilisés sont des perceuses, il y a deux types de perceuse : Perceuse à main et perceuse fixe. La perceuse fixe est utilisée pour réaliser les perçages sur les petites pièces. Les fraisages sont réalisés à l'aide de fraise préalablement installé sur une perceuse.



Figure 29 : Réalisation des coupes par l'oxycoupeur.



Figure 30 : Réalisation des coupes par la scie mécanique.

C. Formage (Pliage) :

Le problème est le suivant : comment plier une tôle au degré près sans abîmer la matière? La résolution est simple : il s'agit de passer la tôle entre 3 rouleaux préalablement réglé afin de plier la tôle au degré voulu. Une plieuse permet de plier une feuille de métal et donne une forme précise à des plaques de tôle. La tôle est le plus souvent produite à partir d'acier inoxydable ou d'aluminium. Le caractère hybride de cette machine permet à la fois par l'action de la pression d'une contre-vie de plier la tôle selon la forme voulue. L'atelier contient deux plieuses, une pour des pliages à angles et l'autre pour le pliage des tôles en forme rondes.



Figure 31 : Pliage d'une tôle en aluminium.



Figure 32 : Pliage d'une tôle à angle.

D. Soudure :

Le soudage relève de la métallurgie : il faut connaître le matériau pour le souder de façon efficace. Le soudage est une opération de micro-métallurgie consistant à exécuter un cordon fondu liant les bords de deux pièces. Il constitue un moyen d'assemblage privilégié pour toute construction faisant intervenir des matériaux métalliques. Parmi la multitude de procédés de soudage, les plus utilisés en atelier est le soudage avec le poste a soudure. Le poste à souder est un matériel assez complexe. Il est relié à une bombonne de gaz. Deux types de gaz sont utilisés : l'argon ou l'hélium. Le gaz passe par un tuyau et vient au contact du tungstène qui crée un arc électrique et c'est ainsi qu'est créé le bain de fusion microscopique qui va faire fondre une tige de métal pour assembler deux pièces.

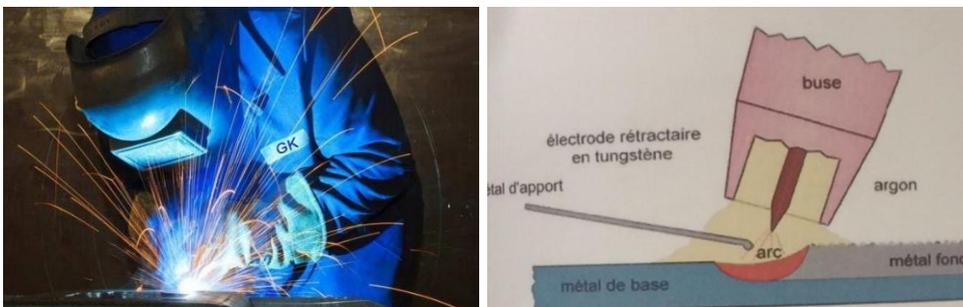


Figure 33 : Principe de soudage.

2. Traitement de surface :

A. Sablage :

Le sablage est une finition. Des grains de sables sont projeté à très grande puissance sur la matière afin qu'ils recouvrent la pièce. Certaine pièce ne peuvent pas être sablé : le cas des pièces en titane. Mais il faut faire attention car il y a de nombreuses contraintes : il ne faut pas rester immobile sur la pièce sinon il y aura apparition d'une tâche qui ne peut être rattrapé.



Figure 34 : Le sablage.

B. Peinture :

L'atelier peinture est une des deux étapes finales. C'est ici que l'on donne l'aspect final des pièces avant de les envoyer aux clients. La peinture utilisée par l'atelier peinture est de type époxy (peinture antirouille), de couleur verte, elle permet de résister à la chaleur comme au froid. Chaque pièce nécessite plusieurs couches de peinture, au minimum 2.



Figure 35 : Peinture primaire.

conclusion :

Le prochain chapitre représentera le travail réel qui a été fait, à le but de ce chapitre est de présenter l'unité de production et les différents équipements. Ces derniers et leurs fonctions de base ont été décrits.

Ces descriptions techniques permettront d'établir l'analyse fonctionnelle du système, recherche, qui aidera l'analyse AMDEC de chaque composant. Nous priorisons l'aspect moyen de production sur les deux autres .

C'est-à-dire la station fabrication Agro-industrie. le prochain chapitre représentera le travail réel qui a été fait, à savoir la mise en place de l'analyse AMDEC et plan de maintenance corrective et préventive.

Chapitre IV :
Application de la méthode
AMDEC sur l'entreprise AGRO-
INDUSTRIE

Introduction :

Nous avons parlé dans les deux premières parties avec une manière bien détaillé et approfondie sur la maintenance en générale et les différents moyens et outils et même les méthodes utilisées pour assurer une très bonne gestion de maintenance qui a un rapport et une relation solide avec la qualité et les produits finals.

Parmi ces méthodes bien sûr nous avons choisi l'analyse AMDEC, alors dans cette partie on va appliquer cette méthode sur l'entreprise AGRO-INDUSTRIE. Cette dernière contient un ensemble très important des équipements qui peuvent avoir un taux très élevé des pannes avec une multitude des modes de défaillances. Nous allons donc donner une petite description sur les machines choisies puis appliquer l'analyse AMDEC (moyen de production) sur ces équipements pour une seule raison, établir un bon plan de gestion de maintenance.

1. analyse fonctionnelle de l'unité de production :

L'unité de production se compose de plusieurs machines et dans notre cas d'étude nous avons choisi cinq

1.1. principe du découpage PLASMA (oxycoupeur) :

