

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTÈRE DE
L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVERSITÉ M'HAMED BOUGARA
BOUMERDES
FACULTÉ DES HYDROCARBURES ET DE LA CHIMIE



DEPARTEMENT : GENIE DES PROCÉDES CHIMIQUES

Mémoire de fin d'études
Pour l'obtention du diplôme de
MASTER

Filière : Hydrocarbures

Spécialité : Génie des procédés

Option : Hygiène , Sécurité et l'environnement (HSE)

THEME

Les principaux risques liés à la fabrication des moteurs
Et application de L'AMDEC au séparateur des huiles
Au niveau de l'ENEL

Réalisé par :

KADDOUR BENATIA Abdou

KHEMIS Imed Eddine

Encadré par :

Mme :LACHEBI

2020/2021

Remerciement

*Nous remercions tout d'abord notre dieu le tout puissant qui nous a
A fourni l'aide et la confiance nécessaire pour accomplir ce travail*

*Nous présentons notre chaleureux remerciement aux enseignants du
Génie Des Procédés Chimiques pour leurs aides et orientations durant
notre
Formation universitaire.*

*Nous remercions notre promotrice Mme. LACHEBI pour son aide
précieuse, ses remarques et ses conseils qui nous ont permis de terminer
ce modeste Travail*

*Nous présentons également nos remerciements à l'ensemble des
personnes de*

*L'entreprise ENEL, et particulièrement monsieur : HADJI, et tous les
opérateurs de sécurité dans l'entreprise, dont ils nous ont fait
Profiter tout au long de notre stage.*

*Enfin nous tenons à remercier tous ceux qui nous aident de près ou de loin
durant toutes nos années d'études, en particuliers nos familles.*

Dédicaces

Je dédie ce modeste travail

A MES TRES CHERS PARENTS aucun mot peut exprimer

L'amour, l'attachement que j'éprouve pour eux"

A mes grands-parents Que DIEU les préserve."

*A mes sources de bonheur, frères **YOUNES ILYES** , **MADI Abdelatif** ,*

A mes tantes, oncles, cousins et cousines

A toute ma famille et amis

KHEMIS Imed Eddine

Liste des figures :

Figure I . 1	Organigramme d'ELECTRO-INDUSTRIE6
Figure II .1	Le triangle de feu.....18
<i>Figure II.2</i>	Processus de la gestion du risque.....31
Figure IV.1	La démarche AMDEC57
Figure IV.2	Décomposition fonctionnelle du séparateur d'huile60

Liste des tableaux :

Tableau II	Valeurs limites d'exposition au bruit.....25
Tableau II.1	Exemple d'échelle de cotation en gravité33
Tableau II.2	Exemple de cotation en probabilité.....34
Tableau II.3	Exemple de grille de criticité.....35
Tableau II.4	Classification des risque36
Tableau III.1	Exemple d'un tableau de type AMDEC48
Tableau III.2	Modes de défaillance généraux49
Tableau III.3	Modes de défaillance génériques50
Tableau III.4	Indice de Fréquence52
Tableau III.5	Indice de gravité53
Tableau III. 6	Indice de non-détection D53
Tableau III.7	matrice de criticité55
Tableau IV. 1	Barème de cotation des critères fréquence, gravité et non détection61
Tableau IV.2	Echelle de criticité62
Tableau IV.3	Application de l'AMDEC Machine sur la partie commande63
Tableau IV.4	Application de l'AMDEC machine sur la partie Entraînement65
Tableau IV.5	Application de l'AMDEC machine sur la partie transmission de mouvement66

Tableau IV.6	Application de l'AMDEC machine sur la partie étanchéité69
Tableau IV.7	Application de l'AMDEC machine sur la partie séparation71
Tableau IV. 8	Application de l'AMDEC machine sur la partie mesure74
Tableau IV.9	Application de l'AMDEC machine sur la partie lubrification et refroidissement76
Tableau IV.10	Classification des éléments selon leur criticité77

Abréviation et Nomenclatures

GRH	Gestion des Ressources Humaines
ADF	: arbre de défaillance
ATEX	: d'Atmosphères Explosives
SAMHA	: entreprise (SAMHA Home Appliance)
INERIS	: Institut Nationale de l'Environnement Industriel et des Risques
ISO	: Organisation Internationale de Normalisation
ISO/CEL 51	: Aspects liés à la sécurité, le guide a été élaboré par un groupe de travail mixte
APR	: Analyse Préliminaires des Risques
AMDEC	: Analyse des Modes de Défaillance, de leurs Effets, de leur Criticité
HAZOP	: Hasard and OPerability
PICB	: Protections Individuelles Contre le Bruit
FMEA	: en anglais : Failure Mode and Effet Analysais
RATP	: Régie Autonome des Transports Parisiens
SEMALY	: Une adaptation de cette méthode a donné naissance à la méthode AEEL (Analyse des effets des erreurs du Logiciel) qui ressemble beaucoup à l'AMDEC
SLI	: Soutien Logistique Intégré
IMR	: Infant mortality rate
UTR	: L'unité des transformateurs
C	: criticité
G	: gravite
P	: probabilité

Sommaire

Remerciement

Dedicace

Figures

Abreviation et nomenclature

Introduction generale

Chapitre I : Présentation de l'entreprise ENEL

1 . 1 . L'historique d'électro-industrie.....	1
1 . 2. Présentation de l'entreprise.....	2
1 . 2. 1. Unité de fabrication de transformateurs de distribution.....	2
1 . 2. 2. Unité de fabrication de moteurs électroniques, alternateur et prestation techniques.....	3
1 . 3. Les missions de l'ELECTRO –INDUSTRIES.....	4
1 . 3. 1. La conception.....	4
1 . 3. 2. La production.....	4
1 . 3. 3. La commercialisation.....	4
1 . 4. Les objectifs d'ELECTRO –INDUSTRIE.....	5
1 . 4.1 . Les objectifs institutionnels qui se distinguent comme suit.....	5
1 . 4.2 . Les objectifs commerciaux.....	5
1 . 5 .L'organigramme d'ELECTRO-INDUSTRIE.....	5
Il se présente comme suit :	5
1 . 6 .Missions et objectifs des différentes directions.....	7
1 . 6 .1 .La direction des ressources humaines et de l'organisation (DRHO).....	7
□ Ses missions.....	7
1 . 6 .2 .La direction finance et comptabilité (DFC).....	8
1 . 6 .3 .La direction d'approvisionnements(DAP).....	9
1 . 6 .4 .La direction technico-commercial(DTC).....	9
1 . 6 .5 .L'unité motrice prestations (UMP).....	10
1 . 6 .6 .Assistant de charge des affaires juridiques contentieux être couvremnts.....	10
1 . 6 .7 .Assistant de charge de contrôle de gestion.....	10
1 . 6 .8 .Chef de départements informatique.....	11

Chapitre II : Risques Liés à la Fabrication des moteurs

II . 1. Introduction.....	12
---------------------------	----

II . 2. Risques industriels : de quoi s'agissent-ils ?.....	12
II . 3. La connaissance du risque.....	13
II . 3 .1 . Les causes des risques industriels.....	13
II . 4. Les manifestations du risque industriel.....	14
II . 4 .1 . Risque de vibration.....	14
II . 4 .1 .1 . Définition.....	14
II . 4 .1 .2 . Mesures de protection contre la vibration.....	14
II . 5. Risque électrique.....	15
II . 5 .1 . Définition.....	15
II . 5 .2 . Electrocution.....	15
II . 5 .3 . Les effets de courant électrique.....	15
II . 5 .4 . Mesures de protection contre le danger électrique.....	17
II . 6. Risque toxique.....	17
II . 7. Risque d'incendie.....	18
II . 7 .1 . Définition.....	18
II . 7 .2 .Les causes des incendies.....	19
II . 7 .3 .Effet de feu.....	19
II .7 .4 . Mesures préventives contre le risque d'incendie.....	19
II . 8. Risque explosions.....	20
II . 8 .1 . Définition.....	20
II .8 .2 . Les effets	20
II . 8 .3 . Les mesures préventives.....	21
II . 9 .Risque mécanique.....	22
II . 9 .1 .Définition.....	22
II . 9 .2 .Les causes d'accidents.....	22
II . 9 .3 .Prévention contre le risque mécanique.....	22
II . 10. Risques ergonomiques.....	23
II . 10 .1 .Définition de l'ergonomie.....	23
II . 10 .2 .les effets de l'absence de l'ergonomie.....	24
II . 11 .Risque pression.....	24
II . 12 .Risque d'ambiance physique (Bruit).....	24
II . 12 .1 .Définition de bruit.....	24
Valeurs limites d'exposition au bruit.....	24
II . 12 .2 .Les effets de bruit.....	25
II . 12 .3 .Les mesures de protection contre le bruit.....	27

a.Réduction à la source (actions sur la machine).....	27
b.Réduction à la propagation (protections collectives).....	27
II . 13. Identification des Dangers et Evaluation des Risques.....	28
II . 12 .1 .Objective.....	28
II . 13 .2 . Identification du potentiel de danger.....	29
II . 13 .2 .1 . Potentiel de danger interne.....	29
II . 13 .2 .2 .potentiels de dangers externes.....	29
II . 14 .Evaluation de risque pour des dangers identifiés (expositions de perte).....	30
II . 15 .1 . Analyse des risques.....	32
II . 15 .1 .1 .Echelles de probabilité et de gravité.....	32
II . 15 .1 .2 . Grille de criticité.....	35
II . 15.2 .Acceptation du risque.....	36
II . 15 .3 .Réduction du risque.....	36
II . 16 .Définition du système et des objectifs à atteindre.....	37
II . 16 .1 .Définition du système.....	37
II . 16 .2 .Définition des objectifs à atteindre.....	37
II . 17 .Les principaux outils d'analyse des risques.....	38
II . 18. Conclusion.....	38

Chapitre III : Présentation De La Méthode AMDEC

III . 2. Historique et domaine d'application.....	39
La sûreté de fonctionnement.....	40
La fiabilité.....	40
La maintenabilité.....	41
La disponibilité.....	41
La sécurité.....	41
III . 3 .Objectifs de l'AMDEC.....	41
III . 4. Types D'AMDEC.....	42
III . 4 .1 . AMDEC Produit	42
III . 4 .2 . AMDEC Processus.....	43
III . 4 .3 . AMDEC Moyen de production.....	43
III . 4 .4 . AMDEC service.....	44
III . 4 .5 . AMDEC sécurité.....	44
III . 4 .6 . AMDEC flux.....	44

III . 4.7 . AMDEC tâche.....	44
III . 5. La méthode AMDEC se déploie en 4 étapes.....	45
III . 5.1 . La préparation.....	45
III . 5.2 . La décomposition fonctionnelle.....	45
Défaillance.....	46
□ Le Déroulement.....	46
Le suivi.....	47
III . 7. Les deux aspects de la méthode AMDEC.....	47
III . 7.1 . L'aspect qualitatif.....	47
III . 7.2 . L'aspect quantitatif.....	47
Composant (colonne 1).....	48
Fonctions et Etats (colonne 2).....	48
Modes De Défaillance (colonne 3).....	48
Causes des défaillances (colonne 4).....	51
Effets des défaillances (colonnes 5).....	51
Moyens de détection (colonne 6).....	51
Evaluation de la criticité (colonnes 7).....	52
III . 9. Limites et Avantages.....	55
III . 10. Conclusion.....	56

Chapitre IV : Application de la methode AMDEC Sur Un Separateur des huils

IV .2 .Démarche pratique de l’AMDEC sur le séparateur Alfa Laval	57
IV .2 .1 . Initialisation	58
IV .2 .2 . L’analyse fonctionnelle	58
IV .2 .3 . Décomposition fonctionnelle.....	59
IV .2 .4 . La hiérarchisation par criticité	59
IV .2 .5 . La réévaluation de la criticité	77
IV .2 .6 . Analyse des résultats	78
IV .3 . Conclusion.....	79
Conclusion générale.....	80
Bibliographie	81

Introduction générale :

La recherche de sécurité au sens large, qui intègre donc l'aspect respect de l'environnement est une Nécessité même si par le passé elle a souvent été négligée

Les activités effectuées sur les chantiers dans les entreprise des fabrications des moteur toujours représentent un risque importants sur le plan humain, matériel et environnement la manipulation d'équipements lourds et volumineux, l'utilisation d'appareillages très divers et de produits dangereux, l'exécution de travaux sous pressions parfois élevées etc.

Ont durant up nombreuses années provoqué des accidents et/ou dégâts qui, à tort, étaient considères avec fatalisme comme faisant partie du métier et donc inévitables

Après l'observation de quelques risques en a trouver que l'un des problèmes majeurs existants au niveau de la fabrication du moteur dans L ENEL (électro industrie) si elle n'est pas bien contrôlée provoque les dégâts de fabrication.

Alors pour la maîtriser. Un système de sécurité pour la prévention contre les éruptions est mise en place .c'est le système (séparation des huiles) et l'Unité de fabrication des moteurs mais ce système est exposer a plusieurs modes de défaillance

Pour rependre à cette problématique, nous porterons intérêt à la méthode AMDEC qui consiste à examiner chaque mode de défaillances, ses causes et ses effets pour les différents états de fonctionnement du système, et elle permet d'identifier les modes communs de défaillances pouvant affecter le système étudié.

Dans ce modeste travail, nous avons essayé d'étudier ce système d'une façon d'analyser fonctionnelle qui a nos permis d'appliquer la méthode d'analyse (AMDEC).

L'Enterprise Nationale de fabrication des moteurs L ENEL (électro industrie) nous a donné la chance pour réaliser ce travail pratiquement, et nous la présentons dans le premier chapitre

Le deuxième chapitre défini les risques lie à la fabrication des moteurs et leur prévention, et les différentes opérations de l'entreprise

Le troisième chapitre est réservé pour définir les outils d'analyses des risques (méthode AMDEC).

Le quatrième chapitre pour analyser et appliquer les modes de défaillances de système de séparation des huiles par la méthode AMDEC et la présentation du résultat sous forme d'un tableau.

Chapitre I

Présentation De l'entreprise ENEL

1.1 . L'historique d'électro-industrie

Electro-industries est une entreprise publique, économique et commerciale. Elle bénéficie d'une identité morale et d'une autonomie financière.

L'origine de l'entreprise ELECTRO-INDUSTRIES remonte à la restructuration de SONALEC (société nationale d'électronique) qui a connue des problèmes de gestion dues à sa taille, comme toutes les grandes sociétés qui sont nées pendant les années 70 avec la politique industrielle menée en Algérie, ce qui a donné naissance à l'entreprise mère ENEL (entreprise nationale des industries électronique) en 1983.

L'ENEL est réalisée avec des partenaires allemands(SIEMENS) pour les moteurs et pour les transformateurs, ces derniers ont contribué à l'organisation de cette entreprise en formant même le personnel, ils ont placé un complexe intégré qui produit et commercialise des moteurs, alternateurs et transformateurs depuis 1986.

En raison d'extension des besoins du marché et la nécessité d'accroître l'autonomie de production nationale, il a été convenu d'augmenter le programme de production ainsi que le taux d'intégration .A l'issue, une convention qui a été signée en 1985 pour la réalisation du complexe MEI-AZAZGA qui se développera et se détachera pour prendre la forme d'une entreprise autonome appelée aujourd'hui « ELECTRO-INDUSTRIE » [1]

L'usine a été réalisée dans le cadre d'un contrat produit en main avec des partenaires allemands, en l'occurrence :

- ❖ Siemens : pour les produits (alternateurs, générateurs, groupe électrogène) ;
- ❖ Trafo-union : pour les transformateurs ;
- ❖ Fritz Werner : pour la partie engineering du projet.

En matière de qualité ELECCTRO-INDUSTRIES dispose de ses propres laboratoires à l'essai et mesure de ses produits ainsi que pour le contrôle des principaux matériaux utilisés dans sa fabrication.

Aujourd'hui Electro-industrie est le leader national dans le domaine de l'industrie électronique.

I . 2. Présentation de l'entreprise

ELECTRO-INDUSTRIE est implantée dans une zone agricole de 39.5 hectares, située sur la route nationale n° 12, distante de 30 km du chef-lieu de la wilaya de TIZI-OUZOU et de 08 km de chef-lieu de la daïra d'Azazga.

ELECTRO-INDUSTRIES est une société par action au capital de 4 753 000 000 DA .Elle a été créé sous sa forme actuelle en janvier 1999, après la cession de l'entreprise mère ENEL (entreprise nationale des industries Electroniques).Son activité de production remonte à 1986, dans les domaines de fabrication de moteurs Electriques, Alternateurs et transformateurs de distribution.

L'ELECTRO-INDUSTRIES est composée de trois unites (vous avez dit 3 mais vous avez cité 2 unités) ; toutes situées sur même site :

- Unité transformateurs.
- Unité Moteurs Electriques et prestations techniques.

I . 2. 1. Unité de fabrication de transformateurs de distribution

Sa capacité de production est de 4000à 5000 transformateurs par an et l'objectif tracé par l'entreprise pour l'année 2011est de 5500 transformateurs.

- La puissance de transformateurs 25à 2000 kVa
- La tension usuelle en moyennes tension 5,5-10 et 30kv
- La tension usuelle en basse tension 400v

Les moyens matériaux

L'unité de transformateurs dispose de l'ensemble des équipements nécessaires à la fabrication et aux essais des produits finis qui sont réalisés avec un niveau d'intégration équivalente à celui existant dans les entreprises étrangères intervenant dans le même domaine d'activité pour la fabrication des transformateurs, les technologies suivantes sont mises en application :

- Travaux de chaudronnerie ;
- Usinage mécanique ;
- Traitement de surface ;
- Echange BT/MT (base tension/moyen tension) ;
- Découpage de tôle mécanique ;
- Essais d'électrique en BT et MT.

