REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR

ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE



UNIVERSITE DR. YAHIA FARES DE MEDEA

Faculté de Technologie

Département du génie procédé et environnement

Mémoire de fin d'étude

Pour L'obtention du diplôme de master

Spécialité: Hygiène et Sécurité industriel

Thème

Les mesures préventives contre le risque industriel

Application de la méthode

(AMDEC)

Disposé par : **Déposer**

- **T**aleb **A**laa **E**ddine **R**aouf
- **B**ourghaia **A**mine

Promoteur : Rahmani **A**hmed **C**herif

Année universitaire: 2021/2022

DEDICACE

A nos chers parents qui ont toujours été là pour nous, et

qui nousont donné un magnifique modèle de labeur et de

persévérance...

A notre encadreur Mr . Rahmani ahmed cherif qui a crédité de saconfiance

cette recherche et pour la somme de ses conseils et de

sesRecommandations...

A nos A nos familles respectives pour leurs aides et soutient

permanents...

A nos meilleurs amis...

A tous ceux qui nous aime et tous ceux que nous aimons...

Nous vous dédions ce modeste mémoire. chers frères et sœurs...

Remerciement

Nous tenons tout d'abord à remercier Dieu le tout

puissant et miséricordieux, qui nous a donné la force et lapatience d'accomplir ce Modeste travail.

En second lieu, nous tenons à remercier sincèrement

Mr.Rahmani Ahmed chérif qui en tant que Directeur de mémoire, s'est toujours montré à l'écoute et très disponibletout au long de la réalisation de ce mémoire, ainsi pour l'inspiration, l'aide et le temps qu'il a bien voulu nous consacrer. Nos vifs remerciements vont également aux

membres du jury pour l'intérêt qu'ils ont porté à notrerecherche en acceptant d'examiner notre travail Et del'enrichir par leurs propositions Nous n'oublions pas nos

parents pour leur contribution, leur soutien et leur patience.

Enfin, nous adressons nos plus sincères remerciements à

tous nos proches et amis, qui nous ont toujours soutenue

etencouragée au cours de la réalisation de ce mémoire.

Merci à tous et à toutes.

Résumé :

L’objectif principale de notre étude est l’analyse du risque industrielle au sein de l’entreprise L.T.P Est Annaba qui est une entreprise spécialisée dont les test du béton destiné à différentefin comme la production du bitume et les blocs du béton les teste effectués sont du nature différente qui peuvent être physique ou chimique, afin de cerner les risques, dangers, dommages, nous avons opter pour la méthode AMDEC, cette méthode nous a permis de distinguer le niveaude protection relatif à chaque risque et de proposer des mesures de protection à la fois pour l’entreprise et aussi pour le titulaire de chaque poste où le risque est présent, au cours de notre étude dans les deux compartiments de l’entreprise nous avons pu identifier 15 risques, dont 8 étaient classés non maitrisés, 6 maitrisés et un seul peu maitrisé, nous avons donc proposer des fiches de sensibilisation donnant des instruction à appliquer afin de contrer les différents risques.

Mots-clés : risques industriels, travaux publics, aléas, accidents

ملخص

الهدف الرئيسي من دراستنا هو تحليل المخاطر الصناعية داخل شركة أشغال عمومية شرق عنابة و هي شركة متخصصة في أشغال الطرقات و اختبار الإسمنت الدي يظهر اختالف كيميائي و فيزيائي; بعد تحديد الأخطار و الحوادث اخترنا هده الطريقة سمحت لنا بتمييز مستوى الحماية المتعلق بكل خطر و عرض حلول للحماية للشركة و AMDEC طريقة العمل

أيضا أين يوجد الخطر ,خلال دراستنا وجدنا 15 خطر 8 منهم غير متقنين و 6 متقنين قليلا لدلك إقترحنا حلول تحسيسية بتعليمات تطبق لمواجهة مختلف المخاطر

الكلمات المفتاحية: المخاطر الصناعية، أشغال عمومية، الأخطار، الحوادث

Abstract

The main objective of our study is the analysis of the industrial risk within the company EPT Annaba which is a specialized company whose tests of the concrete intended for different endas the production of the bitumen and the blocks of the concrete the tests carried out are of different nature that can be physical or chemical, in order to identify the risks, dangers, damages,

we opt for the AMDEC method, this method allowed us to distinguish the level of protection relative to each risk and propose measures of protection both for the company and also for the incumbent of each position where the risk is present, during our study in the two compartments of the company we were able to identify 15 risks, 8 of which were classified asuncontrolled, 6 mastered and only a little mastered, we have therefore proposed awareness sheets giving instructions to apply to counter the various risk