La machine principale pour exécuter une opération de découpage

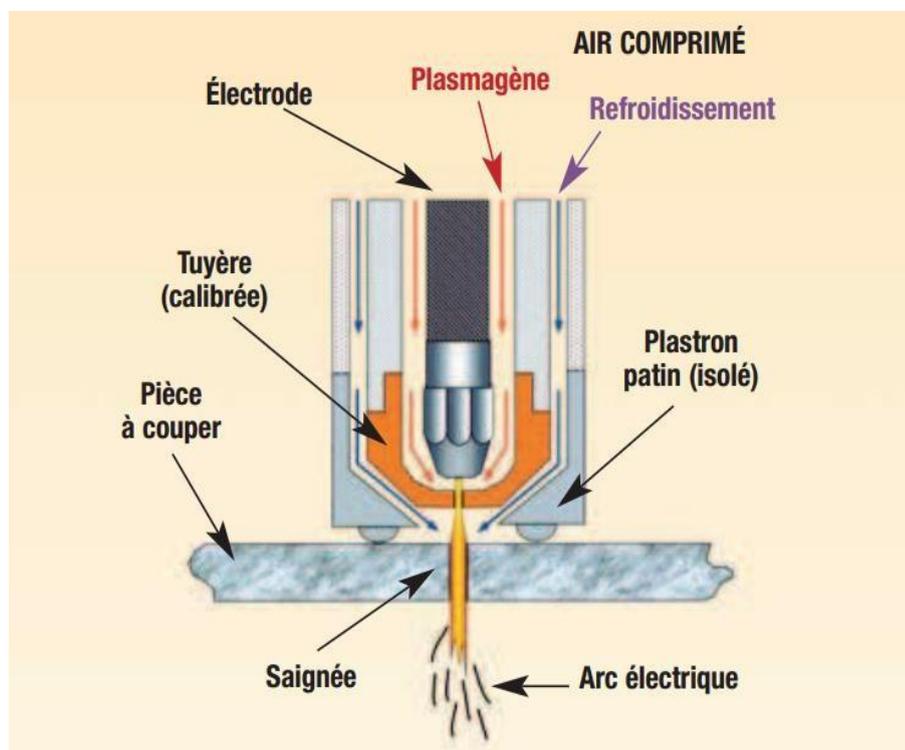


Figure 36 : Découpage PLASMA

1.1.1. Décomposition fonctionnelle d'oxycoupeur :

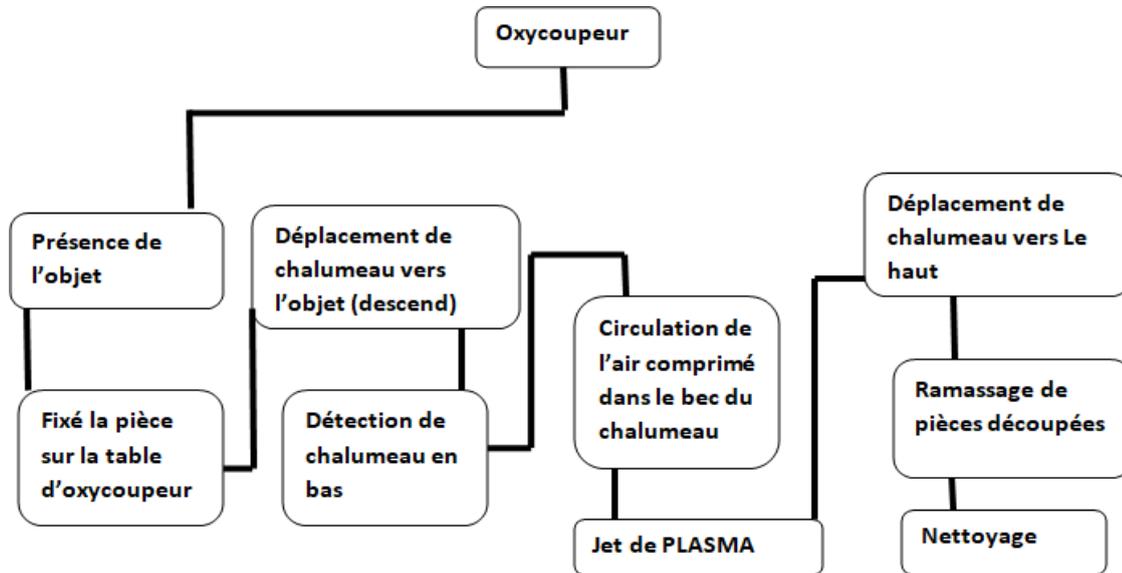


Figure 37 : Diagramme fonctionnelle de l'oxycoupeur

1.1.2. système de fonctionnement :

- Cette machine exige la présence d'un ingénieur (de production) et minimum deux opérateurs qualifiés.
- A l'aide d'un chariot élévateur la pièce est mise sur la table de travail de l'oxycoupeur puis l'ingénieur fait la programmation et la schématisation de la pièce sur l'écran de l'oxycoupeur.
- Il faut vérifier et assurer la présence de la pression pneumatique.
- Il faut vérifier les bouteilles à gaz.
- L'opérateur appuie sur le bouton mise en marche.
- Après le découpage, il y'a le ramassage des pièces découpés et les chutes à l'aide des pinces manuelles et les mettre dans des petits conteneurs métalliques.

1.2. principe du découpage par cisaille guillotine:

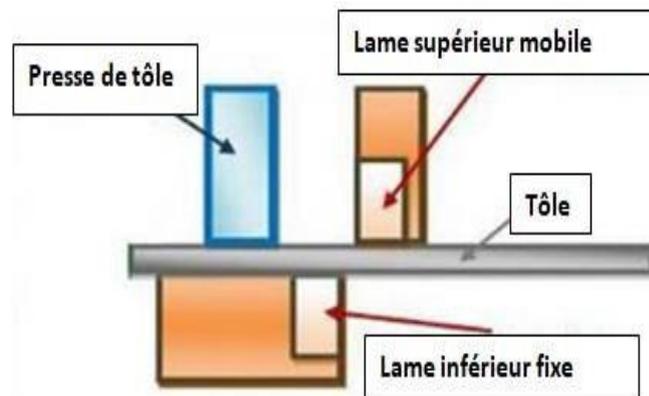


Figure 38 : découpage par cisaille guillotine

1.2.1. Décomposition fonctionnelle de la cisaille guillotine :

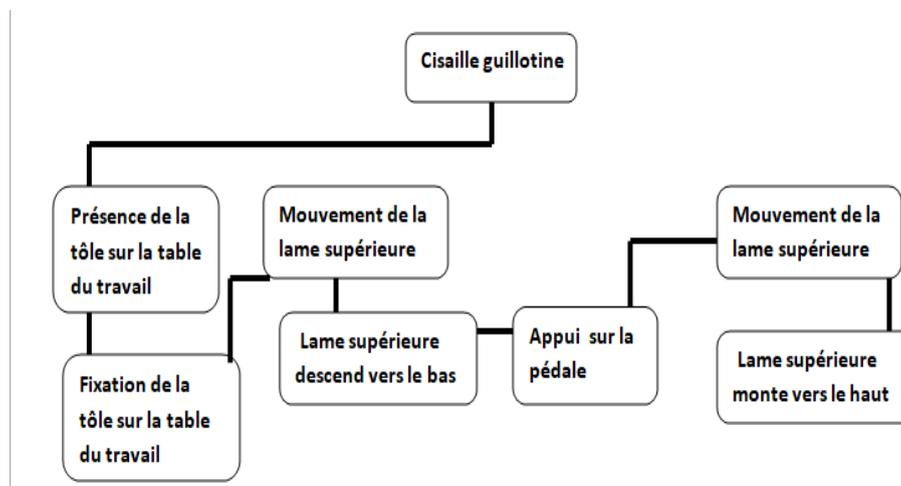


Figure 39 : Diagramme fonctionnelle de la cisaille.

1.2.2. système de fonctionnement :

- Pour effectuer une opération sur cette machine il faut fourni deux opérateur. un seul opérateur est suffit si la surface de la tôle et non intéressante
- la tôle est placée sur la table de travail par les deux opérateurs après le traçage de la partie qu'ils veulent couper par deux étaux.
- l'ouvrier appui sur la pédale de la machine et la partie supérieure (lame supérieure) se déplace vers le bas jusqu'elle traverse la tôle et touche la partie inférieure.

-à la fin il y'a le ramassage de la partie découpé et le rebut, et un nettoyage de la machine est effectué.

1.3. principe d'usinage par le tour (parallèle):