1 . 2. 2. Unité de fabrication de moteurs électroniques, alternateur et prestation techniques

La capacité théorique de production de cette unité est de :

- 45000 Moteurs de 0.25à 15 kW ;
- 45000 moteurs de 18.5 à 400kw ;
- 2000 Alternateurs de 16 à 180kva ;
- Montage de 400 groupes électrogènes (22-35 et 52 kVa).

L'unité dispose aussi des moyens humains et matériels pour la prise en charge des études et réalisation des outillages, dispositifs et moules, de même qu'elle assure la maintenance de ses propre équipements de production ainsi que ceux de l'unité transformateurs et l'exploitation de toutes les installations d'énergie et fluide.

Cette unité dispose aussi d'un laboratoire central qui assure les essais physico chimiques pour les matières destinées à la fabrication des moteurs et transformateurs.

L'unité motrice et prestations sont dotées de l'ensemble des équipements nécessaires à la fabrication et aux essais des produits finis.

Les produits sont réalisés avec un niveau d'intégration équivalent à celui existant dans les usines du donneur de licence (SIEMENS).

Pour la fabrication des moteurs / alternateurs les technologies suivantes sont mises en application :

- Usinage mécanique ;
- Découpage de tôle ;
- Couler l'aluminium ;
- Travaux de tôle ;
- Bobinage ;
- Traitement de surface ;
- Essais électriques.

La capacité de production de transformateurs de cette entreprise couvre les besoins du marché à 70%environ. Les ventes de moteurs représentent 30% environ de sa capacité de production, il est à signaler qu'ELECTO-INDUSTRIES est le seul fabricant de ces produits en Algérie.

L'entreprise emploie un effectif de 804 travailleurs dont 19% de cadres ,34% d'agents maîtrise et 47% d'agents d'exécution pour l'année 2018.

I . 3. Les missions de l'ELECTRO -INDUSTRIES

Etant donné que l'électro-industrie est une entreprise publique économique et commerciale, elle doit assurer plusieurs fonctions, parmi elles la production, la commercialisation, et la conception des produits électroniques.

I . 3. 1. La conception

La conception est basée sur l'amélioration continue de ses processus produits et services, l'entreprise dispose de ses propres laboratoires qui assurent l'analyse physique et chimique de ses produits et maintenance ainsi que le contrôle de ses équipements utilisés. En matières de qualité, électro-industrie a procédé à la mise en place de son système qualité en 2002 elle a acquis la certification du système engagement qualité ISO9001 :2000 par QMI canada le 24 juillet 2004.

A présent, une autre édition (901 version 2008) annule et remplace l'ISO9001 :2000 qui a été modifié pour clarifier des éléments du texte et améliorer la comptabilité et encourage l'adoption d'une approche processus lors du développement de la mise en œuvre et de l'amélioration de l'efficacité d'un système de management de la qualité .Donc l'objectif essentiel d'ELECTRO-INDUSTRIE est d'accroître la satisfaction des clients par le respect de leurs exigences.

I . 3. 2. La production

ELECTRO-INDUSTRIES est la principale entreprise dans le domaine de l'industrie électronique, son activité s'adresse au marché des biens d'équipements avec une production de :

- Transformateurs de distribution ;
- Moteurs Electroniques asynchrones ;
- Alternateurs triphasée ;
- Montage de groupe Electrogène.

I . 3. 3. La commercialisation

Il est bien à signaler qu'ELECTRO-INDUSTRIE est le seul fabricant en Algérie de ces produits cités ci-dessous dont elle assure leur commercialisations et les services après-vente afin d'élargir son champ d'activité et d'assurer la fidélisation de ses clients.

En matière de transformateurs, le principal marché d'ELECTRO-INDUSTRIES est SONALGAZ en plus de divers clients qui activent dans le secteur de l'électricité.

Et pour la gamme de moteurs les marchés concernés sont divers et touchent essentiellement :

- Marché de bien de consommation ;
- Les administrations ;
- Marché des biens d'équipements ;
- Marché industriel.

La production actuelle d'électro- industrie est écoulee sur le marché Algérien et généré un chiffre d'affaire de 1.8 milliard de dinars pour l'année 2017.

I . 4. Les objectifs d'ELECTRO –INDUSTRIE

Il existe plusieurs objectifs, les principaux sont :

I . 4 .1 . Les objectifs institutionnels qui se distinguent comme suit

- Promouvoir son image de marque
- Faire valoir le côté positif de l'entreprise dans la société

I . 4 .2 . Les objectifs commerciaux

Les objectifs commerciaux pour les produits transformateurs sont les suivants :

- Recherche de nouveau client ;
- Accroître la part de marché ;
- Fidéliser et accroître la confiance des clients pour le produit moteur ;
- Réduire les stocks énormes évolués à 24000 moteurs ;
- Maintenir les clients actuels.

I . 5 .L'organigramme d'ELECTRO-INDUSTRIE

Il se présente comme suit :

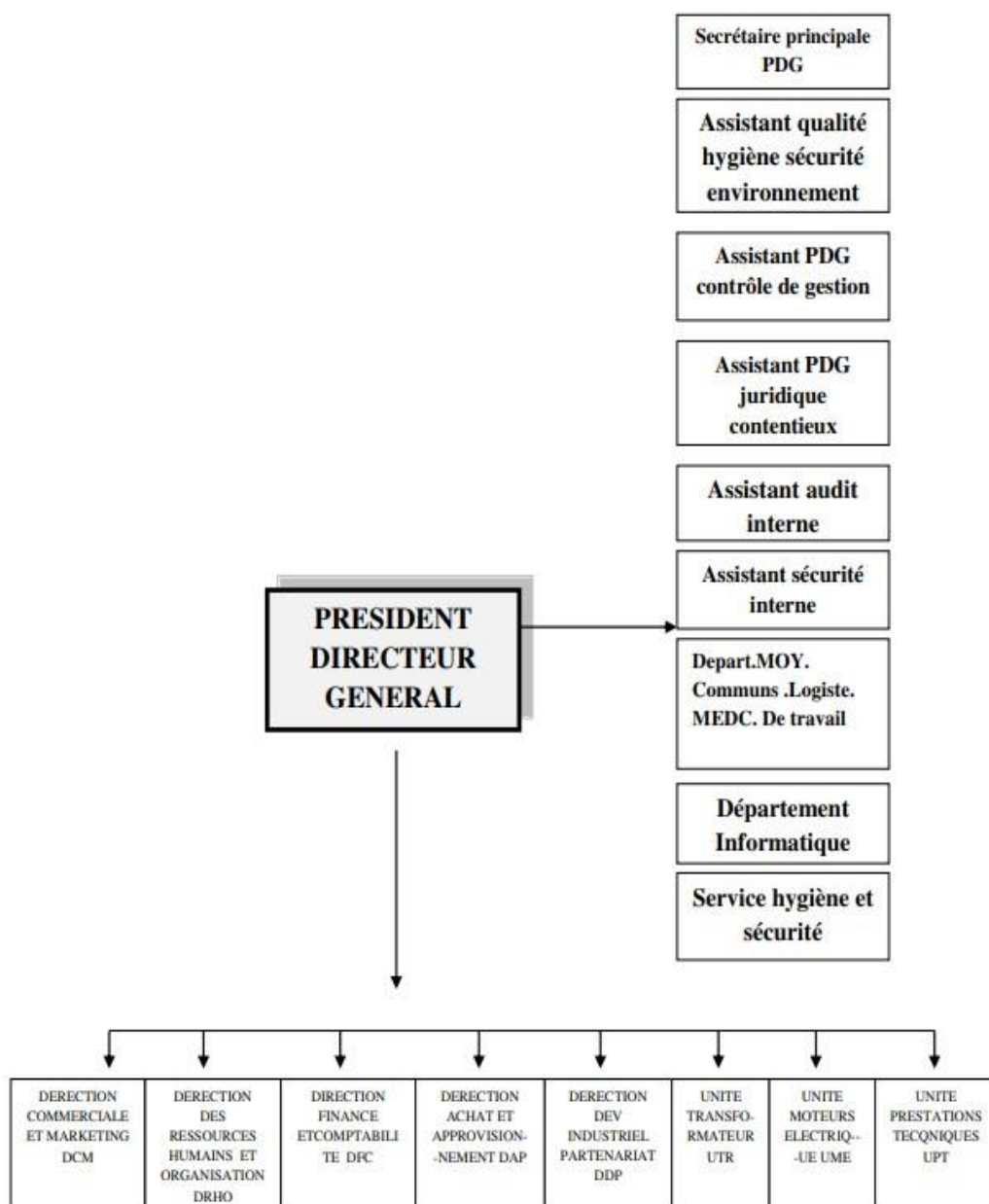


Figure I.1 : Organigramme d'ELECTRO-INDUSTRIE [2]

I . 6 .Missions et objectifs des différentes directions

Les missions et les objectifs des différentes directions peuvent se résumer comme suit :

I . 6 .1 .La direction des ressources humaines et de l'organisation (DRHO)

- **Ses missions**

La direction des ressources humaines est chargée de :

- Définir et mettre en œuvre la politique d'emploi de recrutements et de la formation ;
- Veiller à l'application à la réglementation en vigueur en matière de relation de travail
- Mettre en œuvre et veiller à l'application de la convention collective des procédures et respect du règlement intérieur de l'entreprise ;
- Assurer la mise en place et le fonctionnement des différentes commissions spécialisée en matière du personnel ;
- Assurer le suivi le contrôle, l'analyse et la consolidation des prévisions en matière de ressources humaines de l'entreprise ;
- Tenir à jour les dossiers relatifs à la gestion du personnel ainsi que leurs carrières
- Elaborer la paie les déclarations sociales et fiscales ;
- Assurer la définition, la mise en œuvre et le suivi des plans de besoins de l'entreprise ;
- Elaborer des rapports périodiques, ainsi qu'un bilan annuel d'activité ;
- Elaborer et mettre en œuvre les mesures de prévention prévues par la législation et la réglementation en vigueur en matière et de sécurité en milieu de travail ;
- Définir la politique des salaires ;
- Assurer l'application des règles et procédures ;
- Superviser l'élaboration des tableaux de bord consolidant l'activité des ressources humaines et faisant ressortir les principaux agrégats de gestion (absentéismes rotation du personnel statistique des effectifs).

- **Ses objectifs**

- Assurer la préparation et l'exploitation de la paie aux plans des éléments variables de la restitution des documents du paie, et de traitement des réclamations ;
- Veiller à l'établissement de la paie de personnel ;
- Assurer la gestion administrative du personnel et des cadres de l'électro-industrie ;
- Assurer le suivi et la mise à jour du fichier informatisé du personnel ;
- Assurer la tenue des dossiers administratifs du personnel ;
- Assurer, suivi et contrôler les conditions d'application des règles de gestion du personnel ;
- Veiller à l'application uniforme de la réglementation et contrôler sa mise en œuvre ;
- Etablir le budget, le contrat de gestion et le tableau de bord en matière de GRH (Gestion des Ressources Humaines).

1 . 6 .2 .La direction finance et comptabilité (DFC)

Son principal objectif c'est de coordonner et superviser les activités des différents départements et services comptables et financiers .Ses taches principales consistent en :

- Optimisation des ressources financières pour l'atteinte des objectifs ;
- Vérification et contrôle de tous les états de dépense et recette ;
- Participation à l'élaboration du budget et du plan de financement prévisionnel ;
- Vérification et approuve les déclarations d'ordre fiscal et social ;
- Approuve les écritures d'inventaire relatives à l'investissement et au bilan de fin d'exercice ;
- Aide à l'élaboration du budget annuel de trésorerie et du plan de financement ;
- Elaboration tous les documents de trésorerie dans les délais ;
- Participation à l'élaboration du dossier court et prix de revient ;
- Participation à la prise de décision sur demande de la direction générale ;
- Pilotage des opérations d'inventaire de fin d'année ;
- Veille au respect de la réglementation et des procédures en vigueur en matière de trésorerie.

I . 6.3 .La direction d'approvisionnement(DAP)

Son objectif est de veiller au bon état de marchandise lors de dédouanement à l'import comme à l'export et à l'expertise en cas de navarrais ou difficile, dédouanement et enlèvement de marchandise dans les délai réglementaires pour éviter la mise en fourrière et toutes autres dépenses qui engendrent d'autres frais supplémentaires.

Ses missions peuvent se résumer comme suit

- ☐ Récupérer l'avis d'expédition et procéder à l'ouverture de dossier transit ;
- ☐ Règlement de la compagnie maritime ;
- ☐ Opération de vue acquise et déclenchement de l'expertise en cas de nécessité ;
- ☐ Liquidation sur réserve ;
- ☐ Règlement des droits de taxe ;
- ☐ Obligation des bons élèves et acheminement de la marchandise pour la livraison de des clients.

I . 6.4 .La direction technico-commercial(DTC)

Elle assure le développement technique des activités de l'entreprise par la mise en place de nouveaux moyens de production, elle veille au bon fonctionnement des systèmes de managements de la qualité de l'environnement et de la santé et sécurité au travail, comme elle prospect les marchés pour l'écoulement des produits de l'entreprise.

1-6-5 L'unité des transformateurs (UTR)

Les taches principales de la direction d'UTR sont :

- Préparer les budgets de l'unité de production, approvisionnements et investissements ;
- Planifier, organiser et surveiller la production, définir les quantités et les qualités requis, suivre la fabrication dans les meilleurs conditions de délais et cours ;
- Se tenir au courant de la concurrence dans le domaine des transformateurs, œuvre à fidéliser la clientèle, augmenter sa part de marché (marché local, exportation) ;
- Susciter l'initiative de nouveaux projets concernant ;
- L'introduction de technique, procédés nouveaux différents stades de la production ;
- L'adaptation des installations/ équipements au nouveau besoins de la production ;

- L'introduction de nouvel intrant visant la production de plus en plus performante et moins couteuse.

I . 6 .5 .L'unité motrice prestations (UMP)

C'est la deuxième unité dont l'électro-industrie est composée.

Ses taches principales sont :

- La préparation du budget annuel de l'unité et il veille à l'évolution du chiffre d'affaire, à la satisfaction des clients et à l'atteinte des objectifs qui sont fixée par la direction générale.
- Approuver les programmes annuels d'approvisionnements ;
- Veiller à la sensibilisation du personnel de son unité.

Son objectif :

Est de diriger, coordonner et contrôler les activités de son unité.

I . 6 .6 .Assistant de charge des affaires juridiques contentieux être couvements

Ses missions sont :

- Défendre les intérêts de l'entreprise devant les instances judiciaires.
- Conseiller le directeur générale et l'ensemble des directeurs et responsables sur toutes les questions juridiques.
- Elaborer le contrôle, étudier et exprimer un suivi sur tous projet sous contrôle.

I . 6 .7 .Assistant de charge de contrôle de gestion

Ses taches principales sont :

- Consolider les rapports de tous les travaux externes liés aux fonctions de l'entreprise ;

- Analyser les résultats fournis par la DFC, le contrôle budgétaire afin de déceler les problèmes éventuels des changements dans les politiques de l'entreprise ;
- Etablir les documents de synthèse que représente l'activité d'ensemble ;

Les objectifs

- Traduire en terme économique la stratégie globale adopté par l'entreprise en établissant sa prévision à moyen et à long termes justifié et révisables ; □ Contrôler l'adéquation plan-budget.

I . 6 .8 .Chef de départements informatique

Ses missions sont

- Coordonner les activités des cadres placer sous son autorité, impulser leurs efforts et les orienter dans le développement d'application adaptée aux besoins des différentes fonctions de l'entreprise.
- Exécuter toutes les tâches qui lui sont demandée par sa hiérarchie en adéquation avec ses aptitudes professionnelles.

Ses objectifs sont

Définir le plan de directeur informatique de l'entreprise (objectifs, moyen, étapes et réseau matériels et applications) tenant comptes des politiques et stratégies de la direction générale, le mettre en œuvre dans les meilleures conditions d'exploitation et d'efficacité

Chapitre II

Risques Liés à La Fabrication des moteurs

II . 1. Introduction

Contrairement à la croyance commune, la probabilité d'un haut risque industriel n'est pas apanage des régions marquées par de larges implantations de bassins d'établissements (coexistent et interdépendants de par leurs activités même). Un seul site isole peut parfaitement présenter un haut risque industriel, en fonction de la nature et de l'ampleur de son activité.

Dans tous les cas, qu'il s'agisse d'un site isole ou d'un bassin multi-implantations, sachez que la réglementation et la législation demeurent les mêmes et sont imposées de manière identique toutefois, les risques industriels, eux, diffèrent, selon les produits utilisés et/ou industrialisés.

II . 2. Risques industriels : de quoi s'agissent-ils ?

On appelle un risque industriel tout événement accidentel se produisant sur un site industriel et entraînant des conséquences immédiates graves pour le personnel, les populations avoisinantes, les biens et/ou l'environnement.

Caractérise par 2 critères :

- ✓ une faible fréquence : l'homme et la société peuvent être d'autant plus enclins à l'ignorer que les catastrophes sont peu fréquentes
- ✓ une gravité importante : nombreuses victimes dommages Importants aux biens et l'environnement

► Risque et Danger

Par abus de langage, on a tendance à confondre les notions de risque" et de " danger" une petite mise au point s'impose : le danger" est la propriété intrinsèque d'une substance dangereuse ou d'une situation physique) de pouvoir provoquer des dommages pour la santé humaine et/ou l'environnement

Par contre, on entend par "risque industriel", la probabilité qu'un effet spécifique (effet toxique, incendie ou surpression) se produise dans une période donnée ou dans des circonstances déterminée.