Keywords: industrial hazards, public works, hazards, accidents

Table des matières

INTRODUCTION GENERALE 1

1. Introduction : 5

1. Définition de risque industriel : 5

2. Les facteurs de risque industriel : 5

RISQUE = DANGER X EXPOSITION [5] 6

3.1. Chutes : 6

4.1.1- **Identification** 6

4.1.2- Modalités d'exposition 7

4.1.3. Moyens de prévention [4] 7

3.2. Chutes d'objets : 8

3.2.1. Moyens de prévention [4] 9

3.3. Circulation : 9

3.3.1. Circulation dans l'entreprise (interne) 9

4.3.2 Circulation routière (externe) 10

4.3.2.1. Identification 10

4.3.2.2. Modalités d'exposition 10

4.3.2.3. Moyens de prévention [4] 11

3.4. Manutention Manuelle : 11

3.4.1. Identification 12

3.4.2. Modalités d'exposition 12

3.4.3. Moyens de prévention [4]. 12

3.5. ENGINS DE MANUTENTION : 12
3.5.1. Identification 13
3.5.2. Modalités d'exposition 13
3.5.3. Moyens de prévention [4] 13

3.6. INCENDIE / EXPLOSION : 14
3.6.1. Identification 14
3.6.2. Modalités d'exposition 14
3.6.3. Moyens de prévention [4] 15

3.7. RISQUES BIOLOGIQUES : 15
3.7.1. Identification 15
3.7.2. Modalités d'exposition 16
3.7.3. Moyens de prévention [4] 16
3.7.4. RISQUES CHIMIQUES : 17
4.8.1- Identification 17
3.7.5. Modalités d'exposition 17
3.7.6. Moyens de prévention [4] 17

3.8. RISQUES PHYSIQUES : 18
3.8.1. Identification 18
3.8.2. Modalités d'exposition 18
3.8.3. Moyens de prévention [4] 19

3.9. RISQUES LIES A L'ELECTRICITE : 20
3.9.1. Identification 20
3.9.2. Modalités d'exposition 20
3.9.3. Moyens de prévention 21