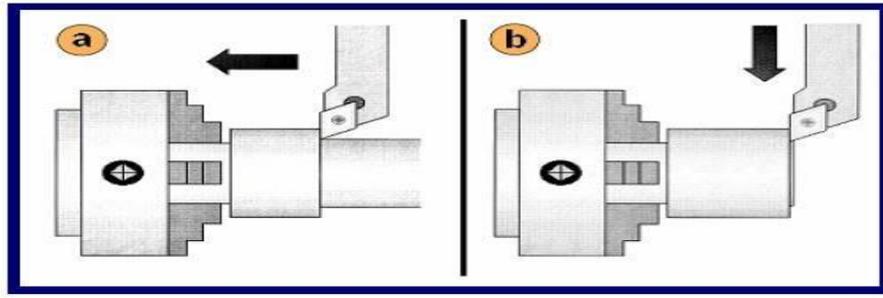


Figure 40 : usinage par un tour parallèle

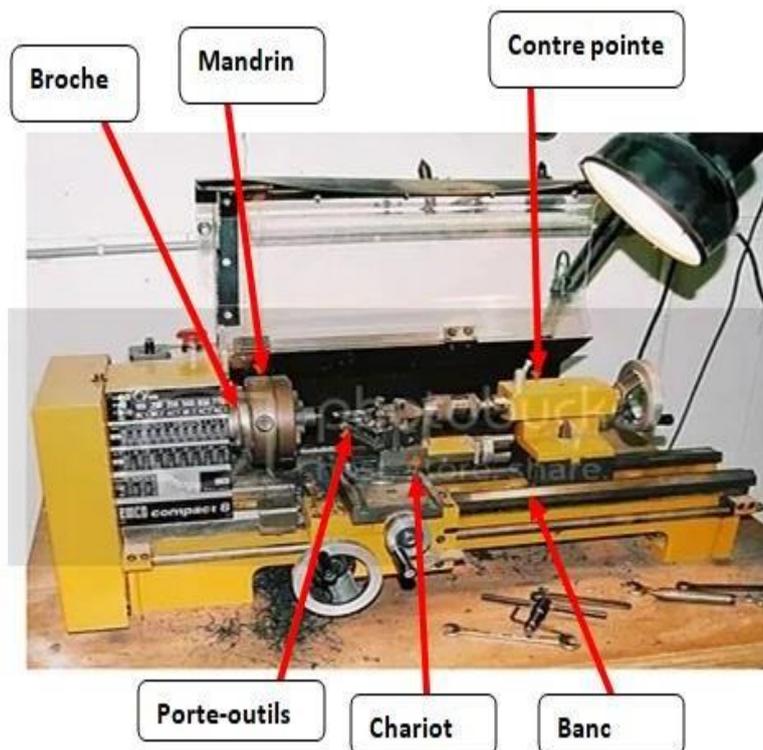


Figure 41 : tour parallèle

1.3.1. décomposition fonctionnelle du tour

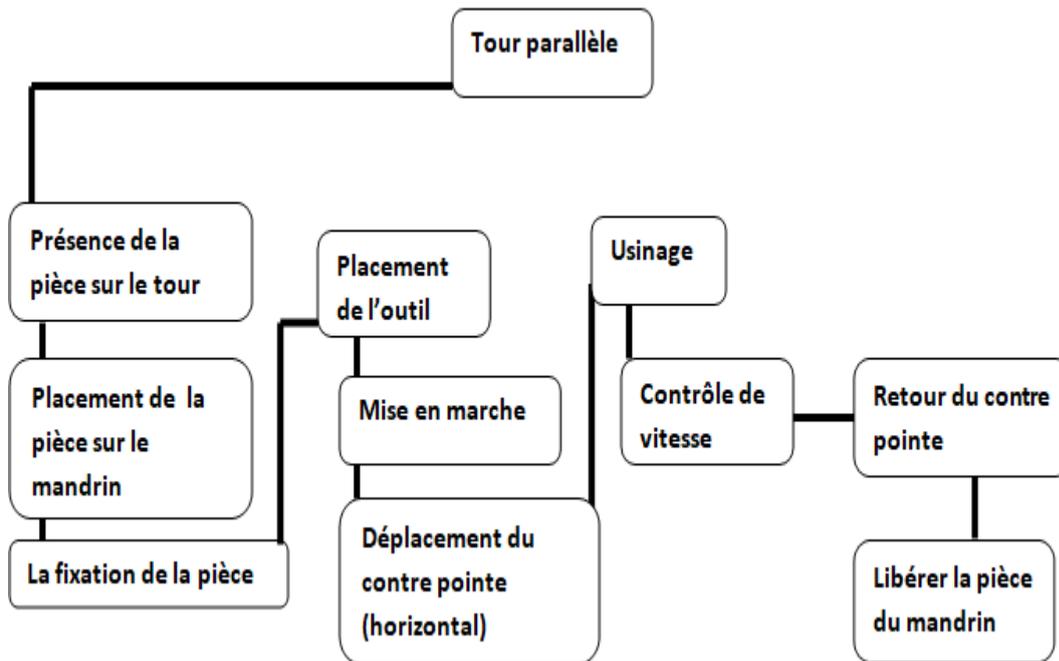


Figure 42 : Diagramme fonctionnelle du tour

1.3.2. fonctionnement du tour parallèle :

- Les missions effectuées sur le tour parallèle sont d'une nature très délicats donc il faut la présence d'un tourneur très qualifié qui a de l'expérience,
- Le tourneur commence par le placement de la pièce cylindrique sur le mandrin du tour puis la fixer.
- La deuxième chose et la plus importante c'est de bien choisir l'outil d'usinage et vérifier s'il est en bon état.
- Contrôler la présence de lubrifiant et la vitesse fournie par le tour.
- Mise en marche et le déplacement de contre point à travers la rotation du volant.
- L'addition du lubrifiant chaque fois sur la partie usiné (point de contact entre l'outil et la pièce).
- Déplacement du contre point vers le sens contraire après la fin d'usinage.
- Nettoyage de la pièce usiné puis le ramassage des coupes et des chutes.

1.4. Principe de roulage par cintreuse :

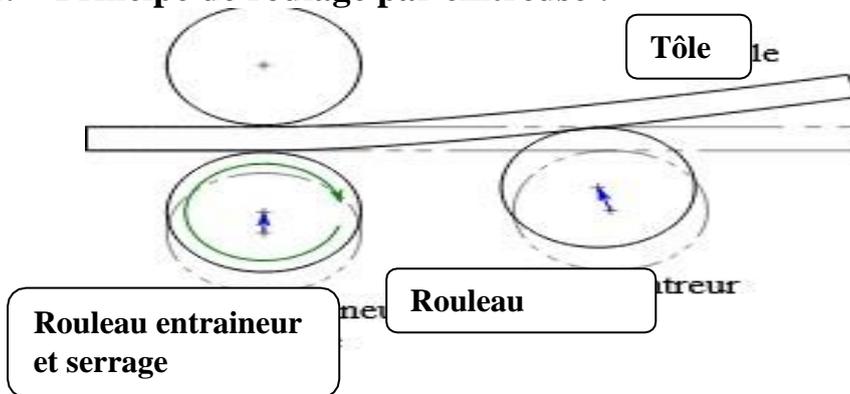


Figure 43 : Roulage



Figure 44 : Rouleuse (cintreuse)

1.4.1. Décomposition fonctionnelle de la cintreuse :

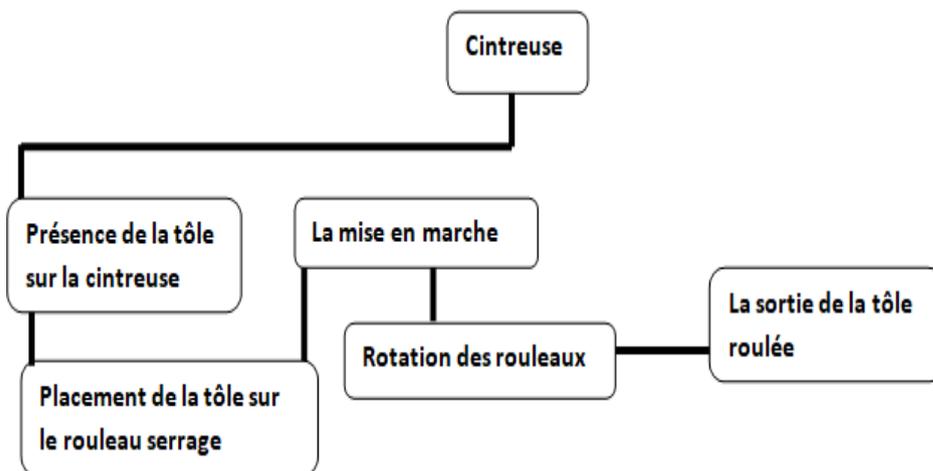


Figure 45 : Diagramme fonctionnelle de la cintreuse.

1.4.2. fonctionnement de la cintruse :

- Cette machine n'exige pas la présence d'un opérateur qualifié.
- l'opérateur mets la tôle sur le rouleau serrage dans le cas où la tôle est d'une petite surface , sinon à l'aide d'un chariot élévateur ou d'un Clark .
- l'opérateur appui sur le bouton marche et la rotation des rouleaux commence.
- la machine s'arrête d'une manière automatique après la sortie de la tôle.