Ces circonstances sont provoquées par un événement accidentel majeur lié à la perte de contrôle d'une activité industrielle.

Le risque industriel est donc la confrontation d'un alea avec des enjeux (humains, économiques, environnementaux) [4].

Un produit qui présente un niveau élevé de danger (forte toxicité...) peut n'occasionner qu'un risque faible, si son stockage et sa manipulation s'effectuent dans d'excellentes conditions de sécurité.

➤ **Pertes**

- ✓ Gaspillage évitable de toute ressource
- ✓ Mal ou dommages fortuits qui résultent des actes inférieurs (sous normes), des pratiques et/ou des conditions inférieures (sous normes)
- ✓ . Inclues blessures, des maladies, des dégâts qui touchent les propriétés, l'interruption des performances, la dégradation de qualité, des dégâts sur l'environnement et la réduction de bénéfice.

II . 3. La connaissance du risque : causes, manifestations et enjeux du risque sur l'homme au travail et sur l'environnement

II . 3 .1 . Les causes des risques industriels

Grâce à l'étude des incidents et des accidents qui se sont déjà produits au sein de l'entreprise (étude historique) ou qui pourraient se produire (analyse des défaillances), on peut relier le risque industriel :

➤ **Aux produits**

Substances dangereuses, toxiques ou explosives

➤ **Aux procédés de fabrication :**

Certains produits peuvent devenir dangereux suite à des modifications de leur état (liquide, gaz), de la pression ou de la température auxquelles ils sont soumis.

➤ **Au facteur humain**

La négligence humaine est encore responsable de plus de 50% des accidents industriels. Les erreurs d'appréciation ou la méconnaissance d'un problème technique (difficile à prévoir) en sont la cause.

➤ Aux installations

Bien choisir sa mode de stockage (aérien, enterré). Ses matériaux et matériels (résistance, compatibilité avec les produits stockés).

Le risque industriel peut également être provoqué par un risque naturel (inondations, tempêtes, séismes) ou par des agressions extérieures (heureusement plus rares : industries voisines, malveillance, terrorisme, chute d'aéronefs...).

II . 4. Les manifestations du risque industriel

II . 4 .1 . Risque de vibration

II . 4 .1 .1 . Définition

Une vibration est une oscillation d'un objet par rapport à un point fixe. Elle peut être générée par tout objet effectuant des mouvements continus ou répétitifs comme des outils, des engins roulants ou des machines tournantes. Elle se propage aux personnes par tout point de contact, mais plus particulièrement par les mains, les pieds ou l'assise.

II . 4 .1 .2 . Mesures de protection contre la vibration

Pour protéger les travailleurs contre les effets des vibrations transmises au corps entier, on peut aussi :

- Réduire les vibrations à la source en nivelant les surfaces de roulement, en choisissant l'engin adapté à la tâche et aux conditions des sols.
- Diminuer la transmission des vibrations aux opérateurs en intercalant des dispositifs de suspension entre la source et la personne tels que des pneus plus souples, une suspension basse fréquence du châssis ou de la cabine, des sièges suspendus adaptés aux caractéristiques dynamiques des véhicules ;
- Optimiser la posture des opérateurs de façon à diminuer la pression intra discale au niveau lombaire en soutenant le dos correctement par un siège facilement réglable (inclinaison du dossier, appui lombaire, etc.) en facilitant la rotation du buste pour l'opérateur

(dossier ne montant pas plus haut que les omoplastes, assises tournantes, aides visuelles, etc.)

II . 5. Risque électrique

II . 5 .1 . Définition

L'électricité est une énergie liée au déplacement d'électrons libres dans un matériau conducteur

Le risque électrique est présent partout dans les sociétés industrielles. L'exposition au risque est soit ordinaire (utilisateurs), soit délibérée (professionnels intervenants sur les équipements ou les installations) Le risque électrique qui peut survenir dans une entreprise est :

II . 5 .2 . Electrocutation

-Provoquée par le contact du personnel avec une partie d'installation sous tension :

- Le contact n'est d'autant plus dangereux que la tension est plus élevée et le milieu plus humide et plus conducteur
- Les tensions courant 127-220 V peuvent être mortelles (main humide proximité de masse métallique, sol conducteur) seules les installations dites de sécurité 3000volt maximum pouvant être considérées sans danger

II . 5 .3 . Les effets de courant électrique

Les effets du courant électrique touchent deux parties

- Le matériel
- L'homme

➤ Sur l'homme

On distingue des effets immédiats et des effets secondaires

a. Effets immédiats

- Contraction musculaire
- Tétanisation des muscles respiratoires
- Fibrillation ventriculaire

- Inhibition de centre nerveux
- Effets thermiques
- Les brûlures électrothermiques
- Brûlures par Arc électrique

b. Effets secondaires

- Complication cardio-vasculaire
- Complication neurologique
- Troubles organiques
- Complication rénale
- Séquelles sensorielles

➤ sur le matériel

L'électricité ne cause pas uniquement des accidents pour les travailleurs, mais elle provoque aussi des destructions du matériel. Des court-circuit peuvent causer des accidents graves (explosion par exemple).

II . 5 .4 . Mesures de protection contre le danger électrique

a. La protection contre les contacts directs

-cette protection peut être obtenue par :

- Panisse en place d'obstacles.
- L'éloignement avec les pièces mises sous tension
- L'isolation avec les pièces mises sous tension
- Utilisation de la mise à la terre.

b. La protection contre les contacts indirects

Lorsque l'opérateur soumis à des tensions dangereuses par contact indirect c'est-à-dire par contact avec une masse mise accidentellement sous tensions à la suite d'un défaut d'isolement, il est en danger.

Deux mesures de protection doivent être obligatoirement mises en œuvre simultanément mise à la terre des masses mise en police dispositifs de coupure automatique (disjoncteurs).

II . 6. Risque toxique

Il existe trois catégories de risques toxiques pour l'homme :

- Toxique par inhalation d'un gaz (chlore, ammoniac, phosgène) suite à une rupture de canalisation ou de réservoir (imitations, difficultés respiratoires)
- Toxique par ingestion (en avalant une substance dangereuse ou un produit (eau, aliment) contaminate)
- Toxique par contact
- . Par propagation d'un produit dangereux dans l'air, l'eau ou le sol

II . 7. Risque d'incendie

II . 7 .1 . Définition

Un incendie est un feu ou plus généralement une combustion non contrôlée, dans le temps et dans l'espace une combustion est un phénomène chimique qui se produit entre deux corps.

- ✓ L'un appelé combustible : bois charbon hydrocarbure, hydrogène, métaux divers
- ✓ L'autre comburant : oxygène, chlore...etc.

En présence d'un troisième facteur, température, source d'énergie et la présence de ces trois facteurs simultanément constituent le triangle de feu.

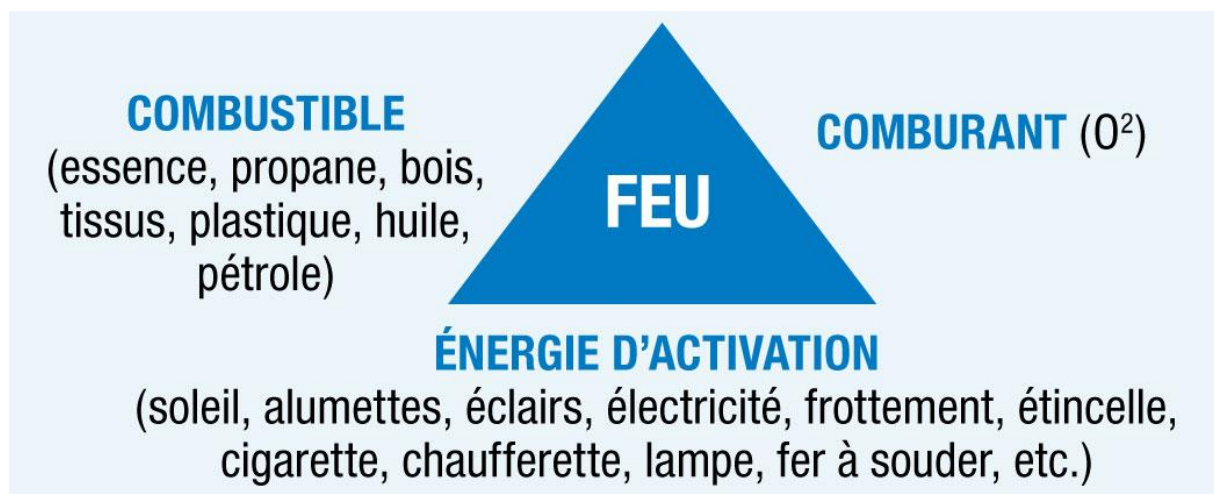


Figure II .1 : Le triangle de feu [3]

II . 7 .2 .Les causes des incendies

a. Causes techniques

Thermiques, mécaniques, chimiques, électriques et biologiques

b. Causes humaines

Imprudence, négligence, inattention de sourdre, irréflexion, étourderie, malveillance désinvolte défaut de surveillance.

II . 7 .3 .Effet de feu

➤ Gaz de combustion

- oxyde de carbone CO
- gaz carbonique CO₂
- Acide chlorhydrique gazeux (HCl).
- Acide cyanhydrique gazeux (HCN)
- Oxyde d'azote (NO₂)

➤ Les fumées

La fumée, ou boucane est un nuage de particules solides émis par un feu ou un échauffement mécanique. Ces particules sont principalement de la suie (du carbone imbrulé). Ainsi que des cendres, ces particules sont mélangées aux gaz de combustion et aux vapeurs chaudes

II .7. 4. Mesures préventives contre le risque d'incendie

Pour prévenir l'incendie, plusieurs mesures sont à prendre :

- **Sur le matériel :** En choisissant de matériel électrique de sureté en supprimant les flammes et la source de la chaleur sur l'organisation du travail en établissant des procédures d'intervention en cas d'incendie.
- **Sur le personnel :** En sensibilisation au risque d'incendie par l'entraînant ont utilisé les extincteurs. Les réactions a mené immédiatement après la détection d'un incendie sont :

Réactions 1 : Déclencher le réseau d'alarme

Réactions 2 : Appeler le poste central de sécurité de l'entreprise

Réactions 3 : Téléphoner directement aux pompiers alerte le service anti feu

Réactions 4 : évacuer en calme.

II . 8. Risque explosions

II . 8 .1 . Définition

Une explosion et une réaction de combustion qui se déroule à une vitesse très élevée et accompagner d'une élévation notable de pression, elle nécessite trois composantes pour se produire : Une étincelle, un combustible, et un comburant, elle se caractérise par sa violence et sa soudaineté

II .8 .2 . Les effets :

a. La déflagration et la détonation :

Une déflagration induite par l'explosion d'un gaz combustible ou d'un explosif provoque une onde de surpression se développe à une vitesse de quelques mètres par second (inférieure à la vitesse du son) les surpressions engendrées sont de l'ordre de 4 à 10 bars.

Cette onde est accompagnée ou non de brouillards potentiellement toxiques mais aussi de problèmes de pollutions accidentelles de l'eau (liquides toxiques, eaux d'extinction d'un incendie) les traumatismes les plus fréquents sont les blessures dues aux bris de glace, à la projection d'objets, à l'effondrement de structures des bâtiments. L'onde de surpression peut également faire éclater les tympans, et plus grave, les poumons.

Pour réduire ce risque, il est préconisé d'utiliser de matériel de manipulation et de stockage antidéflagrant.

Une détonation est bien plus violente, elle présente une onde de choc de propagation à des vitesses supérieure à 1000 m par seconde (supérieure à la vitesse du son ; les surpressions atteignent 20 à 30 bars

b. Les manifestations de l'explosion :

La surpression a des effets dévastateurs sur les constructions et sur l'homme à partir de 0.3 bars, risque atteinte tympeuse.

A 1 bar les ionogrammes aux oreilles et aux poumons jusqu'à 5 bars la surpression peut être mortelle.

Les flammes peuvent envahir un volume soit supérieure du mélange explosif initial et donc provoquer un incendie. La projection d'éclats de toutes sortes peut provoquer de nombreuses blessures (effet miscible).

II . 8 .3 . Les mesures préventives**a. Empêcher l'explosion****➤ Eviter information d'un mélange explosif**

- ✓ Remplacer chaque fois que c'est possible tout produit inflammable par un autre moins dangereux
- ✓ Diminuer à l'aide de gaz inerte les propriétés comburantes de l'air.

➤ Supprimer les sources d'inflammation

- ✓ Interdire les flammes dans les zones dangereuses
- ✓ Supprimer les sources d'étincelles d'origine mécanique (outils métalliques chaussures chutes.etc.) par des appareils ATEX ou électrique (moteurs en particulier ...etc.) par des moteurs antis déflagration.

b. Se protéger des explosions

- ✓ Eviter la surpression par des événements qui jouent le rôle de soupape dans les enceintes closes et permettent l'évacuation des gaz d'explosion.
- ✓ Eloigner et séparer les installations : les installations proche d'un lieu à risque doivent être protégé des effets d'une explosion.

II . 9 .Risque mécanique

II . 9 .1 .Définition

C'est l'ensemble des facteurs physiques qui peuvent être à l'origine d'une blessure par l'action mécanique d'éléments de machines, d'outils de pièces, de matériaux solides ou de fluides projetés.

Des textes définissent les principes de conception de machines sûres et les vérifications périodiques nécessaires au maintien de leur fonctionnement en sécurité.

II . 9 .2 .Les causes d'accidents

a. Les causes liées au manque de précautions de l'opérateur

- Non utilisation des équipements de protection individuelle.
- Relâchement de la surveillance et de l'attention
- Non-respect des consignes de sécurité.

b. Les causes liées à la machine

Elément masse et stabilité (l'énergie potentielle d'éléments susceptibles de se placer sous l'effet de la pesanteur)

- leur masse et leur vitesse (énergie cinétique d'élément mouvement contrôlés incontrôlés
- leur accélération potentielle des éléments élastiques ressorts) ou liquide ou de gaz sous pression ou sous vide

II . 9 .3 .Prévention contre le risque mécanique

La prévention intrinsèque et la protection sont un ensemble des mesures de sécurité prises par le concepteur afin :

- D'éviter ou de réduire autant de phénomènes dangereux que possible en choisissant convenablement certaine caractéristique de conception
- De limiter l'exposition des personnes aux phénomènes dangereux inviable
- La fréquence d'intervention
- La détermination des limites de machine
- Les informations pour l'utilisation
- Respect des règles

➤ **Le risque mécanique peut prendre plusieurs formes**

- Un dysfonctionnement mécanique d'une machine ou d'un véhicule

Peut être responsable sur du matériel ou des personnes de :

- Coincement d'une pièce, d'un doigt, d'un membre...)
- Pincement
- Entraînement une pièce d'un vêtement d'une chevelure...
- Cisaillement
- Ecrasement
- projection de liquide de vapeur, de poussières, de pièces détachées, de la pièce en cours d'usinage, de copeaux
- choc (par un véhicule ou sa charge)
- Une défaillance du système d'aération et d'assainissement peut provoquer des intoxications plus ou moins graves.
- Le risque n'est d'autant plus élevé que
 - l'équipement est nouveau, en cours d'essai.
 - il est mal réel
 - le personnel est peu formé
 - la pression de temps conduit à des prises de risque (décapotage, oubli des procédures de confinement, vitesse...)

II . 10. Risques ergonomiques

II . 10 .1 .Définition de l'ergonomie

L'ergonomie est l'ensemble des connaissances scientifiques relatives à l'homme et les accessoires pour concevoir des outils de machine, des postes de travail qui puissent être utilisés avec le maximum de confort de précisions d'efficacité et de sécurité.

II . 10 .2 .les effets de l'absence de l'ergonomie

Posture contraignante, efforts excessifs, travail debout, accès difficile à l'espace de travail

- Manutentions fréquentes, mouvements répétitifs, absences de micro pauses
- Eclairage inadéquat, mauvaise visibilité, mauvaise disposition des commandes, etc.

II . 11 .Risque pression

Les éléments composant le circuit de refoulement doivent être fait du type haute pression et terrage des pompes doivent être normal. Alors il peut y avoir éclatement à la rupture de canalisation, de conduites sous l'effet de la pression.

- Soupapes de sécurité non nettoyées
- Stationnement à proximité des conduites ou tuyauteries sous pression
- machines à vapeur et pompes actionnées par du gaz comprimé

Donc, pour éviter qu'un incendie se produise, on ne doit pas dépasser les pressions de sécurité et veiller à ce que le circuit bouille soit parfaitement contrôlé sans oublier les pompes.

II . 12 .Risque d'ambiance physique (Bruit)

II . 12 .1 .Définition de bruit

Le bruit est une vibration, une onde de pression émise par une source (= émission), qui se propage dans un milieu (= propagation) et qui est susceptible de produire une sensation auditive (=réception), agréable (musique) ou désagréable (marteau pilon).