3.10. TRAVAIL SUR ECRAN : 22

3.10.1. Identification 22

3.10.2. Modalités d'exposition 22

3.10.3. Moyens de prévention [4] 22

3.10.4. EQUIPEMENTS DE TRAVAIL : 23

3.10.5. Identification 24

3.10.6. Modalités d'exposition 24

4.12.3 Moyens de prévention [4] 24

Figure 1.14 : Barometre de Préssion 25

3.11. EQUIPEMENTS SOUS PRESSION : 25

3.11.1. 4.13.1- Identification 25

3.11.2. Modalités d'exposition 25

3.11.3. Moyens de prévention [4] 25

3.11.4. Conclusion : 26

1- Historique du L.T.P.Est ANNABA 28

2- Nature juridique 28

3- Implantation géographique 28

4- Objectifs de L.T.P.Est 29

5- Activités 29

6- Secteur d'activité6.1-Ingénierie 30

6.2-Sols, béton bitumineux, béton de ciment 30

6.3- Hydrogéologie / Environnement 30

6.4- Géologie / Cartographie / Géomorphologie 31

6.5- Logiciels 31

6.6- Conseil et assistance 31

6.7- Forage 32

7- Observations notées au cours du stage 32

8- Les risques liés aux ateliers : 32

8.1- Les risques physiques : 32

8.2-Les risques chimiques : 33

8.3-les risques ergonomiques : 33

INTRODUCTION 35

3.1. CONCEPTS ET DEFINITIONS : 35

3.1.1. Notion de danger : 35

3.1.2. Notion du risque : 36

3.1.3. Notion de criticité : 36

3.2.1. Analyse du risque : 37

3.2.2. Évaluation du risque : 38

3.2.3. Acceptation du risque : 38

3.2.4. Réduction du risque : 38

3.3. Méthodes d'analyse et d'évaluation des risques : 39

3.3.1. Méthodes qualitatives : 39

3.3.1.1. Analyse préliminaire des risques (APR) : 39
3.3.1.2. Hazard and Operability Study (HAZOP): 40
3.3.1.3 La méthode MOSAR : 41
3.3.2. Méthodes semi-quantitatives : 44
3.3.3. Méthodes quantitatives : 45
3.3.3.1 Arbres de causes(AdC) : 45
3.3.3.2 Arbre des événements (AdE) : 46
3.3.3.3 Arbre de défaillances (AdD) : 46
3.4. L'AMDEC : 47
3.4.2. Définition :..... 48
3.4.3. Avantages :..... 48
3.4.4. Limites : 48
3.4.5. Objectifs d'AMDEC : 48
3.4.6. Terminologie : 49
3.4.6.1. Mode de défaillance : 49
3.4.6.2. Défaillance : 49
3.4.6.3. Effet de la défaillance :..... 49
3.4.6.4. Criticité :..... 49
3.4.6.5. Cause de défaillance : 50
3.4.7. Types d'AMDEC : 50
3.4.7.1. AMDEC processus : 50
3.4.7.2. AMDEC Moyen de production : 50
3.4.8. Caractéristiques essentielles de l'AMDEC : 51
3.4.9. But de l'AMDEC : 51
3.4.9.1. Hiérarchisation des défaillances avec la cotation de la criticité : 51
3.11.5. L'indice de criticité C : 52
3.4.9.2. Indice de fréquence ou l'occurrence F : 53

3.4.9.3. Indice de graviter G : 54
3.4.9.5 Indice de non détection D : 56
3.4.10. Cas d'application : 56
3.4.10.1. AMDEC prévisionnelle : 57
CONCLUSION 58
INTRODUCTION 60
3.1. CONCEPTS ET DEFINITIONS : 60
3.1.1. Notion de danger : 60
3.1.2. Notion du risque : 61
3.1.3. Notion de criticité : 61
3.2.1. Analyse du risque : 62
3.2.2. Évaluation du risque : 63
3.2.3. Acceptation du risque : 63
3.2.4. Réduction du risque : 63
3.3. Méthodes d'analyse et d'évaluation des risques : 64
3.3.1.1. Analyse préliminaire des risques (APR) : 64
3.3.1.2. Hazard and Operability Study (HAZOP): 65
3.3.1.3 La méthode MOSAR : 66
3.3.2. Méthodes semi-quantitatives : 70
3.3.3. Méthodes quantitatives : 71
3.3.3.1 Arbres de causes(AdC) : 71
3.3.3.2 Arbre des événements (AdE) : 72
3.3.3.3 Arbre de défaillances (AdD) : 72
3.4. L'AMDEC : 73
3.4.2. Définition : 73
3.4.3. Avantages : 74
3.4.4. Limites : 74

3.4.5. Objectifs d'AMDEC : 74

3.4.5.1. Mode de défaillance : 75

3.4.5.2. Défaillance : 75

3.4.5.3. Effet de la défaillance : 75

3.4.5.4. Criticité : 75

3.4.5.5. Cause de défaillance : 75

3.4.6. Types d'AMDEC : 76

3.4.6.1. AMDEC processus : 76

3.4.6.2. AMDEC Moyen de production : 76

3.4.7. Caractéristiques essentielles de l'AMDEC : 76

3.4.8. But de l'AMDEC : 77

3.4.8.1. Hiérarchisation des défaillances avec la cotation de la criticité : 77

3.4.8.2. L'indice de criticité C : 77

3.4.8.3. Indice de fréquence ou l'occurrence F : 78

3.4.9.5 Indice de non détection D : 80

3.4.9. Cas d'application : 81

3.4.9.1. AMDEC prévisionnelle : 81

CONCLUSION 82

conclution générale……83

LISTE DES FIGURES

Figure 1.1 : Chutes de hauteur / Chutes de plain-pied.....06

Figure 1.2 : Chutes d'objets.....11

Figure 1.3 : plan de circulation en milieu de travail.....11

Figure 1.4 : Circulation externe 13

Figure 1.5: Manutention Manuelle.....14

Figure 1.6 : Engins de manutention.....15

Figure 1.7 : incendie /explosion.....17

Figure 1.8 : Vêtement de protection contre risque biologique 18

Figure 1.9 : produit chimique.....20

Figure 1.10 : vibcheck appareil de mesure des vibrations 23

Figure 1.11 : accident d'origine électrique.....25

Figure 1.12 : Ecran de micro portable.....27

Figure 1.13 : scie- boi-captage-poussières.....29

Figure 1.14 : Barometre de Préssion.....33

Figure1.15 : Implantation géographique.....42

Figure1.16 Situation géographique du poste

électrique T3 63/5.5 KV……48

Figure1.17 Transformateur……..4 9

Figure1.18 Symbole de transformate

.Figure1.19APPLICATION DE LA

METHODE AMDEC.

Figure1.20Analyse fonctionnelle de l'installation électrique……74

Figure1.21 Histogramme des statistiques de la criticité avant l'application de l'AMDEC.…

Figure1.22Histogramme des statistiques de la criticité après l'application de

l'AMDE…….75

LISTE DES TABLEAUX

3.1 : Tableau de fréquence.