1.5. principe de façonnage par la presse plieuse :

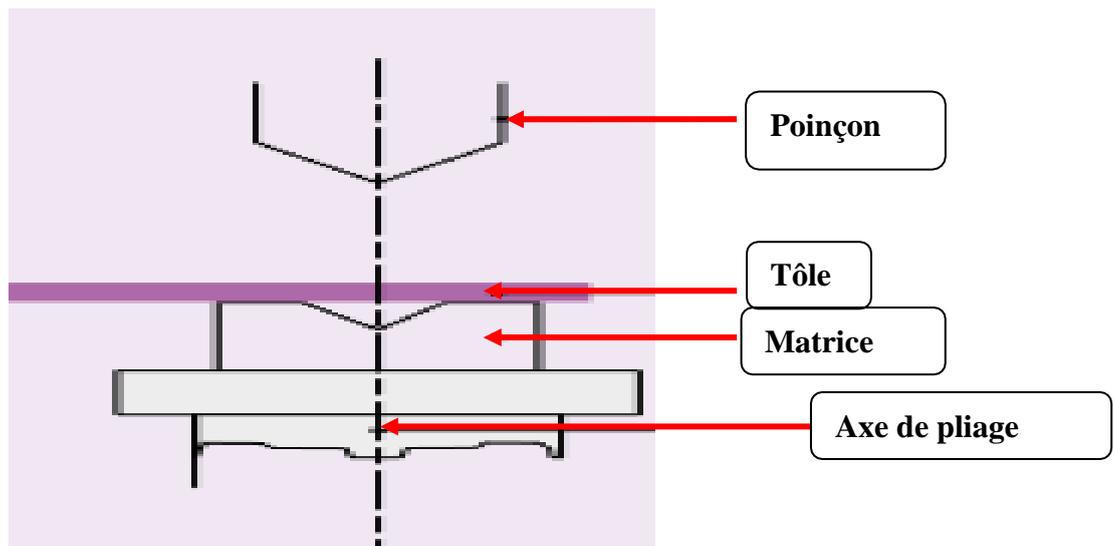


Figure 46 : principe de pliage

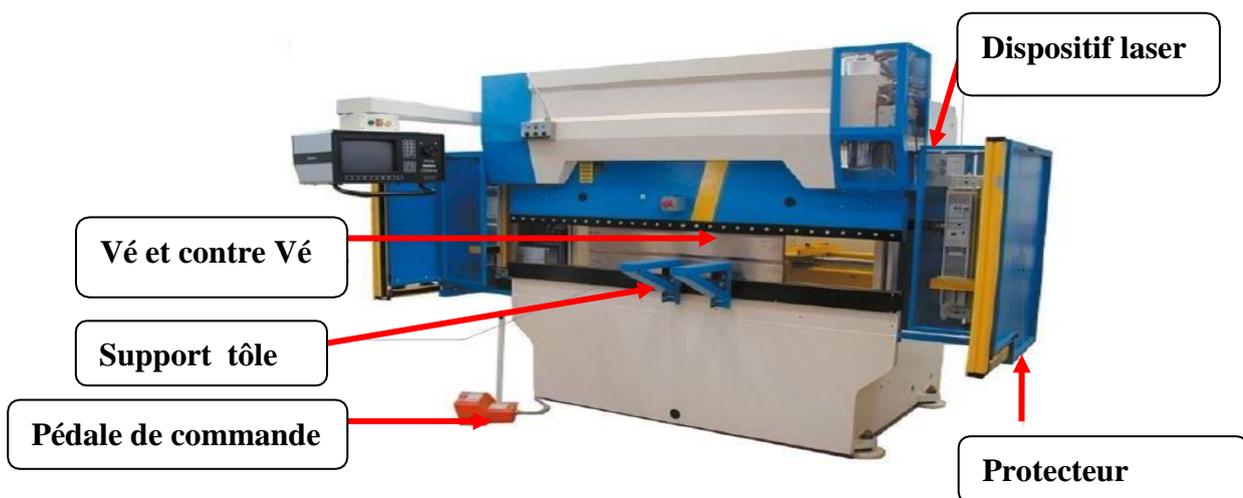


Figure 47 : composants de la plieuse

1.5.1. Décomposition fonctionnelle de la presse plieuse :

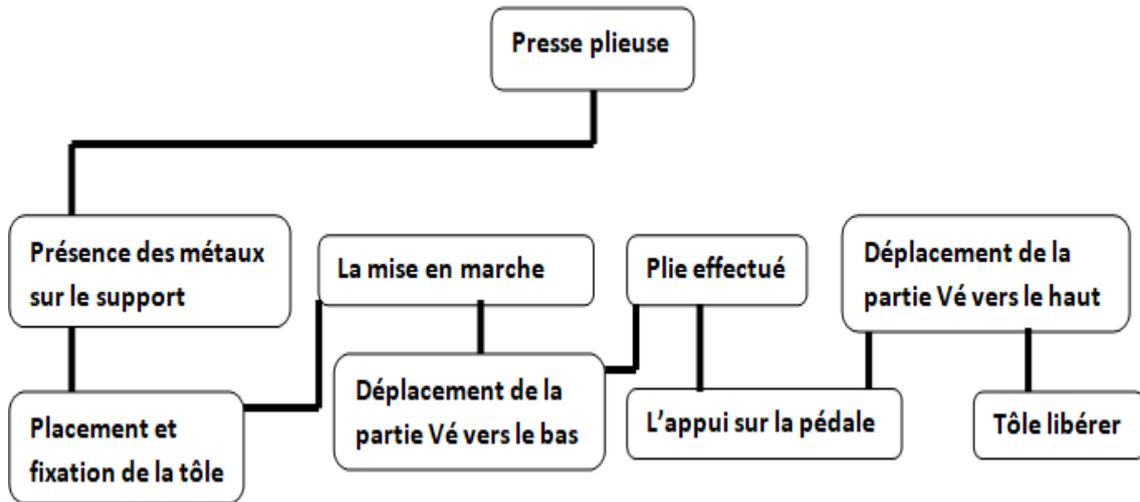


Figure 48 : Diagramme fonctionnelle de la presse plieuse.

1.5.2. fonctionnement de la presse plieuse :

- Pour réaliser des tâches sur la presse plieuse, il faut s'assurer de la présence d'un opérateur qui porte une expérience technique sur cette machine.
- Comme tous les équipements, l'ouvrier commence par le placement de la tôle sur le support d'une manière manuelle ou avec un chariot après le traçage de la partie voulue à plier.
- l'opérateur appuie sur le bouton marche et la partie Vé descend vers la contre Vé.
- le processus de pliage est effectué et l'opérateur appuie sur la pédale.
- la partie Vé se déplace vers le haut.
- ramassage de la tôle traitée (finale) .

2. Tableaux AMDEC :

Dans cette partie de notre travail nous allons appliquer l'analyse AMDEC sur les équipements de production les plus utilisés au niveau de la filiale AGRO INDUSTRIE. Pour faciliter les choses nous avons utilisé une grille qui contient les principaux critères de l'analyse AMDEC avec des valeurs d'évaluation qui varient entre 1 jusqu'à 4. Donc comme résultat le facteur de criticité varie entre 1 et 64.

Critère valeur	DéTECTABILITÉ	FRÉQUENCE	GRAVITÉ
1	Détection très facile	Temps en temps Rare invraisemblable	Mineure
2	Détection facile avec la présence d'un opérateur.	Des fois après une production d'affilé	Moyenne
3	Difficile à détecter même avec la présence d'opérateur	Fréquent Probable	Majeur
4	IndéTECTABLE	Permanent	Catastrophique

Tableau 2 : grille d'importance.