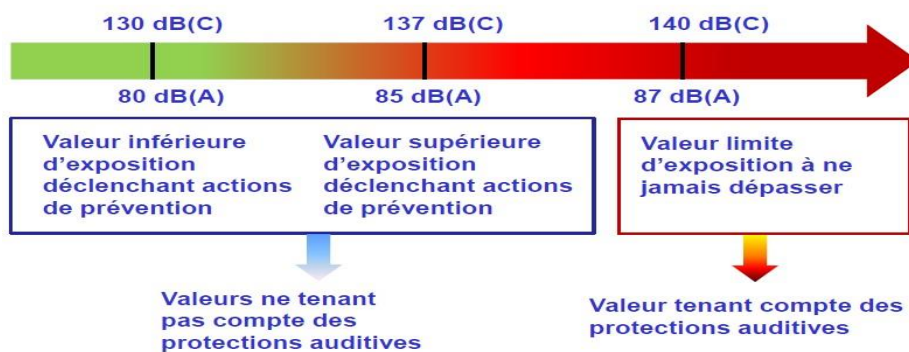
C'est une perturbation mécanique de l'équilibre de l'air, une vibration du milieu ambiant (l'air le plus souvent) qui se propage de proche en proche (transmission en un mouvement sinusoïdal).

➤ Valeurs limites d'exposition au bruit

Pour une journée de travail (8h), on considère que l'ouïe est en danger à partir de 85dB(A). Si le niveau de bruit est supérieur, l'exposition doit être de *plus courte durée*. Chaque fois que l'on augmente de 3 dB(A), *on divise le temps par 2* : « le risque est le même ».

Tableau II . 1 : Valeurs limites d'exposition au bruit

Niveau sonore dB(A)	Exposition/jour
85	8h
88	4h
91	2h
94	1h
97	1/2h
100	15 mn
103	7 min 30 s



II . 12 .2 .Les effets de bruit

- Effets auditifs
- Effets non auditifs
 - Physiologiques
 - Psychologique et comportemental
- Effets sur le travail, la performance et la sécurité

a. Ces effets dépendent de plusieurs facteurs

- Intensité en dB et la fréquence (les bruits aigus sont plus nuisibles que les sons graves)
- Type de bruit (continu, intermittent, soudain ou impulsif), les bruits impulsifs sont plus nocifs que les bruits continus –Durée d'exposition,
- Conditions locales : un travail bruyant, effectué en plein air, sera moins pénible en raison de l'absence de réverbérations sur les parois,
- Distance par rapport à la source sonore,
- Facteurs individuels : sensibilité individuelle (variable avec l'âge et la résistance physique), les antécédents médicaux...

b. Effets auditifs

- Fatigue auditive : sifflements d'oreilles, bourdonnements (acouphènes), une baisse de l'acuité auditive.
- L'exposition prolongée à des niveaux de bruits intenses détruit peu à peu les cellules ciliées de l'oreille interne.
- Elle conduit progressivement à une «surdité de perception » qui est irréversible.
- L'exposition à certains solvants «otologiques» peut amplifier ce phénomène.
- Surdité professionnelle

c. Effets non auditifs

Le bruit occasionne fatigue et troubles :

- du sommeil,
- du système nerveux : pertes de mémoire, baisse de l'attention et de la vigilance, mauvaise perception des informations, baisse du rendement intellectuel
- du comportement : agressivité, nervosité
- circulatoires (augmentation de la tension artérielle et du rythme cardiaque)
- de communication (non réception d'un ordre, d'un signal d'alarme)
- Diminution de la résistance des cellules auditives aux infections et aux substances toxiques.

d. Effets sur la performance et la sécurité

- Augmentation de la charge de travail (fatigue, pénibilité)
- Troubles de l'attention, de la mémoire
- G  ne des communications, des signaux de danger par le masque des signaux d'alarme
- Isolement
- Augmentation des risques d'accidents de travail

II . 12 .3 .Les mesures de protection contre le bruit**a. Réduction à la source (actions sur la machine)**

- Supprimer ou diminuer au maximum les sources du bruit dès la conception des équipements, machines ou outils par des changements techniques.
- Modifier les équipements déjà existants dans lesquels on a pu repérer l'origine du bruit

b. Réduction à la propagation (protections collectives)

- Traitement acoustique des locaux (matériaux absorbants, cloisons acoustiques)
- Encoffrement des machines
- Ecrans de protection
- Isolation anti-vibratile des machines

c. Réduction à la réception « Protections individuelles contre le bruit (PICB) »

- **Protecteurs passifs**
Ils fournissent un affaiblissement acoustique constant indépendamment du niveau sonore extérieur.

Protecteurs actifs

- Ils sont renforcés par un dispositif électroacoustique qui émet un son sensiblement identique au son résiduel sous le protecteur mais en opposition de phase.

II . 12 .4 .Autres enjeux

II . 12.4 .1 .Enjeux environnementaux

Pollution immédiate ou différée de l'eau, de l'air ou des sols. Si la pollution n'est pas maîtrisée assez vite, elle peut gagner les nappes phréatiques et contaminer toute la chaîne alimentaire (végétaux, animaux) et finalement les hommes.

Pour vous aider à maîtriser une pollution de l'eau ou des sols, vous pouvez utiliser des absorbants, des obturateurs, ou d'autres matériels antipollution selon le cas.

II . 12.4 .2 .Enjeux économiques

Dommages, détériorations, voire destruction des outils de travail et/ou pertes dues à l'arrêt forcé de l'activité industrielle. Pertes différées potentielles suite à une détérioration de l'image de l'entreprise (pollutions environnementales, accidents à répétition)

Pour protéger la santé et la sécurité des travailleurs et des équipements il faut évaluer les risques précédents

II . 13. Identification des Dangers et Evaluation des Risques

II . 12 .1 .Objective

L'identification de danger et l'évaluation des risques a les objectifs principaux suivants : [5]

- Apprendre les concepts de la perte des dangers, du risque et de l'évaluation des risques
- Savoir la différence entre le danger et le risque
- Apprendre les concepts de la causation de perte (modèle de causation de perte)
- Vue d'ensemble de l'identification de risque et de méthodes d'évaluation des risques
- Apprendre les outils pratiques, efficaces, opérationnels pour identifier des dangers
- Apprendre les méthodes pratiques, efficaces, et opérationnelles pour évaluer des risques de travail.
- Apprendre comment identifier et appliquer des méthodes efficaces pour réduire des risques aux niveaux acceptables outils opérationnels de gestion des risques).
- Apprendre comment communiquer efficacement des méthodes appropriées de gestion des risques à l'emplacement du travail de surveillance et au personnel de contrat
 - Apprendre comment s'assurer que des méthodes appropriées de gestion des risques est appliquées par le personnel d'emplacement du travail et pour s'assurer que des risques ont été réduits aux niveaux acceptables

II . 13 .2 . Identification du potentiel de danger

II . 13 .2 .1 . Potentiel de danger interne

La définition des potentiels de dangers internes doit être réalisée de la façon la plus, exhaustive possible en étudiant entre autres :

A. Les dangers liés aux produits

Il s'agit alors de qualifier les dangers (inflammabilité, Toxicité présentes par les produits présents ou susceptibles d'être présents sur le site en quantité suffisante pour être à l'origine d'un accident majeur. Dans le cadre de cet examen, il est également indispensable d'étudier les incompatibilités entre produits

B. Les conditions opératoires

Il s'agit d'identifier les conditions opératoires pouvant présenter un danger intrinsèque ou augmenter la gravité d'un accident potentiel Par exemple, il convient de repérer les installations fonctionnant à des pressions élevées ou encore les équipements intégrant des pièces tournant avec une énergie cinétique importante (compresseur par exemple).

C. Les réactions chimiques

Pour les procédés mettant en jeu des réactions physicochimiques, une classification des réactions permet de mettre en lumière les réactions présentant des risques d'emballement ou des réactions incontrôlées dangereuses. Il est alors important de spécifier les conditions température, pression, mélange...) à partir de laquelle les réactions chimiques peuvent devenir dangereuses.

II . 13 .2 .2 .potentiels de dangers externes

L'identification des potentiels de dangers extrêmes doit permettre de caractériser les risques d'agressions extrêmes sur le système. Si parfois un examen rapide de ces potentiels de dangers externes apporte des éléments de réponse satisfaisante, dans d'autres cas, il est nécessaire de mettre en œuvre des outils spécifiques. Cela peut notamment être le cas pour :

- les risques d'agressions sismiques
- les synergies d'accidents ou effets dominos
- Les risques liés à la foudre

II . 14 .Evaluation de risque pour des dangers identifiés (expositions de perte)

Il y a un certain nombre de méthodes pour évaluer les risques liés aux dangers identifiés, la plupart des méthodes suivent, les mêmes principes généraux de :

- Détermination de la sévérité des pertes potentielles, si une perte se produit en raison du danger identifié.
- Détermination de la fréquence d'exposition par le personnel, équipement et l'environnement, au danger identifié.
- Détermination de la probabilité d'une perte se produisant en raison du danger identifié étant présent pendant un événement

Il y a parfois des confusions entre les termes "fréquence" et "probabilité" La fréquence est indiquée dans les unités des événements par temps d'unité (par exemple mort par an, incident de temps de perte par mois). La probabilité est conditionnelle et est par événement :

Probabilité de quelque chose se produisant par événement (par exemple probabilité qu'un composant échoue quand une valve est ouverte

II . 15. Processus de la gestion du risque

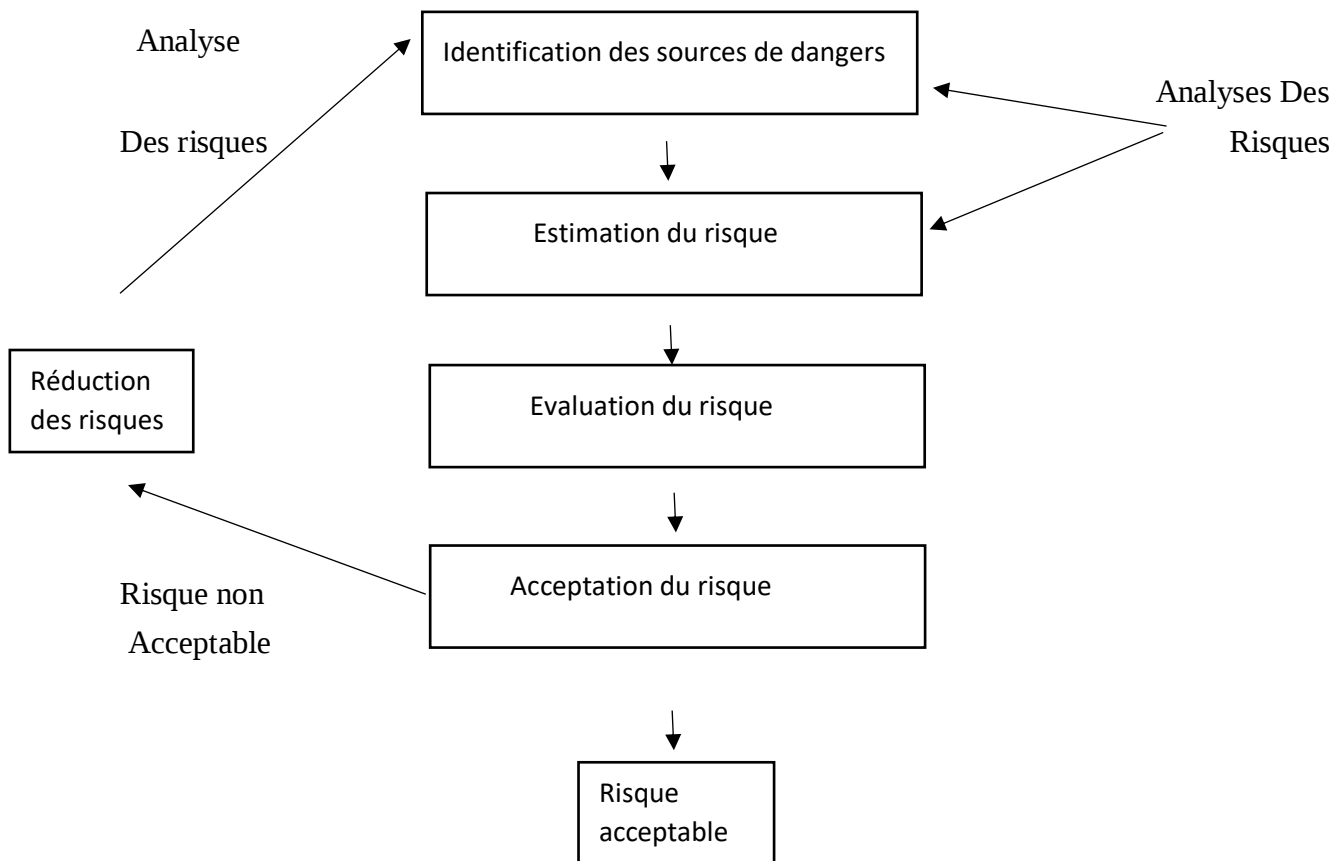


Figure II.2 : Processus de la gestion du risque [6]

II . 15 .1 . Analyse des risques

L'analyse des risques est définie comme l'utilisation des informations disponibles pour identifier les phénomènes dangereux et estimer le risque. L'analyse des risques vise tout d'abord à identifier les sources de dangers et les situations associées qui peuvent conduire à des dommages sur les personnes, l'environnement ou les Biens. Dans un second temps, l'analyse des risques permet de mettre en lumière les barrières de sécurité existante en vue de prévenir l'apparition d'une situation dangereuse (barrières de prévention) ou d'en limiter les conséquences (barrières de protection consécutivement à cette identification, il s'agit d'estimer les risques en vue de hiérarchiser, les risques identifiés au cours de l'analyse et de pouvoir comparer ultérieurement ce niveau de risque à un niveau jugé acceptable

Son estimation peut être effectuée de manière semi quantitative à partir :

- D'un niveau de probabilité que le dommage survienne.
- D'un niveau de gravité de ce dommage

Bien entendu, l'acceptation de ce risque est subordonnée à la définition préalable de critères d'acceptabilité du risque. Ainsi, la finesse dans l'estimation du risque dépend en partie de ces critères.

II . 15 .1 .1 .Echelles de probabilité et de gravité

Les échelles de probabilité et de gravité, utilisés pour une évaluation quantitative simplifiée des risques doivent être adaptées à l'installation étudiée. A cet égard, les exploitants possédant la meilleure connaissance de leurs installations, il est légitime de retenir les échelles de cotation choisies qu'ils proposent. Il faut néanmoins s'assurer que ces derniers sont bien adaptés à la problématique à traiter (étude des dangers, risques au poste de travail...)

Les tableaux suivants présentent des échelles de cotation en probabilité et gravité que l'INERIS (Institut National de l'Environnement Industriel et des Risques) utilise parfois pour l'analyse des risques d'accidents majeurs dans le cadre de l'étude des dangers

Niveau de la gravité	Cibles humaines	Cibles matérielles	Cibles environnements
4	Effets critiques (létaux ou irréversibles) sur au moins une personne à l'extérieur du site ou au niveau de zones occupées 2 du site Exemple : Au moins une victime à l'extérieur du site ou au moins deux victimes sur le site	Atteinte d'un bien équipement dangereux ou de sécurité à l'extérieur du site Atteinte d'un équipement dangereux ou d'un équipement de sécurité critique sur le site conduisant à une aggravation générale des conséquences	Atteintes critiques des zones vulnérables (ZNIEFF, points de captage...) avec répercussions l'échelle locale
3	Effets critiques (létaux ou irréversibles) limites à un poste de travail sur le site Exemple Une victime a un poste de travail occupé en permanence	Atteinte d'un équipement dangereux ou d'un équipement de sécurité critique sur le site conduisant à une aggravation générale des conséquences	Atteintes sérieuses à l'environnement nécessitant des travaux lourds de dépollution
2	Aucun effet ne critique au niveau des zones occupées ou postes de travail du site. Des effets peuvent être observés de façon très localisée Exemple : Effet critique pour une personne se trouvant de façon fortuite à proximité du siège de l'accident	Atteintes à des équipements dangereux du site sans synergie d'accidents ou a des équipements de sécurités non critiques	Atteintes limitées au site et nécessitant des travaux de dépollution minimales
1	Pas d'effets significatifs sur le personnel du site Exemple Aucun effet ou accident corporel sans arrêt de travail	Pas d'effets significatifs sur les équipements du site	Pas d'atteintes significatives à l'environnement

Tableau II.1 : Exemple d'échelle de cotation en gravité

Tableau 11.2 : Exemple de cotation en probabilité

Critères de choix		
Niveau de probabilité	Traduction qualitative	Traduction en barrières de sécurité
4	Evènement très probable dans la vie d'une sécurité Installation s'est déjà produite sur le site ou de d'une procédure de sécurité nombreuses fois sur d'autres sites	Performances limitées des barrières de sécurité Exemples Le non-respect d'une procédure de sécurité entraîne l'accident ou Barrières de sécurité mets-en place insuffisamment dimensionnées
3	Evènement probable dans la vie d'une installation ne s'est jamais produit de façon rapprochée sur site mais a été observé façon récurrente sur d'autres sites	Performances moyennes des barrières d'Au moins un contrôle permanent nécessaire Exemple : L'accident suppose le non-respect d'une procédure de sécurité et la défaillance d'un contrôle permanent
2	Evénement peu probable de la vie d'une installation. Ne s'est jamais produit de façon rapprochée sur le site mais quelques fois sur d'autres sites	Au moins une barrière de Sécurité indépendante Exemple : L'accident suppose le non-respect d'une procédure de sécurité, la défaillance d'un contrôle et la défaillance d'une barrière de sécurité indépendante
1	Evénement improbable dans la vie d'une Installation ne s'est jamais produit de façons rapprochée sur le (site mais très rarement sur d'autres sites	Performances des barrières d'une sécurité maximales Plusieurs barrières de sécurité indépendantes nécessaires (ou une barrière particulièrement performante) Exemple L'accident suppose le non-respect d'une procédure de sécurité, la défaillance d'un contrôle et la défaillance de plusieurs barrières de sécurité indépendantes (ou d'une barrière très performante)

Quel que soit le choix retenu pour la sélection des échelles de probabilité et de gravité, il convient d'observer les points suivants :

- Les échelles de cotation doivent être compatibles avec les objectifs fixés au départ de l'analyse. Dans le cas particulier d'une étude de dangers, l'échelle de gravité doit par exemple mesurer des critères relatifs à l'atteinte de personnes de l'environnement ou de biens et équipements à l'extérieur du site concerné.
- Une définition des échelles de cotation doit être acceptée par le groupe de travail avant le début de l'analyse en correspondance avec les objectifs à atteindre.