3.2 : Tableau de gravité.

3.3 : Tableau de non détection.

4.1 : Analyse de modes de défaillance et leurs effets et leur criticité. Sectionneur tripolaire

4.2 : Analyse des modes de défaillance et leurs effets et de leurs criticités. Disjoncteur

4.3 : Analyse des modes de défaillance et leurs effets et de leurs criticités. Jeu de barres

4.4 : Analyse des modes de défaillance et leurs effets et de leurs criticités. Transformateur

4.5 : Analyse des modes de défaillance et leurs effets et de leurs criticités. Transformateur

4.6 : Analyse des modes de défaillance et leurs effets et de leurs criticités. Le primaire, Le secondaire

4.7 : Analyse des modes de défaillance et leurs effets et de leurs criticités. Disjoncteur (5.5KV)

4.8 : Analyse des modes de défaillance et leurs effets et de leurs criticités. Mise à la terre

4.9 : Analyse des modes de défaillance et leurs effets et de leurs criticités. Groupe électrogène

4.10 : Analyse des modes de défaillance et leurs effets et de leurs criticités. Salle électrique

4.11 : Résulta d'application de L'AMDEC Avant l'application.

4.12 : Résulta d'application de L'AMDEC après l'application.

LISTE D'ABRIVIATION

APR : Analyse
préliminaire des
risques HAZOP :
Hazard And
Operability Study
AMDEC : Analyse Des Modes De Défaillance, De Leurs Effets Et De Leur Criticité

INTRODUCTION

GENERALE

INTRODUCTION GENERALE

On n'aime pas parler du risque, le mot fait peur, on préfère ne pas évoquer les risques, connusou inconnus, qui menacent le corps social. Les politiques voudraient bien nier le risque, mais le risque est inséparable de l'action, il est partout présent dans notre vie quotidienne. (1)

Le travail joue un rôle important dans la vie professionnelle, car la plupart des travailleurs passent ou moins 08 heures sur les lieux de travail donc, le milieu de travail doit être saint et sûr. Malheureusement ce n'est pas le cas pour plusieurs travailleurs exposés à plusieurs menaces pour leur santé (poussières, gaz, bruits, vibration, température extrême...). (1) L'analyse des risques est une émanation de la nouvelle approche de la législation en matière de sécurité et de santé au travail. Autrefois, la réglementation consistait en un recueil de prescriptions techniques très précises: on imposait la façon dont un appareil devait être construitet dans de nombreux cas aussi comment il fallait l'utiliser pour garantir la sécurité et la santé des travailleurs. (2)

Tel que le rapporte la Loi sur la Santé et la Sécurité du Travail, tout travailleur doit « participer à l'identification et à l'élimination des risques d'accidents du travail et de maladies professionnelles sur le lieu de travail ». Quant à l'employeur, il doit «s'assurer que l'organisationdu travail et les méthodes et techniques utilisées pour l'accomplir sont sécuritaires et ne portent pas atteinte à la santé du travailleur », « utiliser les méthodes et techniques visant à identifier, contrôler et éliminer les risques pouvant affecter la santé et la sécurité du travailleur » et « informer adéquatement le travailleur sur les risques reliés à son travail et lui assurer la formation, l'entraînement et la supervision appropriés afin de faire en sorte que le travailleur ait l'habiletéet les connaissances requises pour accomplir de façon sécuritaire le travail qui lui est confié ».(3)

Le monde industriel a connu des accidents catastrophiques qui ont eu une influence considérable sur l'homme (corporel, social, psychologique) ; l'environnement (pollution atmosphérique, pollution des eaux et du sol), et les installations et équipements. La sécurité a travail constitue un des principaux leviers de progression dans le cadre de la prévention des risques professionnels et un moyen essentiel de préserver la santé et la sécurité des travailleurs. Les accidents de travail et les maladies professionnelles sont les concrétisations les plus répandues des risques professionnels. Ils sont nombreux et variés, certains sont bénins et sans conséquences. Par contre un nombre important d'entre eux est grave, voire mortel, ceci sans négliger l'impact financier, social et moral de ces deux phénomènes. (1)
L'amélioration des conditions de vie au travail est devenue l'une des premières préoccupations de l'entreprise et qui doit être conçue comme une stratégie sociale progressive, dont l'objectif est de réduire la fatigue et les nuisances, d'augmenter l'intérêt au travail, les qualifications et les occasions d'épanouissement personnels. (1)

Les conditions par lesquelles les ouvriers travaillent ont été misérables dans le temps et dans l'espace car le travail présente un univers dangereux pour l'intégrité physique et moral des personnes car ils sont plus exposés aux divers risques dont les contraintes de l'environnement Physique (chaleur, froid...), aussi les accidents de travail et les maladies professionnelles mettent leur vie en danger. (1)

Notre travail s'articule sur 4 chapitres :

Le premier chapitre : présentation des risques industriel

Le deuxième chapitre : présentation de l'entreprise

Le troisième chapitre: les méthode d'analyse de risque

Le dernier chapitre : étude d'un cas

Enfin nous terminons notre travail par une conclusion générale, des recommandations et les perspectives dans ce domaine de recherche.