-DéTECTABILITÉ :

La valeur 1 est donnée pour les pannes dans la détection est très facile par l'utilisation des moyens installés où les remarques des opérateurs comme le bruit la température , les problèmes avec une valeur de 2 et 3 leur détection et relativement difficile et exige la présence

- D'opérateurs
- Moyens
- Système de contre mesure

Finalement, la valeur 4 est pour les pannes qu'on ne peut pas les détecter malgré la disponibilité de moyens matériels et humaines.

-FRÉQUENCE :

Le critère de fréquence c'est le plus difficile à valoriser parce que premièrement nous somme des étudiants sans expérience, et deuxiément il a une relation directe avec le nombre des pannes sur une période donnée.

Cela demande une connaissance très importante sur le système de production et les équipements utilisés.

-Gravité :

L'échelon de la gravité commence de 1 à 4 .

La valeur 1 est donnée pour les modes de défaillances qui n'influencent pas sur la production et l'entourage.

La valeur 2 est donnée pour les pannes qui influencent sur la production et la qualité de produit finale.

La valeur 3 est donnée dans le cas où les produits réalisés sont rebutés (non conforme).

La valeur 4 si l'impact catastrophique sur le produit, la qualité, les ouvriers et même l'entourage et la nature.

A l'aide de cette grille d'évaluation nous avons pu tracer et remplir les tableaux AMDEC pour notre étude :

Remarque :

Les informations que nous avons collecté sont très fiables , nous avons fait un brainstorming professionnel avec les ingénieurs de production ,de maintenance , le chef d'atelier et les opérateurs chargés des équipements.

Le premier tableau concerne l'oxycoupeur :

Mode de défaillance	Cause principale	Effets	Gravité	fréquence	Détection	Criticité	Codification
Manque d'air comprimé après la fusion du métal, (pas de pression d'air)	Fuite sur la conduite d'air liée du compresseur à l'oxycoupeur	Arrêt de l'opération (arrêt de production)	3	2	3	18	A1
Bouchage du bec du découpage (bec en mauvais état)	Mauvais entretien	Arrêt de production	3	4	2	24	A2
	Découpage long et médiocre	Des coupes non conformes	2	3	2	12	A3
carte mère bloquée ou donne des actions non souhaitées.	Erreurs de programmations.	Des coupes non conformes réalisées	4	1	2	8	A4
	poussière sur la carte mère et la ventilateur	Arrêt temporaire de fonctionnement	2	3	2	12	A5

Tableau 3 : tableau AMDEC de l'oxycoupeur

Le deuxième tableau concerne la cisaille guillotine :

Mode de défaillance	Cause principale	Effets	Gravité	fréquence	Détection	Criticité	Codification
Pression de coupe insuffisante	Fuites hydrauliques sur les vérins de pressions	Retard de production et parfois pas de production si la tôle et d'une épaisseur important	2	3	2	12	B1
Lames dans un mauvais état (incisif)	Taux d'utilisation trop élevé	Des coupes non conformes avec des dimensions fausses.	2	3	2	12	B2
Pédale de contrôle défectueux	Desserrage ou une coupure du câble contrôle	Arrêt d'exécution (pas de production)	1	2	2	4	B3
Cisaille ne fonctionne pas	Pompe hydraulique défectueux	Arrêt total de la production	3	2	4	24	B4

Tableau 4 : tableau AMDEC de la cisaille guillotine

Troisième tableau concerne le tour :

Mode de défaillance	Cause principale	Effets	Gravité	fréquence	Détection	Criticité	Codification
Système automatique des chariots transversaux et longitudinal en arrêt	Clavette de couplage détérioré	Arrêt d'usinage	2	1	2	4	C1
Déréglage de l'embarillage	Desserrage du vis qui contrôle la pression de l'arbre de commande	Pas du contrôle sur la vitesse de rotation	3	1	2	6	C2
Jeu et mouvement indésirable sur le chariot transversal	Réglette conique défectueux	Pièces usinées non conformes	3	2	2	12	C3

Tableau 5 : tableau AMDEC du tour

Le quatrième tableau concerne la cintrreuse :

Mode de défaillance	Cause principale	Effets	Gravité	fréquence	Détection	Criticité	Codification
Blocage des rouleurs	Cisaillement des dents des pignons liés avec les rouleurs	Arrêt d'exécution (pas de production)	2	3	2	12	D1
Broutement sur les cylindres de rotation	Paliers défectueux	Mauvaise exécution et perte du temps	2	2	3	12	D2
Opération continue après la sortie de la tôle	Capteur défaillant	Détérioration de la tôle roulée	3	1	2	6	D3

Tableau 6 : tableau AMDEC de la cintrreuse

Le cinquième tableau concerne la presse plieuse :

Mode de défaillance	Cause principale	Effets	Gravité	fréquence	Détection	Criticité	Codification
Rappel très faible de l'outil de pression	Les ressorts de rappels à changer l'emplacement par la durée de vie (jeu entre le vide)	Production insuffisante	2	2	2	8	E1
Dérèglement des deux guides de pression	Desserrage des écrous et contre écrous par la vibration	Mauvais pliage et des angles non conformes donnés	2	3	2	12	E2
Arrêt total de la plieuse	Pompe hydraulique défectueux	Arrêt total de la production	3	2	4	24	E3

Tableau 7 : tableau AMDEC de la presse plieuse

Remarque :

Nous avons négligé les erreurs humaines dans les modes de défaillances et leurs causes principales parce que la majorité des ouvriers et des ingénieurs ont une grande expérience. Donc comme résultats leur taux d'erreurs et très faible.

L'étape suivante c'est le classement et la priorisation des pannes selon la criticité on utilisant un tableau.

Intervalle de criticité	Entre 0 et 10	Entre 10 et 20	Supérieur à 20
Priorité	Priorité mineure Criticité négligeable (les modes de défaillance qu'on une criticité faible ne cause pas généralement des problèmes mais il ne faut pas les négliger totalement).	Priorité moyenne Criticité tolérable (le cas ou la criticité moyenne demande de faire une petite étude et investigation pour prendre une décision et priorise quelle action il faut faire).	Priorité majeure Criticité intolérable (exige la rapidité de prise des décisions ,et une réflexion sur le plan d'application des actions correctives).
Codes AMDEC	A4 B3 C1 C2 D3 E1	A1 A3 A5 B1 B2 C3 D1 D2 E2	A2 B4 E3

Tableau 8 : classements par criticités

3. Taches préventives et correctives :

Pour tracer un bon chemin des actions préventives et correctives efficaces, on a utilisés un tableau composé des différentes modes de défaillances de chaque équipement (partie précédentes de travail).

L'abréviation DIFF c'est la différence entre criticités :

$$\text{DIFF} = \text{criticité actuelle} - \text{criticité souhaité}$$

Criticité actuelle représente la criticité calculée avant les interventions.

Criticité souhaité représente la criticité calculée après les interventions.