II . 15 .1 .2 . Grille de criticité

La grille de criticité permet au groupe de définir les couples (Probabilité : Gravité) correspondant à des risques justes inacceptables.

L'objectif de cet outil est bien entendu de mettre en lumière ces risques jugés inacceptables afin d'envisager des actions prioritaires pour réduire leur probabilité ou leur gravité.

La grille présentée ci-dessous est un exemple de grille utilisée par SAMHA Home Appliance dans le cadre de l'étude des dangers. Elle est compatible avec les échelles présentes dans les tableaux précédents

Tableau II.3 : Exemple de grille de criticité

Niveau de gravité					Niveau de probabilité
4	4	8	12	16	
3	3	6	9	12	
2	2	4	6	8	
1	1	2	3	4	
/	1	2	3	4	

Tableau II.4 Classification des risques

Classification des risques (risque= probabilité × gravité)						
Mineur	Moyen				Critique	inacceptable
1-4			6		8-9	12-16

II . 15.2 .Acceptation du risque

La définition de critères d'acceptabilité du risque est une étape-clé dans le processus de gestion du risque dans la mesure où elle va motiver la nécessité de considérer de nouvelles mesures de réduction du risque et rétroactivement, influencer les façons de mener l'analyse et l'évaluation des risques. Cette étape cruciale est bien souvent la plus délicate. Il est entendu que ces critères soient fonction du contexte de l'établissement concerné et des objectifs poursuivis dans la gestion des risques. A ce propos, la définition du risque tolérable Donne dans le guide ISO/CEI 51, transparaît la difficulté de retenir des critères objectifs et forfaitaires pour l'acceptation du risque.

➤ risque tolérable

Risque accepté dans un certain contexte et fondé sur les valeurs admises par la société. Ainsi, l'acceptation du risque peut dépendre de facteurs éthiques, moraux, économiques ou politiques. Pour ce qui concerne le domaine des risques accidentel, la décision d'acceptation des risques repose également dans les mains des autorités compétentes. Quels que soient les critères d'acceptation retenus, il est indispensable qu'ils soient connus et explicites préalablement toute phase d'analyse des risques.

II . 15 .3 .Réduction du risque

La réduction du risque (ou maîtrise du risque) désigne l'ensemble des actions ou dispositions entreprises en vue de diminuer la probabilité ou la gravité des dommages associés à un risque particulier. De telles mesures doivent être envisagées dès lors que le risque considéré est jugé inacceptable.

- De manière très générale, les mesures de maîtrise du risque concernent :

La prévention : c'est-à-dire réduire la probabilité d'occurrence de la situation de danger à l'origine du dommage.

La protection : Visant limiter la gravité du dommage considéré. Notons que, suivant cette définition, l'intervention pourra être considérée comme un moyen de protection. Des mesures de réduction du risque doivent être envisagées et mise en œuvre tant que le risque est jugé inacceptable.

II . 16 .Définition du système et des objectifs à atteindre

II . 16 .1 .Définition du système

L'analyse des risques est un travail qui peut s'avérer complexe et mobilise des ressources importantes. Dès lors, il est indispensable d'identifier clairement le système étudié et de déterminer sans ambiguïté les limites de l'étude. Il peut par exemple s'agir d'étudier les risques associés à une nouvelle installation devant être implantée, d'identifier les risques associés à la modification d'un procédé existant ou de passer en revue les risques à l'échelle d'un site industriel complet. Cette définition permet notamment de limiter la description du système aux informations nécessaires et suffisantes au champ de l'étude.

II . 16 .2 .Définition des objectifs à atteindre

La définition des objectifs de l'analyse des risques est une étape essentielle qui permet notamment de définir les critères d'acceptabilité des risques

- Il peut par exemple être nécessaire de mener une analyse des risques dans l'un des buts particuliers suivants :
- Analyser les risques d'accidents de manière générale et les événements pouvant la bonne marche du procédé (pannes, incidents...).
- Analyser plus spécifiquement les risques aux postes de travail (Code du travail).
- Analyser les risques d'accidents majeurs (cas de l'étude des dangers)

II . 17 .Les principaux outils d'analyse des risques

➤ **Les principaux outils d'analyse des risques d'accidents sont [7]:**

- L'Analyse Préliminaire des Risques (APR).
- L'Analyse des Mode de Défaillances, des leurs criticité.
- Effet et de leur criticité (AMDEC)
- L'Analyse des risques sur chemins type HAZOP ou (What-if)
- L'Analyse par arbres des défaillances
- Analyse par arbres d'évènements
- Le Nœud Papillon

II . 18. Conclusion

L'évaluation et la gestion des risques nécessitent non seulement une bonne connaissance des sciences et techniques, des normes et des textes de loi qui évoluent en permanence et oblige un suivi et une veille continue, mais aussi l'expérience et l'expertise des situations (acquisition des données et retour d'expérience)

La prise de décision peut être difficile, ainsi prévention, la formation et information complètes par un suivi des situations grâce à des stratégies IMR (Infant mortality rate) restent les outils incontournables, s'ils sont bien évidemment actualisés régulièrement.

Chapitre III

Présentation De La Méthode AMDEC

III . 1. Définition d'AMDEC

L'AMDEC (Analyse des Modes de Défaillance, de leurs Effets et de leur Criticité) est une méthode d'analyse prévisionnelle de la fiabilité qui permet de recenser les modes de défaillances potentielles dont les conséquences affectent le bon fonctionnement du moyen de production, de l'équipement ou du processus étudié, puis d'estimer les risques liés à l'apparition de ces défaillances, afin d'engager les actions correctives ou préventives à apporter lors de la conception, de la réalisation ou de l'exploitation du moyen de production, du produit ou du processus.

Il s'agit d'une technique d'analyse exhaustive (qui permet d'analyser à la fois les causes, les effets et leurs modes de défaillance) et rigoureuse de travail en groupe. Cette méthode est très efficace dès lors que l'on met en commun l'expérience et la compétence de chaque participant du groupe de travail.

L'AMDEC peut s'appliquer à tous les systèmes risquant de ne pas tenir les objectifs de fiabilité, maintenabilité, qualité du produit fabriqué et/ou de sécurité.

S'appuyant sur un raisonnement inductif (causes conséquences), pour l'étude organisée des causes, des effets des défaillances et de leur criticité (FMEA en anglais : Failure Mode and Effect Analysis).

III . 2. Historique et domaine d'application

La méthode initiale est appelée Analyse des modes de défaillance et de leurs effets (AMDE). Elle s'agit d'une méthode d'analyse préventive de la sûreté de fonctionnement (fiabilité, disponibilité, maintenabilité, sécurité). Développée aux Etats-Unis, dans l'industrie aéronautique, au début des années soixante, elle a pris son essor en Europe au cours des années soixante-dix dans l'industrie automobile, chimique, nucléaire. La méthode AMDEC a ajouté l'estimation de la dimension critique des risques.

L'AMDEC a été employée pour la première fois à partir des années 1960 dans le domaine de l'aéronautique pour l'analyse de la sécurité des avions et exactement en 1966 a été créé par la société Mc DONNELL DOGLAS la mise en œuvre s'est longtemps limitée à l'utilisation dans le cadre d'études de fiabilité sur du matériel. Bien qu'ayant subi de nombreuses critiques dues au coût et à la lourdeur de son application, elle reste néanmoins une des méthodes les plus répandues et l'une des plus efficaces. Elle est en effet de bien qu'ayant subi de nombreuses critiques dues au coût et à la lourdeur de son application, elle reste néanmoins une des méthodes les plus répandues et l'une des plus efficaces. Elle est en effet de plus en plus utilisée en sécurité, maintenance et disponibilité non seulement sur le matériel, mais aussi sur le système, le fonctionnel et le logiciel. [8]

Aussi est-elle maintenant largement recommandée au niveau international et systématiquement utilisé dans toutes les industries à risque, comme le nucléaire, le spatial et la chimie, dans le but de faire des analyses préventives de la sûreté de fonctionnement. Dans la ferroviaire, la méthode a été expérimentée sur le logiciel critique dans le cadre des projets SACEM de la RATP et MAGGALY de SEMALY. Une adaptation de cette méthode a donné naissance à la méthode AEEL (Analyse des effets des erreurs du Logiciel) qui ressemble beaucoup à l'AMDEC

La sûreté de fonctionnement

Est l'aptitude d'un système à remplir une ou plusieurs fonctions requises dans des conditions données ; elle englobe principalement quatre composantes : la fiabilité, la maintenabilité, la disponibilité et la sécurité. La connaissance de cette aptitude à remplir une ou plusieurs fonctions permet aux utilisateurs du système de placer une confiance justifiée dans le service qu'il leur assure. Par extension, la sûreté de fonctionnement désigne également l'étude de cette aptitude et peut ainsi être considérée comme la « science des défaillances et des pannes »

La fiabilité

La fiabilité est l'aptitude d'un composant ou d'un système à fonctionner pendant un intervalle de temps. Plus précisément, la fiabilité est l'aptitude d'une entité à accomplir une fonction requise, dans des conditions données, durant un intervalle de temps donné.

Le terme fiabilité est également utilisé pour désigner la valeur de la fiabilité et peut être définie comme une probabilité. C'est alors la probabilité pour qu'une entité puisse accomplir une fonction requise, dans des conditions données, pendant un intervalle de temps donné. La notion de fiabilité est associée à celle de taux de défaillance [9].

La maintenabilité

La maintenabilité est l'aptitude d'un composant ou d'un système à être maintenu ou remis en état de fonctionnement. Plus précisément, la maintenabilité est dans des conditions données d'utilisation, l'aptitude d'une entité à être maintenue ou rétablie dans un état où elle peut accomplir une fonction requise, lorsque la maintenance est accomplie dans des conditions données, en utilisant des procédures et des moyens prescrits (la prise en considération de l'aptitude du système de soutien à maintenir ou à remettre en état l'entité est du domaine du soutien logistique intégré - SLI).

Le terme maintenabilité est également utilisé pour désigner la valeur de la maintenabilité. C'est alors, pour une entité donnée, utilisée dans des conditions données d'utilisation, la probabilité pour qu'une opération de maintenance active puisse être effectuée pendant un intervalle de temps donné, lorsque la maintenance est assurée dans des conditions données et avec l'utilisation de procédures et des moyens prescrits.

La disponibilité

La disponibilité est l'aptitude d'un composant ou d'un système à être en état de marche à un instant donné.

Plus précisément, la disponibilité est l'aptitude d'une entité à être en état d'accomplir une fonction requise dans des conditions données, à un instant donné, en supposant que la fourniture des moyens nécessaires est assurée.

Le terme disponibilité est également utilisé pour désigner la valeur de la disponibilité et peut être définie comme une probabilité. C'est alors la probabilité pour qu'une entité puisse accomplir une fonction requise, dans des conditions données, à un instant donné.[10]

La sécurité

La sécurité est l'aptitude d'une entité à ne pas conduire à des accidents inacceptables.

Plus précisément, la sécurité est l'aptitude d'un produit à respecter, pendant toutes les phases de vie, un niveau acceptable de risques d'accidents susceptibles de causer une agression du personnel ou une dégradation majeure du produit ou de son environnement.

III . 3 .Objectifs de l'AMDEC

- Détecter les risques de défaillance et leurs effets d'un produit ou d'un procédé.

- Définir les actions à entreprendre pour éliminer ou réduire ces échecs et leurs effets.
- Définir les actions à entreprendre pour détecter et empêcher les causes de ces échecs.
- Documenter les actions entreprises pour la revue d'un processus.
- Améliorer le fonctionnement d'un produit et la performance des procédés.

III . 4. Types D'AMDEC

Il existe globalement sept types d'AMDEC suivant que le système analysé est:

- Le produit fabriqué par l'entreprise.
- Le processus de fabrication du produit de l'entreprise.
- Le moyen de production intervenant dans la production du produit de l'entreprise.
- Service.
- Sécurité.
- Flux.
- Tâche.

III . 4.1 . AMDEC Produit :

L'AMDEC-Produit est utilisée pour l'aide à la validation des études de définition d'un nouveau produit fabriqué par l'entreprise. Elle est mise en œuvre pour évaluer les défauts potentiels du nouveau produit et leurs causes. Cette évaluation de tous les défauts possibles permettra d'y remédier, après hiérarchisation, par la mise en place d'actions correctives sur la conception préventive sur l'industrialisation.

III . 4 .2 . AMDEC Processus

L'AMDEC-processus est utilisée pour étudier les défauts potentiels d'un produit nouveau ou non, engendrés par le processus de fabrication. Elle est mise en œuvre pour évaluer la fabrication.

S'il s'agit d'un nouveau procédé, l'AMDEC-processus en permettra l'optimisation, en visant la suppression des causes de défaut pouvant agir négativement sur le produit. S'il s'agit d'un procédé existant, l'AMDEC-Processus en permettra l'amélioration.

III . 4 .3 . AMDEC Moyen de production

L'AMDEC - Moyen de production, plus souvent appelée AMDEC-Moyen, permet de réaliser l'étude du moyen de production lors de sa conception ou pendant sa phase d'exploitation.

À la conception du moyen de production, la réalisation d'une AMDEC permet de faire le recensement et l'analyse des risques potentiels de défaillance qui auraient pour conséquence d'altérer la performance globale du dispositif de production, l'altération de performance pouvant se mesurer par une disponibilité faible du moyen de production.

Dans ce cas de figure, l'analyse est conduite sur la base des plans et/ou prototypes du moyen de production. L'objectif est généralement ici de :

- modifier la conception.
- lister les pièces de rechange.
- prévoir la maintenance préventive

Pour un moyen de production en cours d'exploitation, la réalisation d'une AMDEC permet l'analyse des causes réelles de défaillance ayant pour conséquence l'altération de la performance du dispositif de production. Cette altération de performance se mesure par une disponibilité faible du moyen de production.

Dans ce cas de figure, l'analyse est conduite sur le site, avec des récapitulatifs des pannes, les plans, les schémas, etc. L'objectif est généralement ici de :

- Connaître l'existant ;
- Améliorer ;
- Optimiser la maintenance (gamme, procédures, etc.) ;
- Optimiser la conduite (procédures, modes dégradés, etc.).

III . 4 .4 . AMDEC service

S'applique pour vérifier que la valeur ajoutée réalisée dans le service correspond aux attentes des clients et que le processus de réalisation de service n'engendre pas de défaillances.

III . 4 .5 . AMDEC sécurité

S'applique pour assurer la sécurité des opérateurs dans les procédés ou il existe des risques pour ceux-ci.

III . 4 .6 . AMDEC flux

Permet d'anticiper les risques liés aux ruptures de flux matière ou d'informations, les délais de réaction ou de correction, les coûts inhérents au retour à la normale.

III . 4 .7 . AMDEC tâche

L'analyse des tâches vise des opérateurs ou un groupe de personnes devant effectuer une tâche déterminée. Cette tâche est subdivisée en sous-tâche.

L'analyse des tâches peut être effectuée par une personne expérimentée qui observe l'opérateur et prend note des actes dangereux éventuels. L'analyse des tâches peut être appliquée sous la forme d'un entretien ou d'une discussion entre les différents opérateurs où on essaye de détecter les dangers éventuels au moyen d'un brainstorming.

Alors que la série précédente de méthodes essayait de détecter les déficiences technologiques, on peut avec l'analyse des tâches s'intéresser aussi aux aspects ergonomiques et psychosociaux du travail. La méthode peut être utilisée lors de la conception d'une installation ou pour une installation existante. On peut y recourir pour établir des procédures de travail mais aussi pour donner à un opérateur déjà expérimenté un rappel des procédures.

Cette méthode présente l'inconvénient de dépister difficilement les incidents exceptionnels.

Elle est également moins appropriée pour détecter les dangers qui surviennent du fait de la combinaison de tâches partielles effectuées à différents postes de travail.

III . 5. La méthode AMDEC se déploie en 4 étapes

- La préparation
- La décomposition fonctionnelle
- La phase d'analyse
- La mise en place et le suivi des plans d'action

III . 5.1 . La préparation

À ce stade, il convient de définir le périmètre et les objectifs de l'analyse ainsi que les participants (typologie, nombre, niveau de compétence, etc....) et leur niveau de contribution (participation aux réflexions, suit des plans d'action etc....).

La phase de préparation est aussi le moment où l'on met en place les outils nécessaires à l'analyse. Une grille permet de formaliser sur un même document les points-clés de l'étude AMDEC (analyse des modes de défaillance / risques, évaluation, cotations, plans d'action, etc...).