Chapitre 1 : présentation des risques industriel

1. Introduction :

Le risque est une notion difficile à cerner mais de façon générale, on peut dire que c'est une contingence indésirable, appréhendée, relativement anodine et peu probable.

Par appréhendée, on entend par là que le risque est connu au préalable. L'exposition au risque résulte donc souvent d'une démarche consciente, appelée prise de risque. En ce sens, le risque se distingue par exemple de l'aléa ou de l'incident, qui surviennent en général de façon imprévue ;

Le risque est généralement anodin, mais tout de même suffisamment nuisible pour être indésirable. En ce sens, il se distingue notamment du danger, qui suppose la possibilité d'un dommage grave (notamment la mort). On dira par exemple de quelqu'un qui sort tête nue par temps froid qu'il court le risque d'attraper un rhume, tandis qu'on dira qu'il se met en dangers'il traverse une rue sans regarder.

Un risque est une contingence peu probable, ce qui constitue une autre différence par rapport au danger. On parle en effet de danger lorsque la probabilité d'occurrence et les conséquences sont importantes, tandis que le risque existe dès lors que sa probabilité d'occurrence n'est pas nulle.

L'appréciation de ces différents critères est hautement subjective, ce qui peut justifier que dans les domaines scientifiques et techniques une définition quantifiable et plus rigoureuse du risque a été recherchée [4].

1. Définition de risque industriel :

Le risque industriel est défini comme un évènement accidentel se produisant sur un site Industriel mettant en jeu des produits et/ou des procédés dangereux et entraînant des Conséquences immédiates graves pour le personnel, les riverains, les biens et L'environnement. [4]

2. Les facteurs de risque industriel :

2.1. **Danger:** Un danger est une propriété ou une capacité d'un objet, d'une personne, d'un Processus, pouvant entraîner des conséquences néfastes, aussi appelés dommages.

Un danger est donc une source possible d'accident [5].

2.2. Risque: Le risque est la probabilité que les conséquences néfastes, les dommages, se Matérialisent effectivement.

Un danger ne devient un risque que lorsqu'il y a exposition et donc, possibilité de Conséquences néfastes [5].

Exposition: Dans le présent contexte, quand on parle d'exposition, il s'agit du contact Entre le danger et une personne, pouvant dès lors entraîner un dommage.
Sans exposition, pas de possibilité de dommage.

Le risque est donc la probabilité que quelqu'un soit atteint par un danger [5].

2.3. Facteur des risques: Les facteurs de risques sont des éléments qui peuvent Augmenter ou diminuer la probabilité de survenance d'un accident ou la gravité d'un événement Les facteurs de risques complètent l'équation:

RISQUE = DANGER X EXPOSITION [5]

3. Typologie des risques industriels : Comme le présent manuel a pour but de servir de base de Travail, il faut noter que la liste des risques présentés aux pages suivantes n'est pas exhaustive Et qu'il va de soi qu'un nombre important d'autres risques peut se présenter sur leslieux de Travail.

Les différentes catégories de risques suivantes servent d'exemple. [4]

3.1. Chutes :

Risque d'accident résultant du contact brutal d'une personne avec le sol ou avec une autre Surface suffisamment large et solide.



Figure 1.1 : Chutes de hauteur / Chutes de plain-pied [6]

4.1.1- Identification

- Travail en hauteur
- Déplacements à pied

4.1.2- Modalités d'exposition

• Déplacement sur un sol glissant et/ou encombré, déformé

• Déplacement sur un sol en dénivelé

• Travail en arête de chute (bordures de vide, quais de chargement, toits, terrasses, fenêtres,etc.)