Code	Action proposée	G	F	D	C	Diff	Difficultés possibles
A1	Vérification et réparation à nouveau de la conduite	2	2	2	8	10 (55.55%)	Exhaustive
	Changement des tuileaux d'air	2	1	2	4	14 (77.77%)	Coûteuse
A2	Changement du Bec	2	3	2	12	12 (50 %)	Coûteuse
A3	Débouchage et nettoyage du Bec	2	3	1	6	6 (50%)	Expertise requise
A4	Vérification du programme	2	1	1	2	6 (75%)	Expertise en programmation et API
	faire des modifications sur le programme	1	1	1	1	7 (87.5%)	Expertise en programmation
A5	Nettoyage de la carte mère (souffleur)	2	1	2	4	8 (66.66%)	Exhaustive
B1	Démontage et réparation des vérins.	1	2	2	4	8 (66.66%)	Expertise requise
B2	Affutage des lames.	2	2	1	4	8 (66.66%)	Expertise en maintenance
	changement des lames.	1	2	2	2	10 (83.33)	Coûteuse
B3	Changement du câble	1	1	2	2	2 (50%)	Moins coûteuse
B4	Changement de la pompe.	2	2	3	12	12 (50%)	Très coûteuse
C1	Usinage d'une nouvelle clavette	1	1	2	2	2 (50%)	Expertise en usinage

C2	Démontage de la cage et serrage des écrous de l'arbre.	2	1	1	2	4 (66.66%)	Expertise en maintenance
C3	Ajustage de la réglette ou changement total	2	2	2	8	4 (33.33%)	Coût engendrée
D1	Démontage et usinage du pignon défectueux.	1	3	2	6	6 (50%)	Expertise en usinage
D2	Changement des roulements des paliers.	1	2	2	4	8 (66.66%)	Expertise en maintenance
D3	Changement du capteur.	2	1	1	2	4 (66.66%)	Couteuse
E1	Changements des ressorts de rappels	1	2	1	2	6 (75%)	Couteuse
E2	Serrage des écrous	2	2	1	4	8 (66.66%)	Expertise en maintenance
E3	Changement de la pompe hydraulique	2	2	3	12	12 (50%)	Très coûteuse

Tableau 9 : les actions correctives

Conclusion :

Ce chapitre présente les résultats de nos travaux réels après application de cette méthode. Différentes notions apprises dans la partie théorique introduites dans les deux premières parties. Nous avons décomposé d'abord le système à l'étude (station de production) fonctionnellement, ce qui facilite l'identification d'éventuels défauts.

Passez en revue tous les composants de ce système. Après cette analyse fonctionnelle, nous avons établi les tableaux AMDEC contient les modes de défaillance, leurs effets et leur gravité.

Puis l'introduction d'un tableau représentant les actions correctives et préventives suggérées.

Le manque d'expérience était notre plus grand problème et même les connaissances systémiques. Après l'application de l'analyse AMDEC, nous avons acquis un certain nombre de compétences, notamment L'expérience que nous avons, le privilège du travail d'équipe Remue-méninges pour des résultats plus fiables...

Et concernant le chapitre suivant serais dédié pour l'application WEB qui facilite la méthode en général.

Chapitre V :

Développement d'interface

Introduction :

Les outils informatiques sont utilisés dans tous les domaines pour promouvoir et Simplifiez les différentes tâches de calcul et de gestion...Il existe différentes Les langages de programmation utilisés pour créer ces outils, dont JAVA, PYTHON, C++, PHP, JS... certains sont utilisés dans de nombreux domaines développement Web, tel que PHP, et autres développements dans d'autres domaines (applications mobiles, programmes exécutables, PWA, etc.).

Nous avons décidé de créer une plateforme pour aider les ingénieurs de maintenance Prendre la bonne décision lorsque vous traitez des problèmes techniques dans l'entreprise AGRO-INDUSTRIE ; Grâce à la méthode AMDEC, la plateforme lancera une diagnostiquer sous forme de questionnaire afin de proposer des pistes de solutions.

Ce chapitre présente les applications, les méthodes et les langages un bref guide de programmation et d'installation et d'installation pour son développement utiliser.

4. Application WEB :

L'application s'appelle une application web car elle fonctionne dans le "cloud" (nuage). Ce type d'application n'a pas besoin d'être installé sur l'ordinateur pour fonctionner Utilisateur, mais l'utilisateur doit avoir un contact avec le serveur hôte de cette application ; Facebook est un exemple d'application web située sur Internet, elle nécessite L'utilisateur se connecte à Internet pour utiliser Internet ; Pour les applications Web, les utilisateurs doivent avoir Navigateur Web (Google Chrome, Mozilla Firefox, Opera, etc.), de préférence Mettre à jour

L'application Web enregistre diverses informations dans BDD (base de données Data), il réside également dans le cloud qui accompagne l'application. Les avantages du développement d'applications Web sont les suivants :

- Il est multi-plateforme et peut être utilisé sur presque tout type d'équipement ;
- Il n'a pas besoin d'être installé sur l'appareil qui l'utilise ;
- L'utilisateur économise de l'espace sur l'appareil car les informations sont Stocké dans le cloud

5. Langage Utilisée :

Afin d'utiliser notre plateforme sur n'importe quel appareil, nous utilisons Langage de programmation de développement Web. Pour la partie frontale, nous avons utilisé Le framework Bootstrap (HTML, JS, CSS) développé par Twitter, et certains En back-end, nous utilisons PHP pour divers traitements et calculs, et MySQL pour la gestion BDD

5.1. HTML :

HTML (Hypertext Markup Language) est un langage de description (Dit balisage) page Web. Il permet la présentation de documents L'hypertexte destiné à être affiché sur le navigateur. C'est une langue Côté client (tout comme CSS et JavaScript). Il est soutenu et développé par W3C (World Wide Web Consortium)



Figure 49 : logo html

5.2. JavaScript:

JavaScript est un langage de programmation qui permet Mettre en œuvre des mécanismes complexes sur les pages Web. Tous Parfois, les pages Web affichent plus que du contenu statique -Afficher le contenu mis à jour et la carte à un moment précis Interactif, animation 2D/3D, menu vidéo défilant, etc... JavaScript est susceptible d'être impliqué. C'est la troisième couche Technologie Web standard, les deux premiers sont HTML et CSS

5.3. CSS :

CSS (Cascading Style Sheet) est un service de langage informatique Décrire la présentation et le style des documents HTML et XML. rendez-vous Depuis les années 90, ce langage est principalement utilisé pour le développement de sites web

5.4. React JS :

ReactJS est une bibliothèque JavaScript déclarative, efficace et flexible pour créer des composants d'interface utilisateur réutilisables. Il s'agit d'une bibliothèque frontale open source basée sur des composants qui n'est responsable que de la couche d'affichage de l'application. Il a été créé par Jordan Walke, ingénieur logiciel chez Facebook. Il a été initialement développé et maintenu par Facebook, puis utilisé dans ses produits tels que WhatsApp et Instagram. Sur Facebook

6. Fiche technique de l'application:

Notre système exige que certains utilisateurs privilégiés puissent faire la saisie et les différentes modifications que peuvent subir le système et ses composants, c.-à-d. :

- Ajouter de nouveaux composants ;
- Editer des composants existants ;
- Ajouter les modes de défaillance, causes et effets ainsi que les valeurs G, F, D...

- Modifier certains paramètres

L'application, dans un deuxième temps doit être capable de prioriser les actions correctives sur l'interface.

7. Catalogue d'utilisation :

Dans cette partie nous allons expliquer toutes les étapes nécessaires pour utiliser cette interface afin de prioriser les différentes actions correctives de chaque mode de défaillances au niveau de l'unité de production AGRO-INDUSTRIE

7.1. Installation :

Notre application est sous format WEB donc l'utilisateur doit installer l'application sur son appareil ou bien attendre la permission d'accès de la part du responsable maintenance à travers un lien envoyer.

7.2. Connexion :

Pour la connexion sur ce réseau et assurer une bonne sécurité , l'utilisateur doit se connecter afin d'utiliser l'application .

C'est-à-dire que seulement les gens ayant le lien et le mot de passe qui peuvent utiliser les différents biens de l'application (visualisation, étude,.....).