III . 5.2 . La décomposition fonctionnelle

Il s'agit d'identifier clairement les éléments à étudier et les fonctions / phases à étudier :

- les fonctions de la machine, dans le cas d'une AMDEC Moyen de production ;
- les fonctions du produit, dans le cas d'une AMDEC Produit ;
- les phases du processus, dans le cas d'une AMDEC Processus
- Le but étant d'analyser, pour chaque fonction, les risques de dysfonctionnement.
- L'analyse fonctionnelle facilite grandement l'analyse des défaillances et permet au groupe de travail d'adopter un langage commun et d'obtenir un découpage clair des fonctions ou phases sujettes à analyse.

III . 6. Principe d'AMDEC

L'Analyse des Modes de Défaillance et de leurs Effets repose notamment sur les concepts de : [11]

Défaillance

Une défaillance est la cessation de l'aptitude d'une entité à accomplir une fonction requise (Norme X 60-500). Une défaillance désigne tout ce qui paraît anormal, tout ce qui s'écarte de la norme de bon fonctionnement.

➤ **Mode de défaillance**

Un mode de défaillance est la manière par laquelle un dispositif peut venir à être défaillant, c'est-à-dire à ne plus remplir sa fonction.

Le mode de défaillance est toujours relatif à la fonction du dispositif. Il s'exprime toujours en termes physiques

➤ **Cause de défaillance**

Une cause de défaillance est-il l'événement initial pouvant conduire à la défaillance d'un dispositif par l'intermédiaire de sa mode de défaillance. Plusieurs causes peuvent être associées à un même mode de défaillance. Une même cause peut provoquer plusieurs modes de défaillance.

➤ **Effet d'un mode de défaillance**

Soit les conséquences associées à la perte de l'aptitude d'un élément à remplir une fonction requise.

➤ **Le Déroulement**

De manière très schématique, une AMDEC se déroule sous la forme suivante :

1. Dans un premier temps, choisir un élément ou un composant du système.
2. Retenir un état de fonctionnement (fonctionnement normal, arrêt...).
3. Pour cet élément ou composant et pour cet état, retenir un premier mode de Défaillance.
4. Identifier les causes de ce mode de défaillance ainsi que ses conséquences tant au niveau du voisinage du composant que sur tout le système.

5. Examiner les moyens permettant de détecter le mode de défaillance d'une part, et ceux prévus pour en prévenir l'occurrence ou en limiter les effets,
6. Procéder à l'évaluation de la criticité de ce mode de défaillance (probabilité et de gravité).
7. Prévoir des mesures ou moyens supplémentaires si l'évaluation du risque en montre la nécessité
8. Vérifier que le couple (P, G) peut être jugé comme acceptable
9. Envisager un nouveau mode de défaillance et reprendre l'analyse au point 4)
10. Lorsque tous les modes de défaillance ont été examinés, envisager un nouvel état de fonctionnement et reprendre l'analyse au point 3).
11. Lorsque tous les états de fonctionnement ont été considérés, choisir un nouvel élément ou composant du système et reprendre l'analyse au point 2).

Le suivi

Le suivi est un aspect fondamental pour le succès de la mise en œuvre de l'AMDEC. Pour toutes les mesures décidées, des responsables ont été désignés et un plan d'action permet de définir les actions précises découlant des modifications envisagées. Le suivi va permettre de vérifier que toutes les actions décidées ont été réalisées et que les nouvelles valeurs de criticité sont effectivement atteintes. Pour avoir une image globale du degré de confiance que l'on peut donner au moyen de production

III . 7. Les deux aspects de la méthode AMDEC

III . 7.1 . L'aspect qualitatif

De l'étude consiste à recenser les défaillances potentielles des fonctions du système étudié, de rechercher et d'identifier les causes des défaillances et d'en connaître les effets qui peuvent affecter les clients, les utilisateurs et l'environnement interne ou externe.

III . 7.2 . L'aspect quantitatif

Consiste à estimer le risque associé à la défaillance potentielle. Le but de cette estimation est l'identification et la hiérarchisation des défaillances potentielles. Celles-ci sont alors mises en évidence en appliquant certains critères dont, entre autres, l'impact sur le client. La hiérarchisation des modes de défaillance par ordre décroissant, facilite la recherche et la prise en actions prioritaires qui doivent diminuer l'impact sur les clients ou qui élimineraient complètement les causes des défauts potentiels. [11]

III . 8 .Exemple d'un tableau de type AMDEC

Tableau III.1 : Exemple d'un tableau de type AMDEC. [12]

système			Sous système							Page
composant	Fonctions Et états	Modes de défaillance	Causes de défaillance	Moyen de détection		criticité				ACTION PREVENTIVE
						F	G	N	C	

Composant (colonne 1)

Concrètement, il s'agit de passer en revue chaque équipement ou composant identifié lors de la description fonctionnelle. Il est généralement utile de repérer l'équipement considéré à partir des données fournies dans des diagrammes ou autres plans.

Fonctions et Etats (colonne 2)

Pour chacun des équipements, il s'agit de lister ses fonctions et états de fonctionnement. Ces fonctions et états sont normalement identifiés au cours de la description fonctionnelle. Afin de mener l'analyse de la manière la plus complète possible, il est indispensable de considérer l'ensemble des états susceptibles de survenir au cours de l'exploitation.

Modes De Défaillance (colonne 3)

Pour chaque équipement et en fonction de l'état de fonctionnement, le groupe de travail doit envisager de manière systématique les modes de défaillances possibles (Colonne 3). La définition des modes possibles de défaillance pour un équipement peut être réalisée à partir du retour d'expérience associé à l'exploitation d'équipements similaires, de tests ou essais...

Par ailleurs, les modes de défaillance considérés devront tenir compte :

- Des utilisations du système.
- Des caractéristiques de l'équipement considéré.

Du mode de fonctionnement.

- Des délais fixés.

De l'environnement des spécifications relatives au fonctionnement.

Quel que soit le type d'équipement considéré, la liste suivante facilite l'identification des modes de défaillance par le groupe de travail.

Tableau III.2 : Modes de défaillance généraux

1	Fonctionnement prématuré
2	Ne fonctionne pas au moment prévu
3	Ne s'arrête pas au moment prévu
4	Défaillance en fonctionnement

De plus, cette même norme propose une liste-guide de modes de défaillance génériques, qui permet d'aider le groupe de travail dans l'analyse. Cette liste est reprise ci-après. Elle présente une série de modes de défaillance génériques pouvant s'appliquer en théorie à tous les cas de figure envisageables. Néanmoins, elle pourra être utilement complétée en vue de tenir compte des spécificités du système étudié. [12]

Tableau III.3 : Modes de défaillance génériques

1	Défaillance structurelle (rupture)	19	Ne s'arrête pas
2	Blocage physique ou coincement	20	Ne démarre pas
3	Vibrations	21	Ne commute pas
4	Ne reste pas en position	22	Fonctionnement prématuré
5	Ne s'ouvre pas	23	Fonctionnement après le délai prévu (retard)
6	Ne se ferme pas	24	Entrée erronée (augmentation)
7	Défaillance en position ouverte	25	Entrée erronée (diminution)
8	Défaillance en position fermée	26	Sortie erronée (augmentation)
9	Fuite interne	27	Sortie erronée (diminution)
10	Fuite externe	28	Perte de l'entrée
11	Dépasse la limite supérieure tolérée	29	Perte de la sortie
12	Est en dessous de la limite inférieure tolérée	30	Court-circuit (électrique)
13	Fonctionnement intempestif	31	Circuit ouvert (électrique)
14	Fonctionnement intermittent	32	Fuite (électrique)
15	Fonctionnement irrégulier	33	Autres conditions de défaillance

			exceptionnelles suivant les caractéristiques du système, les conditions de fonctionnements et les contraintes opérationnelles
16	Indication erronée		
17	Ecoulement réduit		
18	Mise en marche erronée		

Causes des défaillances (colonne 4)

Pour chaque mode de défaillance, le groupe de travail doit ensuite identifier les causes conduisant à ce mode de défaillance. Un mode de défaillance peut résulter de plusieurs causes, qu'il convient donc d'inventorier et de numéroté pour plus de facilité.

La liste présentée dans le tableau (Tableau III.4) permet également de préciser des causes de défaillance dans la mesure où ces causes peuvent parfois s'apparenter à des modes de défaillance.

Par exemple, un mode de défaillance d'une vanne devant se fermer peut être « Ne se ferme pas >> (mode de défaillance n°6). Une des causes de ce mode de défaillance peut être un blocage physique ou coincement (mode de défaillance n°2).

Enfin, il convient de tenir compte des défaillances possibles sur les équipements adjacents du système. L'évaluation des effets d'une défaillance d'un élément peut effectivement conduire à l'occurrence d'un mode de défaillance sur un autre élément du système. Il est ainsi nécessaire de veiller à l'adéquation entre les effets de défaillance considérés au cours de l'analyse et les causes d'autres modes de défaillance envisagés.

Effets des défaillances (colonnes 5)

De la même façon que le groupe de travail s'est attaché à identifier les causes potentielles de défaillance, il doit examiner les conséquences de cette défaillance, au niveau du composant lui-même tout d'abord, puis au niveau du système global.

Moyens de détection (colonne 6)

Pour le mode de défaillance envisagé, le groupe de travail examine et consigne ensuite les moyens prévus pour détecter ce mode de défaillance.

Evaluation de la criticité (colonnes 7)

Lorsque l'AMDE (globale ou pour un composant) a été réalisée, une cotation des risques est effectuée pour toutes les défaillances précédemment identifiées.

La criticité est une évaluation quantitative du risque constitué par le scénario (mode-cause-effet-détection) de défaillance analysée. La criticité est évaluée à partir de là à partir de l'estimation des indices de fréquences, de gravité et de non-détection.

- Indice 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 défaillance. L'indice F est déterminé à partir du barème de cotation tableau la note octroyée est comprise entre 1 et 4.

Tableau III.4 - Indice de Fréquence

Valeur de F	Fréquence d apparition de la défaillance
1 Extrêmement rare	Défaillance pratiquement inexistante sur des installations similaires en exploitation, au plus un défaut sur la durée de vie de l'installation.
2 rare	Défaillance rarement apparut sur du matériel similaire existant en exploitation (exemple : un défaut par an), Ou composant d'une technologie nouvelle pour lequel toutes les conditions sont théoriquement réunies pour prévenir la défaillance, mais il n'y a pas
3 Occasionnelles	Défaillance occasionnellement apparut sur du matériel similaire existant en exploitation (exemple : un défaut par trimestre).
4 Fréquent	Défaillance fréquemment apparue sur un composant connu ou sur du matériel similaire existant en exploitation (exemple : un défaut par mois), ou composant d'une technologie nouvelle pour lequel toutes les conditions ne sont pas réunies pour prévenir la défaillance, et il

- Indice G relatif aux conséquences provoquées par l'apparition du mode l'indice sanctionne uniquement l'effet le plus grave produit par le mode de défaillance même lorsque plusieurs effets ont été identifiés. L'indice G est déterminé à partir du barème suivant

La note octroyée est comprise entre 1 et 4.

Tableau III.5- Indice de gravité

Valeurs de G	Gravité de la défaillance
1 Mineur	Il n'y a ni dégradation sensible de performance du système ni interruption de la mission
2 Significatifs	Il y'a dégradation sensible de performance du système, pouvant entraîner l'interruption de la mission, mais il n'y a pas des blessures des personnes, ni endommagement notable des biens ou du système.
3 Critiques	Il peut y avoir blessure des personnes et endommagement notable des biens ou du système. Nous considérons aussi comme critique toute situation qui exige une action correctrice immédiate pour assurer cette survie.
4 Catastrophiques	Il y'a destruction du système et/ou plusieurs graves et/ou mort des personnes.

Indice D :

Relatif à la possibilité de détecter la défaillance (couple mode de demande cause) avant qu'elle ne produise l'effet. L'indice D est déterminé à partir du barème de tableau III. 7. La note est comprise entre 1 et 4

Tableau III. 6 - Indice de non-détection D

Valeurs de D	Non détection de la défaillance
1	Les dispositions prises assurent une détection totale de la cause initiale ou du mode de défaillance, permettant ainsi d'éviter l'effet le plus grave provoqué par la défaillance pendant la production
2	Il existe un signe avant-coureur de la défaillance mais il y a risque que ce signe ne soit pas perçu par l'opérateur. La détection est exploitable (1)

3	La cause et/ou le mode de défaillance sont difficilement décelables ou les éléments de détection sont peu exploitables. La détection est faible
4	Rien ne permet de détecter la défaillance avant que l'effet ne se produise : il s'agit du cas sans détection
(1) Signes avant-coureurs : bruit, vibration, accélération jeu anormal, échauffement, visuel...	

Indice C :

$C = F.G.D$

Qui permettra de hiérarchiser les défaillances et de recenser celles dont le niveau de criticité est supérieur à une limite constante et caractéristique du dispositif considéré. Il peut être contractuellement imposé. Le seuil de criticité varie en fonction des objectifs de fiabilité ou des techniques traités. À titre indicatif, la norme CNOMO E41.50, 530.N fait référence aux seuils de criticité suivante :

- 12, lorsque les objectifs de fiabilité sont sévères.
- 16, cas le plus souvent utilisé pour les organes mécaniques.
- 24, sur des composants électriques ou électroniques, où l'indice de non-détection est presque toujours égal à 4.

Des lors que l'indice de criticité dépasse le seuil prédéfini, la défaillance analysée fera l'objet d'une action corrective.

De La même manière, des actions correctives sont engagées si les indices G ou F sont supérieurs ou égaux à la valeur 4 et ce même si l'indice de criticité n'atteint pas le seuil fixé. En résumé, un point critique existe si :

- La criticité de la défaillance dépasse le seuil prédéterminé. L'indice de gravité de la défaillance est supérieur ou égal à 4.
- l'indice de fréquence de la défaillance est égal à 4.

Tableau III.7 : Matrice de criticité

Gravite 4	4.1	4.2	4.3	4.4
Gravite 3	3.1	3.2	3.3	3.4
Gravite 2	2.1	2.2	2.3	2.4
Gravite 1	1.1	1.2	1.3	1.4
	Fréquence 1	Fréquence 2	Fréquence 3	Fréquence 4

III . 9. Limites et Avantages

L'AMDEC s'avère très efficace lorsqu'elle est mise en œuvre pour l'analyse de défaillances simples d'élément conduisant à la défaillance globale du système de par son caractère systématique et sa maille d'étude généralement fine, elle constitue un outil précieux pour l'identification de défaillances potentielles et les moyens d'en limiter les effets ou d'en prévenir l'occurrence.

Comme elle consiste à examiner chaque mode de défaillance, ses causes et ses effets pour les différents états de fonctionnement du système, l'AMDEC permet d'identifier les modes communs de défaillances pouvant affecter le système étudié. Les modes communs de défaillances correspondent à des événements qui de par leur nature ou la dépendance de certains composants, provoquent simultanément des états de panne sur plusieurs composants du système.

Les pertes d'utilités ou d'agressions externes majeurs constituant généralement des modes communs de défaillance.

Dans le cas de systèmes particulièrement complexes comptant un grand nombre de composants ; l'AMDEC peut être très difficile à mener et particulièrement fastidieuse compte tenu du volume important d'informations à traiter. Cette difficulté est décuplée lorsque le système considéré comporte de nombreux états de fonctionnement.

Par ailleurs, l'AMDEC considère des défaillances simples et peut être utilement complétées, selon les besoins de l'analyse, par des méthodes dédiées à l'étude de défaillances multiples comme l'analyse par arbre des défaillances par exemple.

III . 10. Conclusion

L'analyse AMDEC est une recherche longue mais fructueuse qui s'intègre parfaitement dans une démarche d'analyse et de prévention des risques. En outre, la formalisation induite par la grille d'analyse permet de conserver et de capitaliser les informations relatives aux caractéristiques des moyens de production, des produits et des processus.

Chapitre IV

Application de la Méthode AMDEC Sur Un Séparateur des huiles

IV .1 . Introduction

L'AMDEC est une technique d'analyse qui parle de l'examen des causes possibles de défaillance des éléments d'un système pour aboutir aux effets de ce système. Cette méthode peut s'appliquer à un produit, un procédé ou à un moyen de production (machine).

Dans ce chapitre, on applique cette méthode sur un séparateur d'huile (Alfa Laval), dans le but de faire sortir les actions correctives à mettre en place.

IV .2 .Démarche pratique de l'AMDEC sur le séparateur Alfa Laval

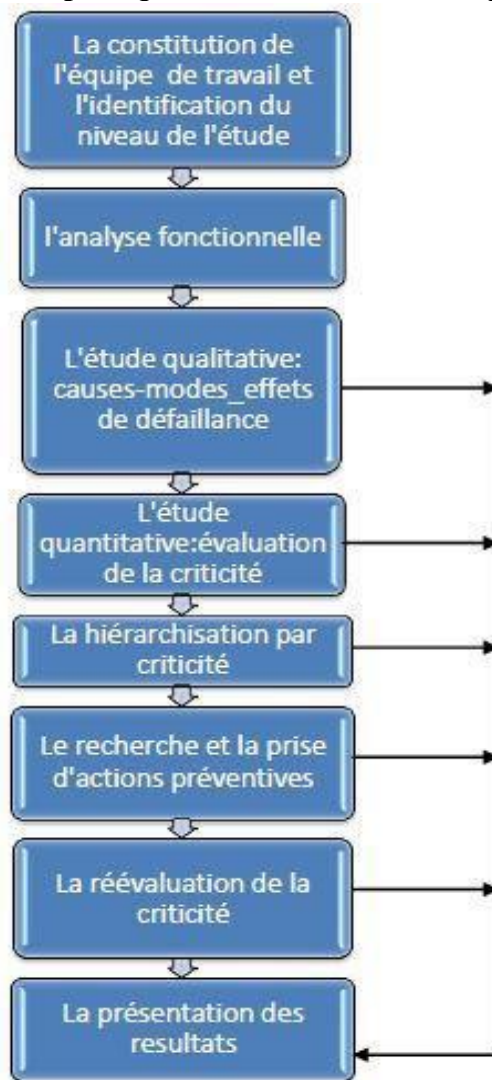


Figure IV.1 : La démarche AMDEC

IV .2 .1 . Initialisation

La préparation de l'analyse doit permettre de cerner le périmètre de l'étude et de déterminer les objectifs associés à l'analyse.

a) Le système étudié est le séparateur Alfa Laval PX90.

b) Le groupe de travail est composé : d'un ingénieur de maintenance, un méthodiste...