• Accès à des parties hautes (rayonnages, plafonds, armoires,…)

• Utilisation d'échelles, d'échafaudages, d'escaliers, d'escabeaux…

4.1.3. Moyens de prévention [4]

• Formation, information et instruction du personnel

• Signalisation des arêtes de chute

• Signalisation des sols glissants

• Signalisation des sols déformés

• Réparation des chemins de circulation en mauvais état

• Montage des échafaudages par des personnes compétentes et selon les indications duFabricant

• Vérification de la conformité des matériels (échafaudages et échelles conformes etMaintenus en bon état)

• Eclairage correct

• Equipements de protection collective (garde-corps, etc.)

• Equipements de protection individuelle (chaussures de sécurité antidérapantes, harnaisAntichute, etc.)

3.2. Chutes d'objets :

Risques d'accident résultant de la chute d'objets lors du transport ou du stockage (p.ex.: d'un Etage supérieur ou de l'effondrement de matériau) et lors de travaux en hauteur. Risques D'accident résultant de la chute d'objets lors du transport ou du stockage (p.ex.: d'un étage Supérieur ou de l'effondrement de matériau) et lors de travaux en hauteur.



Figur1.2Chutesd'objets

Identification

- Lieux de travail superposés
- Objets stockés en hauteur
- Objets empilés sur une grande hauteur
- Travaux effectués à des hauteurs ou étages différents
- Travaux effectués dans des tranchées, des puits, des galeries, etc.
- Transports avec un appareil de levage (grues à tour, ponts roulants, grues mobiles, etc.)

Modalités d'exposition

- Travaux avec des objets pouvant tomber d'un niveau supérieur (matériel, outils, etc.)
- Objets empilés sans être sécurisés
- Stockage sur étagères multiples
- Travaux en dénivelé, en profondeur
- Utilisation d'échelles, d'échafaudages, grues, etc.

3.2.1. Moyens de prévention [4]

- Formation, information et instruction du personnel
- Organisation du stockage: emplacements réservés, largeur des allées, stockage selon tailleDes objets, etc.
- Limiter la hauteur de stockage selon les caractéristiques des objets
- Installation de protections évitant la chute d'objets pendant des travaux sur échafaudages ouà différents niveaux
- Respect des indications de taille et de poids pour le stockage sur étagères
- Port des équipements de protection individuelle
- Protéger la charge contre la chute lors du transport avec grues
- Ne pas déplacer des charges au-dessus de personnes.

3.3. Circulation :

3.3.1. Circulation dans l'entreprise (interne)

Risques d'accident résultant du heurt d'une personne par un véhicule ou d'une collision entreVéhicules ou entre un véhicule et un obstacle



Figure 1.3 : plan de circulation en milieu de travail

4.3.2 Circulation routière (externe)

Risque d'accident de la circulation lié au déplacement d'un salarié réalisant une mission pourLe compte de l'entreprise.



Figure 1.4 : Circulation externe

4.3.2.1. Identification

- Déplacement en voiture ou par un autre véhicule motorisé (p. ex. chariot élévateur) au seinDe l'entreprise ou à l'extérieur pour le compte de l'entreprise.

4.3.2.2. Modalités d'exposition

- Utilisation de véhicules sur voie publique ou privée
- Zones de circulation communes pour piétons et véhicules
- Zones de manœuvre
- Etat des véhicules, équipements des véhicules

• Conduite inappropriée

• Utilisation de moyens de communication pendant la conduite(GSM, GPS, etc.)

4.3.2.3. Moyens de prévention [4]

• Information, formation et instruction des salariés concernés

• Respect du Code de la Route

Signalisation appropriée sur le site de l'entreprise

• Séparation des voies de circulation pour véhicules et piétons

• Eclairage et entretien des voies de circulation

• Entretien préventif des véhicules

• Réparation immédiate des dégâts

• Planification des déplacements à l'extérieur afin de donner assez de temps au conducteurPour conduire en sécurité

• Limiter les déplacements

3.4. Manutention Manuelle :

Risques au niveau du tronc et des membres supérieurs et inférieurs suite aux postures, effortsPhysiques intenses (p. ex. écrasements, chocs,…) .



Figure 1.5:Manutention Manuelle

3.4.1. Identification

- Dangers liés à la nature de la charge (poids, volume, forme).

3.4.2. Modalités d'exposition

- Nombre de manipulations de la charge, de façon répétitive ou à cadence élevée
- Manutention dans un environnement particulier (état du sol, encombrements,…)
- Manutention dans une ambiance particulière (chaleur, basse température, mauvaiséclairage,…)
- Manutention demandant le maintien prolongé d'une posture
- Manutention difficile, contrainte posturale liée à la dimension de la charge

3.4.3. Moyens de prévention [4].

- Formation des salariés aux gestes et postures
- Mise à disposition d'aides mécaniques adaptées

Aménagement des locaux

- Limitation des charges pour réduire le volume et le poids
- Intégration de moments de repos
- Organisation du poste de travail pour supprimer ou diminuer les manutentions
- Suivi médical des salariés exposés en cas de besoin

3.5. ENGINS DE MANUTENTION :

Risque d'accident lié à la manutention de charges avec des engins (chariots élévateurs, grues,Ponts-roulants, pelles mécaniques, etc.).