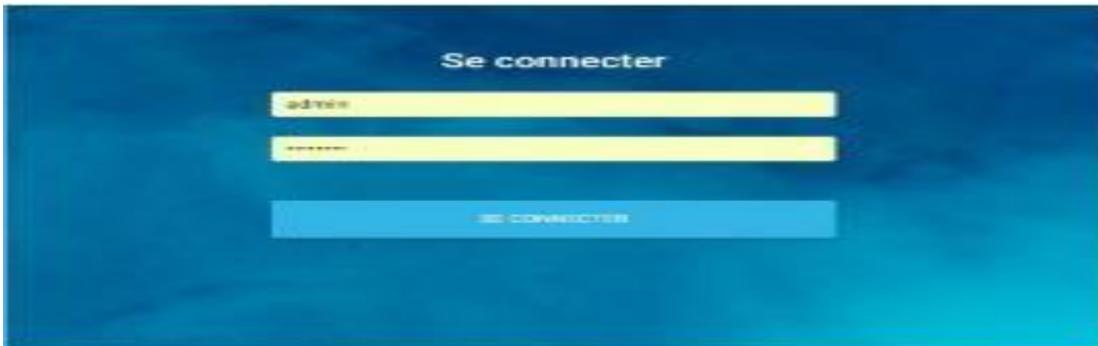


Figure 50 ; page de connexion

7.3. Navigation :

On a bien simplifié l'interface pour faciliter l'utilisation pour tous les membres de département maintenance.

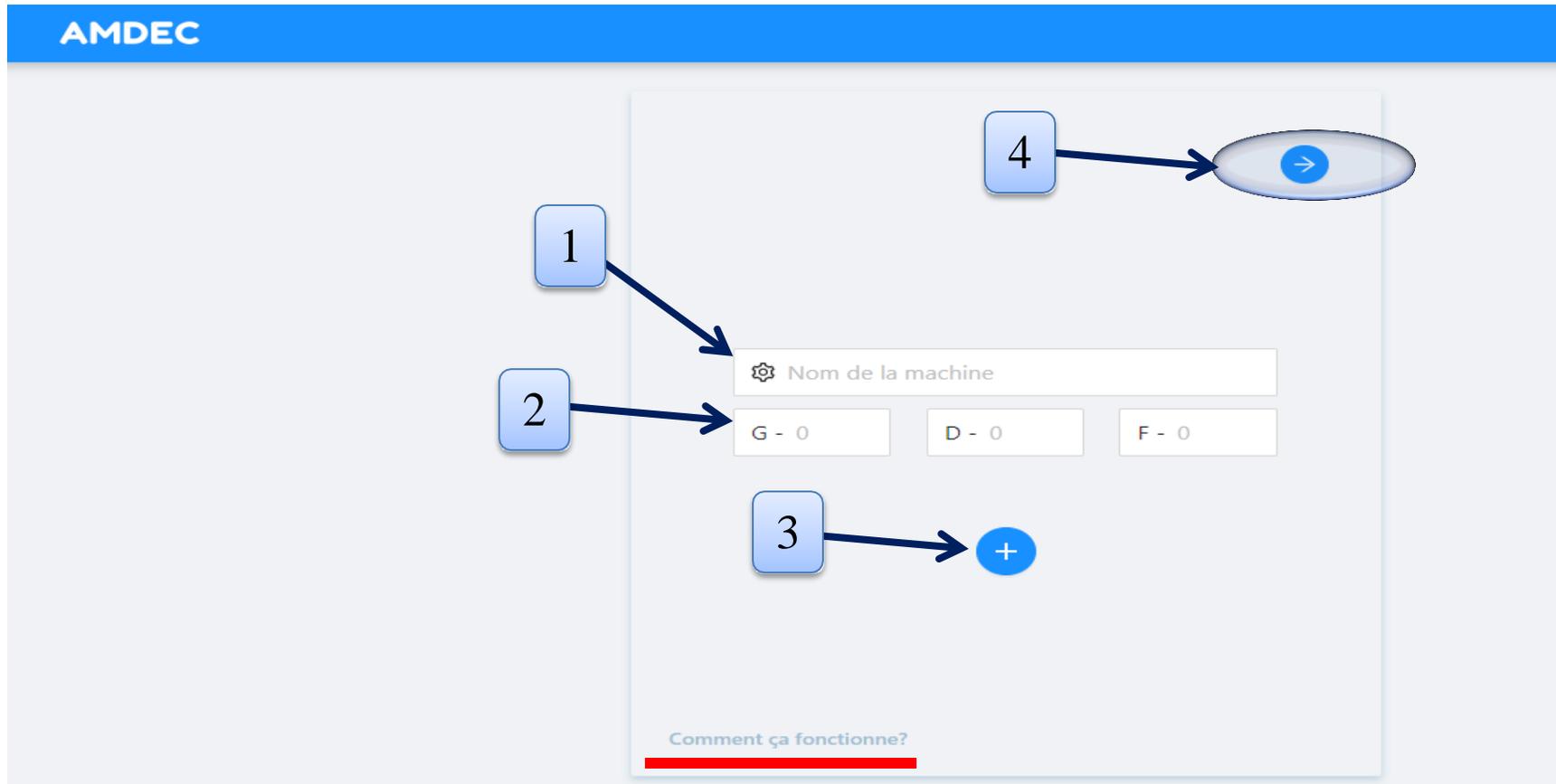


Figure 51 : interface de l'application

Pour le fonctionnement de cette application :

- 1 - l'utilisateur doit ajouter le nom de la machine ou bien l'outil défectueux.
- 2 - Puis entré les trois facteurs de l'analyse AMDEC (gravité , fréquence , détection).
- 3 - Ajouter une ou des autres machines si sont disponible.
- 4 - Lancer l'opération du calcul et visualiser les résultats.

7.4. Simulation :

tour

G - 3 D - 2 F - 1

oxycoupeur

G - 3 D - 3 F - 2

presse plieuse

G - 3 D - 4 F - 2

+

[Comment ça fonctionne?](#)

Figure 52 : fenêtre d'ajout des équipements.

On a pris un simple exemple pour vérifier la fonctionnalité de l'application et leur crédibilité.

Remarque :

L'utilisateur a le droit d'ajouter plusieurs machines.