Pendant notre stage d'un mois à l'entreprise ENAL, notre groupe s'est réuni, afin d'analyser les causes les plus probables des défaillances ainsi que leurs effets sur le système. C'est aussi pour mettre en valeur un retour d'expérience car il est le seul à nous permettre la mise au point du barème de cotation (fréquence, gravité et la non détection).

c) Nos objectifs sont :

- L'identification des causes de dysfonctionnement et la détermination d'actions correctives visant à éradiquer les dysfonctionnements connus.
- Elaboration et suivi d'un plan de maintenance.
- Définition des points les plus critiques du séparateur.

d) Nos supports de travail dans cette étude sont :

- L'historique de maintenance.
- L'historique de production.
- L'historique des pannes.
- L'historique de pièces de rechanges.
- La documentation technique (notice d'utilisation, manuel technique).
- L'expérience du personnel du service maintenance.
- Les rapports des travaux exécutés chaque mois.
- Le constructeur (la sous-traitance).

IV .2 .2 . L'analyse fonctionnelle

En se basant sur l'analyse fonctionnelle pour modéliser de manière structurée la centrifugeuse de sorte à favoriser la compréhension de son fonctionnement et à faciliter les analyses critiques de celle-ci.

En principe la raison d'être d'un équipement est unique et réalise une seule fonction.

Pour réaliser cette fonction principale, un ensemble des composants, en interaction est nécessaire. Les systèmes sont des regroupements fonctionnels des sous-systèmes qui assurent des fonctions de rang élevé pour contribuer à la réalisation de la fonction principale.

La décomposition fonctionnelle se présente très souvent sous forme d'une arborescence hiérarchisée à plusieurs niveaux.

- Le moteur électrique entraîne l'arbre horizontal qui transmet le mouvement vers l'arbre vertical avec les roues dentées.
- La garniture mécanique et différents joints assurent l'étanchéité du séparateur.

IV .2 .3 . Décomposition fonctionnelle

Nous avons décomposé le séparateur selon son mode de fonctionnement en sept parties :

- Partie commande
- Partie entraînement
- Partie transmission
- Partie étanchéité
- Partie séparation
- Partie mesure
- Partie lubrification et refroidissement

IV .2 .4 . La hiérarchisation par criticité

Dans ce cas les défaillances peuvent être classées en deux catégories par comparaison

- Au seuil de la criticité.

Défaillance critique

- Pour lesquelles $C >$ seuil de criticité.

Défaillance non critique

- Pour lesquelles $C <$ seuil de criticité.

Souvent, on considère comme critique une défaillance dont la gravité est importante

(Maximum), sauf si les deux critères (la fréquence et la non détection) sont égaux à **1**. Dans notre application on considère le **seuil de la criticité =12**.

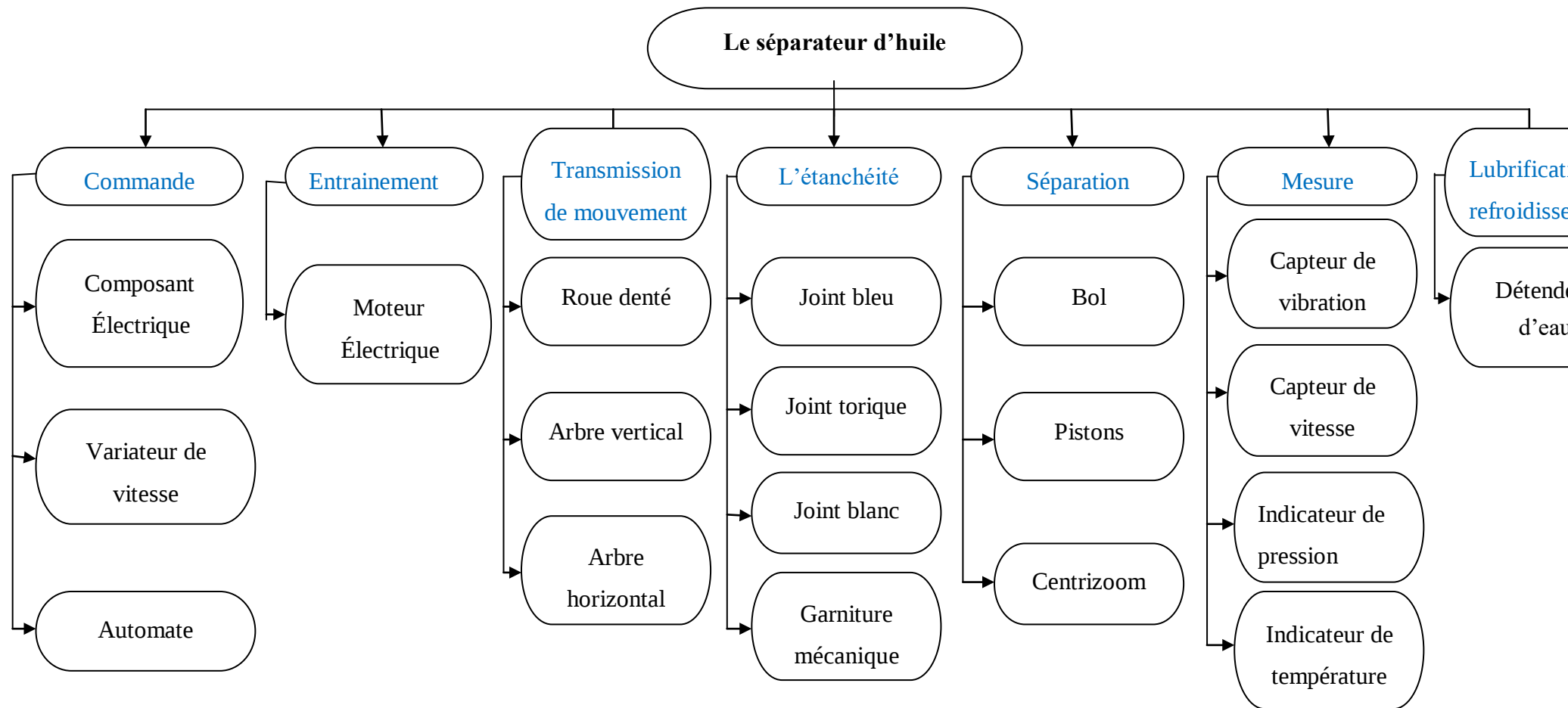


Figure IV.2 : Décomposition fonctionnelle du séparateur d'huile

Tableau IV. 1 : Barème de cotation des critères fréquence, gravité et non détection

Cotation	1	2	3	4
F	Taux d'apparition très faible : moins d'une défaillance par an	Taux d'apparition faible : $3\text{mois} < F < 6\text{mois}$	Taux d'apparition moyen $1\text{sem} < F < 3\text{mois}$	Taux d'apparition important : plusieurs défaillances par semaine
G	Durée mineure : aucune dégradation notable du matériel, durée d'intervention $t < 10\text{min}$	Durée moyenne nécessite une remise en état de courte durée $10\text{min} < t < 30\text{min}$	Durée majeure nécessite une intervention de longue durée $30\text{min} < t < 90\text{min}$	Durée catastrophique très critique nécessite une grande intervention $t > 90\text{min}$
D	Evidente défaillance précocement détectable	Possible : il existe un signe avant-coureur de la défaillance	Importante défaillance difficilement détectable	Impossible : défaillance indétectable

Tableau IV.2 : Echelle de criticité

Niveau de criticité	Actions à engager
1 <C<12 Criticité négligeable	-Aucune modification de conception. -Maintenance corrective.
12 <C<24 Criticité moyenne	-Amélioration des performances de l'élément. -Maintenance préventive systématique.
24 < C < 48 Criticité élevée	-Révision de la conception du sous-ensemble et du choix des éléments. -Surveillance particulière. -Maintenance préventive conditionnelle/prévisionnelle.
48 <C<64 Criticité interdite	-Remise en cause complète de la conception.

Tableau IV.3 : Application de l'AMDEC Machine sur la partie commande

Date de l'analyse:	AMDEC MACHINE – ANALYSE DES MODES DE DÉFAILLANCE, DE LEURS EFFETS ET DE LEUR CRITICITÉ					Phase de fonctionnement :		Nom :		
	Système : Séparateur d’huile		Sous - Ensemble : Partie commande							
Élément	Fonction	Mode de Défaillance	Cause de la défaillance	Effet de la défaillance	Détection	Criticité				Action Corrective
						F	G	D	C	
Variateur de vitesse	Commande	Endommagement Grillé	Surchauffe	-Perte de commande - Mauvais rapport de vitesse - Vibration	-Contrôle - Bruît anormal	3	3	1	9	-Vérification et réglage de variateur -Changement des variateurs de vitesse
Automate (CPU)	Commande	-Programme désactivé - Blocage	Durée de vie	Perte de Commande	Contrôle	3	3	3	27	-Vérification et réglage de l’automate - Changement de l’automate -Chargement du programme
Fils	Transmission de puissance (commande)	-Débranchement -Coupure	Influence de l’environnement	Pas de transmission de puissance	-Visuel -Appareil	2	2	2	8	Changement des câbles
Fusible percuteur	à Protection des personnes et des installations électriques (commande)	Blocage de percuteur	Durée de vie	-Echauffement de moteur - Vibration	Visuel	1	3	1	3	Changement de fusible à percuteur

Contacteur	Commande de moteur à distance	Usure des contacts	-Mauvais serrage -Court-circuit	Pas de transmission de puissance	Visuel	1	3	2	6	Serrage périodique de contacteur
Date de l'analyse:	AMDEC MACHINE – ANALYSE DES MODES DE DÉFAILLANCE DE LEURS EFFETS ET DE LEUR CRITICITÉ					Phase de fonctionnement :				Nom :
	Système : Séparateur d'huile		Sous - Ensemble : Partie commande							
Élément	Fonction	Mode de Défaillance	Cause de la défaillance	Effet de la défaillance	Détection	Criticité				Action Corrective
						F	G	D	C	
Bouton poussoir	Mise en marche (commande)	Détérioration	Durée de vie	Pas de commande	Visuel	2	2	1	4	Changement de bouton poussoir
Disjoncteur	Protection des appareils (commande)	Usure des contacts	-Mauvais serrage -Court-circuit	Pas de transmission de puissance	Visuel	1	3	2	6	Changement de disjoncteur
Relais thermique	Reliage auxiliaire du circuit électrique (commande)	-Usure des contacts -Bobinage grillé	-Durée de vie - Surcharge du courant	Pas de transmission de puissance	Visuel	2	2	1	4	Changement de relais thermique
Autre composant électrique	Commande	-Surchauffé -Grillé -Endommagement	-Durée de vie - Surchauffe -Ampérage élevé	Perte de commande	Contrôle	1	3	1	3	-Changement des composants Vérification de la tension

Nous remarquons que dans cette partie commande, l'élément le plus sensible est l'automate avec une criticité importante C=27, tous les autres ont une criticité inférieure à 9.

Tableau IV.4 Application de l'AMDEC machine sur la partie Entraînement

Date de l'analyse :	AMDEC MACHINE – ANALYSE DES MODES DE DÉFAILLANCE DE LEURS EFFETS ET DE LEUR CRITICITÉ					Phase de fonctionnement :		Nom :		
	Système : Séparateur d'huile		Sous - Ensemble : Partie Entraînement							
Élément	Fonction	Mode de défaillance	Cause de la défaillance	Effet de la défaillance	Détection	Criticité				Action Corrective
						F	G	D	C	
Stator	Création d'un champ tournant (entraînement)	-Détérioration des roulements -Défaillance de phase -Défaillance d'isolement	-Fatigue -Surcharge	Arrêt du moteur	Contrôle	1	3	3	9	Bobinage des enroulements
Rotor	Assure le mouvement de rotation et entraîne les organes associés	-Usure -Cassure	-Fatigue -Surcharge	-Arrêt de moteur -Vibration	Contrôle	1	3	2	6	Equilibrage de rotor
Paliers	Guider et supporter le rotor	-Détérioration -Usure	-Fatigue -Manque de lubrifiant	-Mauvais guidage d'alignement -Blocage de rotor	Bruit	2	2	2	8	Graissage systématique
Flasque	Protection des paliers	Détérioration	Usure	Vibration	Possible	1	3	3	9	Changement de flasque
Balais	Insertion des résistances de démarrage avec les enroulements	-Brûlure -Ecaillage	Frottement avec les bagues de rotor	Echauffement	Visuel	3	2	2	12	-Surveillance périodique -Changement en cas de brûlure

La partie entraînement ne nécessite pas vraiment des interventions du constructeur pour le bon fonctionnement du système, les criticités ne dépassent pas 12.

Tableau IV.5 Application de l'AMDEC machine sur la partie transmission de mouvement

Date de l'analyse:	AMDEC MACHINE – ANALYSE DES MODES DE DÉFAILLANCE DE LEURS EFFETS ET DE LEUR CRITICITÉ					Phase de fonctionnement :		Nom :		
	Système : Séparateur d’huile		Sous - Ensemble : Partie transmission de mouvement							
Élément	Fonction	Mode de Défaillance	Cause de la défaillance	Effet de la défaillance	Détection	Criticité				Action Corrective
						F	G	D	C	
Roue denté	Transmission	-Usure -Fissure	-Fatigue de matériau -Manque de lubrification	Arrêt de séparateur	Bruit anormal	2	3	3	12	-Changement des roues -Vérifier la lubrification -Eliminer les jeux
Arbre horizontal	Transmission	-Usure -Déformation	-Manque de lubrification -Jeux -Vibration	-Vibration élevé -Mauvais fonctionnement	-Control -Bruit anormal	3	4	3	36	-Réglage de l’arbre -Changement de l’arbre -Vérifier la lubrification
Arbre vertical	Transmission	-usure -Rupture -déformation	-Manque de lubrification Charge -Fatigue	Vibration élevé	Control	1	4	3	12	-Changement de l’arbre -Réglage de l’arbre lubrification - Eliminer les jeux

Date de l'analyse:	AMDEC MACHINE – ANALYSE DES MODES DE DÉFAILLANCE DE LEURS EFFETS ET DE LEUR CRITICITÉ					Phase de fonctionnement :		Nom :		
	Système : Séparateur d’huile		Sous - Ensemble : Partie transmission de mouvement							
Élément	Fonction	Mode de Défaillance	Cause de la défaillance	Effet de la défaillance	Détection	Criticité				Action Corrective
						F	G	D	C	
Réducteur de vitesse	-Freinage de convoyeur Réduire la vitesse	Mauvais freinage de convoyeur	-Détérioration des engrenages Manque de lubrifiant	-Mauvais rapport de vitesse Vibration	Contrôle	2	3	2	12	Changement de réducteur
Paliers roulement	Guider et supporter un arbre en rotation	-Cassure -Usure -Rupture	-Surcharge -Choc -Manque de lubrifiant	-Blocage -Jeux -Vibration	Bruit	2	4	1	8	-Lubrifier les roues des paliers -Eliminer les jeux
Roulement	Guider un arbre en rotation	-Endommagement -Usure	-Fatigue -Manque de lubrifiant	Vibration	-Bruit -Echauffement	2	3	2	12	Changement des roulements
Palier roulements	à Guider et supporter le rotor	-Usure -Cassure	-Surcharge -Manque de lubrifiant	-Dégradation ou arrêt de l’élévation Vibration	-Bruit -Echauffement	2	2	3	12	-Changement des roulements -Graissage des roulements
Pignon	Transmettre la puissance	-Détérioration des dents -Usure -Cassure	-Chocs -Surcharge -Fatigue -Manque de lubrifiant	-Pas de transmission Vibration	Bruit anormal	2	3	2	12	Changements des engrenages

Date de l'analyse:	AMDEC MACHINE – ANALYSE DES MODES DE DÉFAILLANCE DE LEURS EFFETS ET DE LEUR CRITICITÉ					Phase de fonctionnement :				
	Système : Séparateur d’huile		Sous - Ensemble : Partie transmission de mouvement				Nom :			
Élément	Fonction	Mode de Défaillance	Cause de la défaillance	Effet de la défaillance	Détection	Criticité				Action Corrective
						F	G	D	C	
Vis sans fin	Autoriser un rapport de réduction	-Usure -Détérioration de la vis sans fin	Fatigue	Vibration	Bruit	2	3	1	6	Changement de la vis
Accouplement	Transmission	-Cassure -Fissure -Usure	-Fatigue -Charge -Manque de lubrifiant	-Pas de transmission – Vibration	Bruit	2	2	2	8	-Vérifier la lubrification -Changement des pièces

Dans cette partie, nous remarquons que plusieurs éléments ont une criticité moyenne $C = 12$, sauf l'arbre horizontal qui a une criticité très élevée $C = 36$. C'est dans ce cas que le service maintenance a besoin de l'intervention du constructeur.