Figure 1.6 : Engins de manutention

3.5.1. Identification

- Dangers liés à la charge manutentionnée, au déplacementD'engins, aux moyens de manutention.

3.5.2. Modalités d'exposition

- Collision, dérapages, renversement d'engins
- Ecrasement de personnes
- Défaillance des moyens de manutention
- Conduite sans visibilité
- Instabilité du moyen de manutention ou de la charge

3.5.3. Moyens de prévention [4]

- Formation du personnel sur les engins et moyens de manutention utilisés
- Moyens de manutention et accessoires conformes à la réglementation
- Utilisation de moyens de manutention adaptés aux charges et encombrements
- Utilisation des moyens de manutention selon les indications du constructeur
- Entretien préventif des engins
- Schéma et délimitation des zones de manutention
- Rendre inaccessibles les zones en dessous des charges levées

• Utilisation d'équipements de protection individuelle

3.6. INCENDIE / EXPLOSION :



Risque d'accident suite à un incendie ou à une explosion.

Figure 1.7 : incendie /explosion

3.6.1. Identification

• Présence de matériaux ou produits combustibles (p. ex. stockage de produits facilementInflammables ou explosifs, stockage de papier, etc.)

• Présence d'équipement ou d'installation pouvant générer de la chaleur (p. ex. travaux deSoudage, etc.)

• Présence d'un comburant (p. ex. oxygène, produits chimiques dégageant de l'oxygène, etc.)

• Stockage de produits incompatibles

3.6.2. Modalités d'exposition

• Toute situation de travail où se trouvent simultanément des

Produits/matériaux combustibles, une source de chaleur et un comburant (p.ex. air)

• Utilisation de substances facilement inflammables

• Création d'une atmosphère explosive (gaz, vapeurs, poussières, etc.)

• Mélange de produits incompatibles

•

3.6.3. Moyens de prévention [4]

• Formation, information et instruction du personnel

• Remplacement par des produits non dangereux et, si cela n'est possible, par des produitsMoins dangereux

• Organisation du stockage

• Organisation de l'alerte et de l'intervention des secours

• Contrôle des équipements et installations

• Signalisation et étiquetage appropriés

• Affichage des consignes de sécurité et des plans d'évacuation

• Installation d'alarmes et de moyens de détection

• Installation de moyens d'extinction

• Suppression des sources de chaleur à proximit.

3.7. RISQUES BIOLOGIQUES :

Risques d'infection, d'allergies ou d'intoxications résultant de la présence deMicroorganismes.



Figure 1.8 : Vetement de protection contre risque biologique [4]

3.7.1. Identification

Dangers liés :

• Au degré de pathogénicité des agents biologiques

• Aux objets coupants, tranchants et piquants

• à la libération de produits biologiques allergisants ou toxiques

• à l'incertitude face à la pathogénicité de différents agents

• Aux produits dangereux pour l'environnement

3.7.2. Modalités d'exposition

• Toute situation de travail où existe la possibilité de contamination par différentes voies(Inhalation, ingestion, contact, pénétration suite à une lésion).

• Toute situation pouvant entraîner une propagation accidentelle dans l'environnement

• Travail de laboratoire sur microorganismes

• Travail en contact avec des animaux

• Soins aux personnes en milieu hospitalier

• Travail en contact avec des produits agroalimentaires

3.7.3. Moyens de prévention [4]

• Information, formation et instruction des salariés

• Ventilation correcte des locaux

Bonne gestion des déchets

• Utilisation des moyens de protection individuelle (faire porter des protections respiratoires,Lunettes, gants, écran facial, etc.)

• Réduction des temps d'exposition et limiter le personnel exposé

• Procédures de décontamination

• Vaccinations et surveillance médicale des salariés concernés.