7.5. Résultats obtenues :

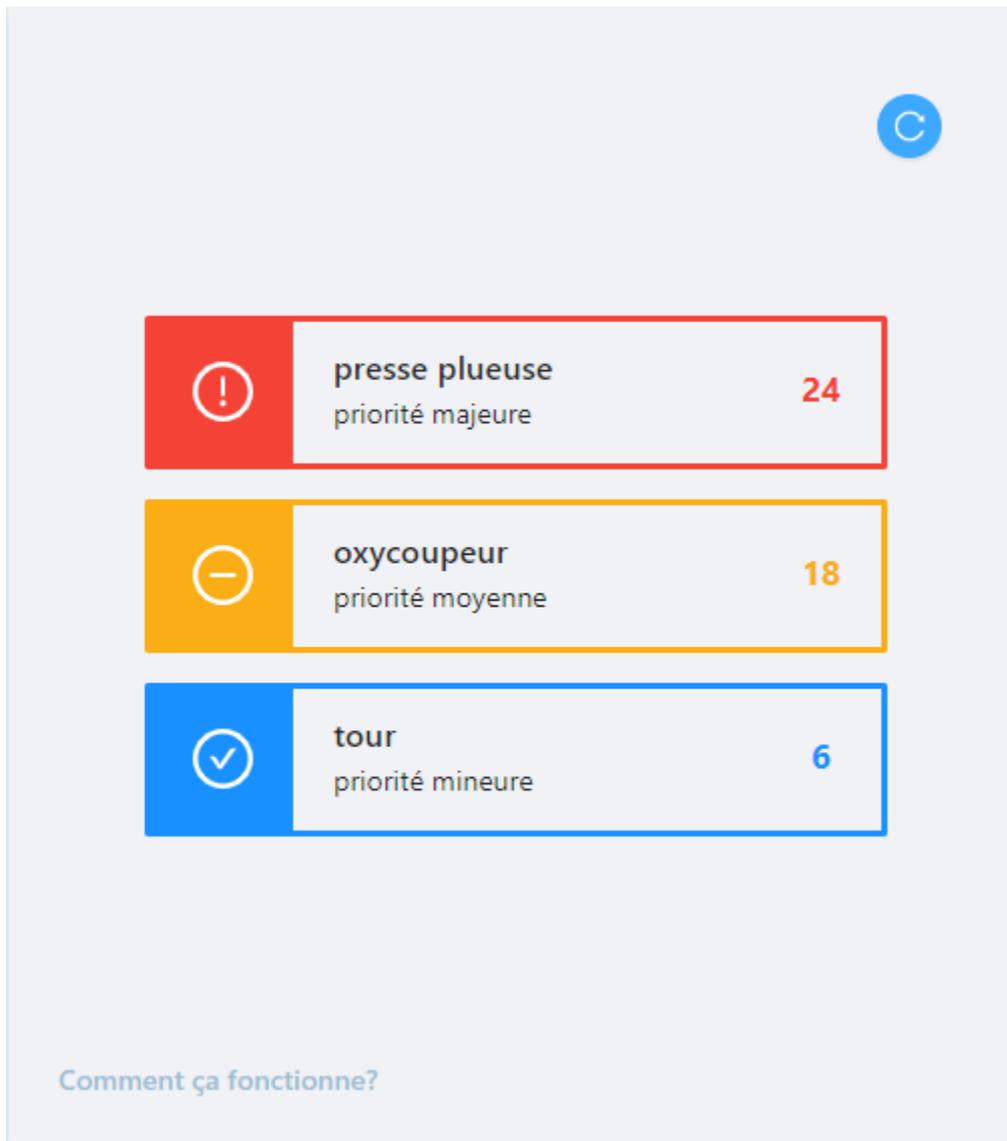


Figure 53 : résultat obtenus

On remarque ici que l'application donne un résultat très clair, elle donne la priorité pour le mode de défaillance le plus critique pour le réparer.

Aussi il y a une variété des couleurs entre les priorités (rouge pour les majeures, orange pour les moyennes, bleu pour les mineures) avec un commentaire bien sûr.

.

Conclusion :

Nous avons commencé à développer une application dont le but principal est de faciliter les calculs AMDEC grâce à une méthode interactive et simplifiée.

Bien que l'objectif principal de l'application (calculer et prioriser), le but secondaire de son plan (faire les tableaux) n'est déjà réalisé, il offre l'opportunité à tous ceux qui souhaitent aller plus loin grâce à ce travail, en appliquant AMDEC au reste du système, les résultats sont améliorés. Présentez et développez des applications autant que possible ici.

Conclusion général :

L'AMDEC est une méthode de prévention qu'on peut l'appliquer à une organisation, un composant, un moyen, un processus, ou un produit dans le but d'éliminer, le plus possible, des causes et les défauts potentiels.

L'AMDEC est un moyen qui sert à identifier et étudier les conséquences de certaine défaillance, selon les critères (niveau de fréquence, détection, gravité)

Les résultats de cette analyse sont les actions prioritaires propres à diminuer significativement les risques de défaillances potentielles.

Notre projet de fin d'étude qui est pour une étude de la maintenance de la compagnie GROUPE KHARBOUCH, une entreprise agro-industrielle, a été partagé en trois parties essentielles qui sont :

- Généralité sur la maintenance
- Constitution d'une installation de production agro industrielle
- Etude de fiabilité AMDEC

Au début nous avons commencé par une étude sur la généralité de la maintenance, parlons sur les différents types, niveaux, et différents moyen d'aide à la maintenance Passant aux composants de l'unité de production d'équipement agro industriel, ainsi ces appareils de mesure et production, ensuite nous avons appliqué la méthode AMDEC aux différents éléments constituant le service.

A la fin de notre étude on peut conclure :

- Le choix de machines se fait selon les caractéristiques qu'on doit fournir dans le domaine de l'industrie et aprioris au service installé.
- La gestion d'équipement de travail nécessaire au fonctionnement du réseau de production doit être disponible à tout moment.

Lors de ce projet de fin d'étude, nous avons pu apprendre des informations scientifiques, technique, et méthodologiques grâce à la recherche d'information très poussée que nous avons fait. Cela nous a aidé pour appliquer tous nos connaissances théorique concernant la production des oxycoupeurs, scies mécaniques.

Bibliographie

- [1] "<https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&url=https://www.beaucemedia.ca/2020/10/29/levolution-de-la-maintenance->."
- [2] "GHOMARI S.MAMI E.F. "Qualité et normes ISO –Actes de symposium international sur la qualité et maintenance au service de."
- [3] "<https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&url=https://www.amalo-recrutement.fr/blog/maintenance-industrielle-qu-e>."
- [4] "BENISSAAD Ismail. Maintenance industrielle, année universitaire 2007-2008. 3."
- [5] "JSFS_2000_141_3_3_0.pdf."
- [6] "<https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&url=https://www.umc.edu.dz/images/cours/polycopi%2520FMD%25202013.pdf&v>."
- [7] "BOITEL Daniel et HAZARD Claude. Guide pratique de la maintenance, entretien manuels d'enseignements. Edition Nathan co."
- [8] "AUBREVILLE Jean- Marie. Maintenance industrielle de l'entretien de base à l'opération de la sureté, Edition ellipse pari."
- [9] "<https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&url=https://www.leblogdudirigeant.com/diagramme-ishikawa/&ved=2ahUKEwjf>."
- [10] "<https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&url=https://www.appvizer.fr/magazine/operations/gestion-de-projet/5-m-u>."
- [11] "<https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&url=https://www.amalo-recrutement.fr/blog/5s-qu-est-ce-que-la-methode-5>."
- [12] "Formation à la méthode AMDEC Produit et Process (knowllence.com)."
- [13] "www.piloter.ORG."
- [14] "www.groupeisf.net."
- [15] "KELADA Joseph. La méthode AMDEC, école des hautes études commerciales Casablanca Maroc 1998. 12."
- [16] "KEBBAB Toufik, AYAD Mohammed. Application de l'AMDEC sur l'extracteur de fumée de l'Entreprise Nationale de la Pétrochim."
- [17] "LAVINA Y, PERRUCHE E, Maintenance et assurance qualité. Edition d'organisation Paris 1998. 14."
- [18] "Définitions des 3 types d'AMDEC - Info Industrielle (info-industrielle.fr)."
- [19] "RIDOUX Michel. AMDEC- Moyen Techniques de l'ingénieur, AG4220, Paris France 1999. 17."
- [20] "LYONNET Patrick. La maintenance- mathématiques et méthodes, Edition technologique et documentation Lavoisier& Paris 1992."
- [21] "Ms.GM.Abdi.pdf."
- [22] "<http://dlibrary.univ-boumerdes.dz> > ...PDF."
- [23] "MS.ELN.BOUSSEROUEL+BENKADDOUR."

- [24] <http://www.hubertfaigner.com/articles/html>, 2021.
- [25] <http://www.directive.fr/articles/BPR/html>, 2021.
- [26] <http://www.carmat.info/methode-amdec-30/html>,2021.
- [27] <http://www.autonlab.org/tutorials/bayesnet/html>,2021.
- [28] http://www.tn.refer.org/hebergement/cours/sys_disc/notions_de_base_RdP.html.
- [29] <https://www.google.dz/fx6DU7zaOsXe7Aakarbre+de+d%C3%defaillance,pdf>.
- [30] LAURENT Franck
<https://www.google.dz/webhp?tab=ww&ei=gx6DUqwJIWf7gaMo4GoBA&ved=0CBAQ1S4>

#q=icms2_surete_de_fonctionnement,pdf.

[22] : <http://www.labri.fr/perso/vincent/Research/V-CRVMAR-2003,pdf>.

[27] : LES OUTILS ET METHODES DE LA GESTION DE LA QUALITE

<http://www.directive.fr/articles/BPR.html> }

[22] : <http://www.maintenance-preventive.com/methode-presentation-1.html>

[29] : www.groupekherbouch.com/2020.