Tableau IV.6 Application de l'AMDEC machine sur la partie étanchéité

Date de l'analyse:	AMDEC MACHINE – ANALYSE DES MODES DE DÉFAILLANCE DE LEURS EFFETS ET DE LEUR CRITICITÉ					Phase de fonctionnement :		Nom :		
	Système : Séparateur d’huile		Sous - Ensemble : Partie Etanchéité							
Élément	Fonction	Mode de Défaillance	Cause de la défaillance	Effet de la défaillance	Détection	Criticité				Action Corrective
						F	G	D	C	
Joint téflon	Etanchéité	-Déplacement de joint -Rupture	-Fatigue -Durée de vie -Charge	-Bruit -Pièces usées -Fuite	Contrôle	3	3	3	27	Changement de joint
Joint blanc	Etanchéité	-Cassure -Déformation	-Durée de vie -Fatigue -Charge	-Bruit -Usure de bol - Pièces déformées	Contrôle	1	2	3	6	Changement de joint
Joint bleu	Etanchéité	Rupture	-Fatigue -Durée de vie	Garniture usée	Contrôle	2	2	3	12	-Vérification de la lubrification - Changement de joint
Bague de réglage de la hauteur	Etanchéité	-Usure -Déformation -Cassure	-Fatigue -Durée de vie	Réglage perdu	Contrôle	1	3	2	6	Changement de bague
Silencieux	Etanchéité	-Endommagement -Cassure -Déplacement	-La charge -Pression élevée -jeu	Bruit	-Bruit anormal -Contrôle	1	1	3	3	-Changement de silencieux - Contrôle et fixation du silencieux

Date de l'analyse:	AMDEC MACHINE – ANALYSE DES MODES DE DÉFAILLANCE DE LEURS EFFETS ET DE LEUR CRITICITÉ					Phase de fonctionnement :				
	Système : Séparateur d’huile		Sous - Ensemble : Partie Etanchéité				Nom :			
Élément	Fonction	Mode de Défaillance	Cause de la défaillance	Effet de la défaillance	Détection	Criticité				Action Corrective
						F	G	D	C	
Garniture mécanique	Etanchéité	-Usure -Fissure	-Fatigue -Frottement -Charge -Manque d’eau de refroidissement Rupture des joints	-Bruit -Vibration élevé -Changement de vitesse -Faible rendement	-Contrôle -Bruit anormal	4	4	3	48	-Changement de la garniture mécanique - Contrôle du système de refroidissement et le système de lubrification
Joint torique	Etanchéité	-Usure -La hauteur du joint n’est pas exacte – Rupture	-Fatigue -Pas de lubrification	-Bruit -Fissure de la garniture – Fuite	Contrôle	3	4	3	36	-Graissage - Changement de joint

La partie étanchéité se compose de trois éléments critiques, deux d'entre eux (Garniture mécanique, Joint torique) nécessitent une intervention du constructeur. Le joint Téflon a une criticité importante C=27

Tableau IV.7 Application de l'AMDEC machine sur la partie séparation

Date de l'analyse:	AMDEC MACHINE – ANALYSE DES MODES DE DÉFAILLANCE DE LEURS EFFETS ET DE LEUR CRITICITÉ					Phase de fonctionnement :				Nom :
	Système : Séparateur d’huile		Sous - Ensemble : Partie Séparation							
Élément	Fonction	Mode de Défaillance	Cause de la défaillance	Effet de la défaillance	Détection	Criticité				Action Corrective
						F	G	D	C	
Bol	Séparation	-Usure -Fuite -Fissure	-Mauvais nettoyage -Charge -Déformation des joints	-Petre de production -Vibration élevé -Bruit -Vitesse de séparateur diminue ou augmente	Bruit anormal	2	3	3	18	-Démonter le séparateur et vérifier le montage -Bon nettoyage des pièces du bol - Changement du bol
Piston	Séparation	-Usure -Déformation	-Frottement -Fatigue -Pression élevée -Mauvais nettoyage	-Mauvaise séparation -Bruit	Visuel	4	2	3	24	-Nettoyage de piston -Remplacement de piston -Réglage de la pression -Vérification de la lubrification
Assiette	Séparation	-Usure -Déformation	-Mauvais nettoyage des assiettes Mauvais montage -La charge	-Mauvaise séparation	Visuel	4	2	2	16	-Nettoyage des assiettes -Changement des assiettes

Date de l'analyse:	AMDEC MACHINE – ANALYSE DES MODES DE DÉFAILLANCE DE LEURS EFFETS ET DE LEUR CRITICITÉ					Phase de fonctionnement :		Nom :		
	Système : Séparateur d’huile		Sous - Ensemble : Partie séparation							
Élément	Fonction	Mode de Défaillance	Cause de la défaillance	Effet de la défaillance	Détection	Criticité				Action Corrective
						F	G	D	C	
Centizoom	Séparation	-Usure -Fissure -Déformation	-La charge -Vitesse élevée -Pression élevée Fatigue du matériau -Mauvais réglage	-Mauvaise séparation - Mauvaise évacuation	Contrôle	2	2	3	12	-Nettoyage de centrizoom - Changement de centrizoom - Vérification de la commande de centrizoom
Centripète	Séparation	-Cassure -Tubes crochés	-La charge - Perte de commande	Des huiles non homogènes	Commande	2	3	3	18	-Vérification de la commande - Changement de la centripète
Plateau Coulissant	Séparation	-Usure -jeu -Cassure	-Fatigue -Perte de ressort	Pas d’évacuation	Visuel	2	3	2	12	-Contrôle -Changement des pièces
Clapet	Séparation	-Déformation -Usure	Pression élevée	-Pas de chasse - Pertes des huiles	Contrôle	2	2	2	8	Changement d clapet
Electrovanne	-Séparation Régulateur de débit	-L’électrovanne reste fermée - L’électrovanne reste ouverte	Pièces interne usée	Pas de régulation de débit	Contrôle	2	3	2	12	Changement de l’électrovanne

Date de l'analyse:	AMDEC MACHINE – ANALYSE DES MODES DE DÉFAILLANCE DE LEURS EFFETS ET DE LEUR CRITICITÉ					Phase de fonctionnement :		Nom :		
	Système : Séparateur d’huile		Sous - Ensemble : Partie séparation							
Élément	Fonction	Mode de Défaillance	Cause de la défaillance	Effet de la défaillance	Détection	Criticité				Action Corrective
						F	G	D	C	
Soupape	Séparation	Cassure	Fatigue	-Mauvais refroidissement -Pas de chasse	Contrôle	2	3	2	12	Changement de soupape
Distributeur	Séparation	-Fissure -Fuite	Fatigue	Pas d séparation	Contrôle	1	3	2	6	Changement de distributeur
Réservoir d’air	Séparation	-Fuite -Fissure	-Fatigue -Pression élevée	-Pas de refroidissement -Pas de chasse	-Visuel -Contrôle	1	3	3	9	-Souder les fuites -Changement de réservoir

Dans cette partie, nous remarquons la présence de plusieurs éléments de criticité moyenne 12 , la remise en marche de ces éléments concerne uniquement le service maintenance.

Tableau IV. 8 Application de l'AMDEC machine sur la partie mesure

Date de l'analyse:	AMDEC MACHINE – ANALYSE DES MODES DE DÉFAILLANCE DE LEURS EFFETS ET DE LEUR CRITICITÉ					Phase de fonctionnement :				
	Système : Séparateur d’huile		Sous - Ensemble : Partie mesure				Nom :			
Élément	Fonction	Mode de Défaillance	Cause de la défaillance	Effet de la défaillance	Détection	Criticité				Action Corrective
						F	G	D	C	
Capteur de température	Mesure	Endommagement	-Echauffement Mauvais branchement des fiches -Manque de lubrifiant	-Perte de mesure -Possibilité d’augmentation de température	Visuel	2	1	2	4	Changement de capteur
Détecteur de flamme	Mesure	Mauvaise détection	Défaillance du système de détection	Sécurité	Visuel	2	4	2	16	Changement de détecteur
Capteur de vitesse	Mesure	Endommagement	-Echauffement Mauvais branchement des fiches	-Pas de détection de vitesse	Visuel	1	1	2	2	-Changement de capteur de vitesse -Vérification et contrôle des fiches

Capteur de vibration	Mesure	Endommagement	-Echauffement Mauvais branchement des fiches	-Perte de mesure de vibration	Visuel	2	1	2	4	-changement de capteur de vibration -Vérification des fiches
----------------------	--------	---------------	---	-------------------------------	--------	---	---	---	---	---

Date de l'analyse:	AMDEC MACHINE – ANALYSE DES MODES DE DÉFAILLANCE DE LEURS EFFETS ET DE LEUR CRITICITÉ					Phase de fonctionnement :				Nom :
	Système : Séparateur d'huile		Sous - Ensemble : Partie mesure							
Élément	Fonction	Mode de Défaillance	Cause de la défaillance	Effet de la défaillance	Détection	Criticité				Action Corrective
						F	G	D	C	
Indicateur de pression	Mesure	Endommagement	-Echauffement -Pression élevée	Manque d'information sur la pression	Visuel	2	2	2	8	Changement d'indicateur

Nous remarquons dans cette partie que tous les éléments ont une criticité négligeable C12, sauf l'indicateur de flamme qui a une criticité moyenne C=16.

Tableau IV.9 Application de l'AMDEC machine sur la partie lubrification et refroidissement

Date de l'analyse:	AMDEC MACHINE – ANALYSE DES MODES DE DÉFAILLANCE DE LEURS EFFETS ET DE LEUR CRITICITÉ					Phase de fonctionnement		Nom :		
	Système : Séparateur d’huile		Sous - Ensemble : Partie lubrification et refroidissement							
Élément	Fonction	Mode de Défaillance	Cause de la défaillance	Effet de la défaillance	Détection	Criticité				Action Corrective
						F	G	D	C	
Détendeur d’eau	Refroidissement et lubrification	-Usure -Fissure -Fuite	Pression élevée	Mauvais refroidissement	Visuel	3	3	3	27	-Changement de détendeur d’eau -Soudage des fuites
Réservoir d’air	Refroidissement et lubrification	-Fuite -Fissure	-Pression élevée -Fatigue	Pas de refroidissement	-Visuel -Contrôle	1	3	3	9	-Soudage des fuites -Changement de réservoir
Bain d’huile	Refroidissement et lubrification	Fuite	-Choc -Fatigue	Pas de lubrification	Visuel	2	3	3	18	-Réparation des fuites -Changement de réservoir
Serpentin	Refroidissement et lubrification	-Fuite - Déformation	Grand débit	-Pas de lubrification Pas de refroidissement	Contrôle	2	3	2	12	-Soudage de serpentin
Ventilateur	Refroidissement	Déformation	Choc	Echauffement de moteur	Contrôle	1	2	2	4	Changement de ventilateur

Dans cette partie, nous voyons la présence de deux éléments critiques, le détendeur d'eau qui a une criticité élevée C=27, et le bain d'huile qui a une criticité moyenne C=18, dans les deux cas, nous aurons besoin uniquement du service maintenance.

IV .2 .5 . La réévaluation de la criticité

Les éléments avec la criticité élevée sont regroupés par ordre décroissant dans le tableau IV.10. C'est sur ces éléments qu'il faut agir en priorité en engageant des actions appropriées.

Tableau IV.10 : Classification des éléments selon leur criticité

Elément	Criticité	Action à engager
Garniture mécanique	48	Remise complète de la conception
Arbre horizontal	36 36	
Joint torique		
Automate	27	Surveillance particulière Maintenance préventive conditionnelle
Détendeur d'eau	27	
Joint téflon	27	
Piston	24	
Bol	18	Amélioration des performances d'éléments. Maintenance préventive systématique
Assiette	16	
Roue denté	12	
Centrizoom	12	
Moteur électrique	12	
Arbre vertical	12	
Variateur de vitesse	9	Aucune modification Maintenance corrective
Indicateur de pression	8	
Capteur de température	4	
Capteur de vibration	4	
Composant électrique	3	
Capteur de vitesse	2	

Nous avons choisi la valeur 36 comme seuil de criticité pour l'intervention du constructeur.

IV .2 .6 . Analyse des résultats

Pour l'amélioration de la disponibilité du séparateur Alfa Laval, il faut veiller à l'application des actions de maintenance sur les équipements ayant une criticité **C 12**, en appliquant les actions suivantes :

- Surveillance périodique
- Maintenance systématique ou conditionnelle

D'après les résultats obtenus, nous avons bien déterminé les risques de dysfonctionnement de ce système de grenailage, en mettant en évidence les points critiques pour proposer des actions de maintenance, afin de réduire leur criticité.

Nous avons observé que la majorité des problèmes rencontrés dans ce système sont dus à l'usure. Pour éviter ce genre de problèmes, il est recommandé de faire un contrôle d'usure systématique. Pour s'assurer que l'usure ne se propage plus et que les défaillances n'altèrent pas vraiment le fonctionnement normal de ce système et n'engendrent pas de longs arrêts, l'entreprise doit effectuer périodiquement les tâches suivantes :

- Effectuer les réparations et le nettoyage.
- Veiller au respect des instructions de maintenance systématique telles que, le remplacement des pièces défectueuses, suivant l'agenda périodique recommandé par le constructeur.
- Etablir des fichiers historiques des pannes.
- Refaire l'étude AMDEC systématiquement.
- Former le personnel de service maintenance à l'AMDEC.
- Tenir un stock de sécurité de pièces de rechange de première nécessité.

IV .3 . Conclusion

Ce chapitre a été élaboré à partir d'une analyse concrète des besoins de maintenance préventive concernant les équipements de fonctionnement de la centrifugeuse (séparateur d'huile Alfa Laval PX90). L'analyse est effectuée en utilisant la méthode AMDEC.

L'AMDEC est un formidable outil pour la qualité et la sécurité liées à l'utilisation d'un produit. Cependant, elle reste une méthode lourde et fastidieuse à mettre en place. Il convient donc de réserver cette méthode pour les produits critiques, en termes de sécurité ou de stratégie pour l'entreprise.

Conclusion Générale

Le travail présenté dans ce mémoire nous a permis de déterminer l'évaluation de la fiabilité des équipements d'une centrifugeuse (séparateur d'huile Alfa Laval) sise au niveau de la raffinerie d'huile de l'entreprise ENEL ainsi que son optimisation par des méthodes numériques. Il n'y a pas de méthodes normalisées et des règles connues d'avance pour calculer la fiabilité des systèmes, mais le choix de la méthode à appliquer se fait en fonction des types d'équipements, de la grandeur des équipements, de la qualité de la production, des Moyens disponibles et des données de dégradation.

Dans notre travail, nous avons appliqué la méthode AMDEC (Analyse des Modes de Défaillance, de leurs Effets et de leur Criticité) pour déterminer les paramètres critiques qui caractérisent le degré de défaillance des équipements du séparateur. Ceci permet de bien suivre l'état des organes par le choix correct du type de maintenance à appliquer.

Nous avons relevé quatre facteurs essentiels de la fiabilité :

1. Le taux de défaillance : c'est une fonction du temps dans chaque phase de la vie de l'équipement.
2. Le recueil des données de fiabilité qui est souvent difficile : il dépend essentiellement de l'organisation et de la gestion de la maintenance afin de bien suivre l'exploitation des équipements.
3. Les défaillances ont des origines particulières et différentes.
4. La méthode d'analyse des défaillances dans les systèmes devient de plus en plus complexe et variée.

Cette étude a présenté des résultats qui auront tous leur sens lorsque les actions à la fois correctives et préventives seront mises en œuvre et dans un bref délai afin de mesurer l'impact des changements et de recorriger les valeurs de criticité.

Finalement, nous déduisons de ce travail que les éléments du séparateur dont la criticité $C \geq 12$, sont les plus sensibles et influent directement sur les coûts de maintenance et sur la production en général. En termes de perspectives, nous proposons de faire venir un stock de pièces de première nécessité, et de faire un suivi des actions menées afin de réévaluer et de mesurer l'impact de nos propositions sur le terrain.

bibliographie

- [1] www.electro-industries.com
- [2] Document interne d'électro-industrie 2018
- [3] <http://cusstr.ch/repository/69.pdf>
- [4] KHELLALFA Faiza et BELALIA Hayat , mémoire de fin d'études : étude des risques liés à la fabrication de polystyrène par application de la méthode AMDEC ,2015 /2016 , BMOUMERDES.
- [5] Manuelle qualité , sante sécurité et environnement , ENAL 20121
- [6] Moyenne de maitrise des risques SST/DRS 20/04/2014 .
- [7] HAMOUANI Mehdi , mémoire de fin d'études : application de AMDEC au système d'alimentation en électricité au sein la direction SONATRACH (TRC) ,2015 /2016 , BMOUMERDES.
- [8] SAADI Amel et SLOUGAI Sarah , mémoire de fin d'études :étude de la fiabilité des moyens de protection contrôles venues par la méthode AMDEC , HAZOP et ADC ,2015 /2016 , BMOUMERDES.
- [9] BELILI Mohamed Walid , mémoire de fin d'études :application de la méthode de l AMDEC sur le treuil chantier TP39 ,2015 /2016 , BMOUMERDES.
- [10] OULDI CHIHANE Nasreddine et NOUH Rostomi mémoire de fin d'études :Analyse de mode de défaillance du système BOP par la méthode AMDEC ,2014 /2015 , BMOUMERDES.