3.7.4. RISQUES CHIMIQUES :



Figure 1.9 : produit chimique

4.8.1- Identification

Dangers liés :

- Aux propriétés physico-chimiques (produits corrosifs, comburants, explosifs ouInflammables)
- Aux propriétés toxicologiques (produits irritants, nocifs toxiques, cancérogènes, mutagènes,Etc.)
- Aux propriétés éco-toxicologiques
- à l'incertitude scientifique sur les dangers des produits synthétisés

3.7.5. Modalités d'exposition

- Toute situation de travail où existe la possibilité de contamination par différentes voies(Inhalation, ingestion, contact, pénétration suite à une lésion)
- Toute situation où les produits sont susceptibles de déclencher ou de propager un incendie

3.7.6. Moyens de prévention [4]

- Information, formation et instruction du personnel
- Remplacer par des produits non dangereux et, si cela n'est pas possible, par des moinsDangereux

• Réduction des quantités

• Limitation du nombre de salariés exposés et du temps d'exposition

• Vérification et entretien périodique des systèmes de captage à la source

• Organisation et conditions de stockage adaptées

• Port d'équipements de protection individuelle

• Surveillance médicale du personnel concerné.

3.8. RISQUES PHYSIQUES :

Risques liés au bruit, aux vibrations et aux rayonnements.



Figure 1.10 : vibcheck appareil de mesure des vibrations [5]

3.8.1. Identification

• Différents moyens de transport, installations, machines (bruit etVibrations)

• Présence de sources de rayonnements ionisants

• Présence de sources de rayonnements électromagnétiques

• Présence de sources de rayonnements infrarouge ou ultraviolet

3.8.2. Modalités d'exposition

• Bruit émis de façon continue par des machines, compresseurs, outils, moteurs, etc.

• Bruit d'impulsion des machines et outils travaillant par chocs

• Exposition à une amplitude sonore trop importante

• Vibrations émises par des moyens de transport, machines et outils

• Utilisation d'appareils générant des rayonnements ionisants

• Utilisation d'appareils générant des rayonnements optiques

• Utilisation d'appareils générant des rayonnements électromagnétiques

• Utilisation de matières émettant des rayonnements ionisants (matières radioactives)

• Toute situation où il y a possibilité de contamination, d'exposition externe ou interne à desRayonnements

Toute situation où des personnes peuvent se trouver à proximité d'une source deRayonnement

3.8.3. Moyens de prévention [4]

• Informer, former et instruire le personnel

• Essayer de supprimer les sources de bruit ou de vibrations

• Limiter le temps d'exposition du personnel

• Disposer les installations bruyantes dans des locaux séparés

• Installer des protections sonores

• Installer des isolations contre les vibrations

• Entretenir régulièrement les machines, outils et moyens de transport

• Utiliser les moyens de protection individuelle adaptés

• Disposer de lunettes adaptées aux rayonnements

• Respecter les valeurs limites

• Classer les locaux en zones surveillées ou contrôlées

• Adapter le stockage des sources rayonnantes et déchets rayonnants

• Assurer un suivi médical du personnel exposé.

3.9. RISQUES LIES A L'ELECTRICITE :

Risques d'accident résultant du contact avec des installations électriques.



Figure 1.11 : accident d'origine électrique

3.9.1. Identification

• Contact direct avec des éléments sous tension

• Contact indirect (arc électrique)

3.9.2. Modalités d'exposition

• Toute situation où il y a possibilité d'électrocution ou électrisation

• Conducteurs nus accessibles aux travailleurs

• Matériel défectueux, âgé ou usé

• Non-consignation d'une installation électrique lors d'une intervention

3.9.3. Moyens de prévention

• Information, formation et instruction du personnel

• Remplacement des équipements dangereux par des équipements non dangereux, et/ou, siCela n'est pas possible, par des équipements moins dangereux

• Contrôle et maintenance des installations

• Signalisation adaptée

• Protection ou éloignement des pièces nues sous tension

• Mise en place de consignes en cas d'intervention

• Dispositifs de coupure d'urgence

• Matériel à double isolation

• Equipements de protection individuelle adaptés

• Contrôles périodiques

• Respect des cinq règles de sécurité

3.9.4. Les 5 règles de sécurité: [4]

1 Mise hors tension,

2 Protection contre la remise

sous tension,3 Contrôle de

l'absence de tension,

4 Mise à la terre et court-circuit,

5 Séparation, isolation, protection des parties voisines sous tension

3.10. TRAVAIL SUR ECRAN :

Risques pour la santé sur des postes de travail non ergonomiques.



Figure 1.12 : Ecran de micro portable

3.10.1. Identification

- Dangers liés à la sollicitation visuelle (brillance de l'écran, distance entre l'écran et laPersonne, taille des caractères, etc.)
- Dangers liés à une mauvaise posture (cou, dos et membres supérieurs)
- Dangers liés à l'ambiance: éclairement, bruit, température, etc.)

3.10.2. Modalités d'exposition

- Durée du travail sur écran
- Type du travail (saisie, dialogue, transcription)
- Organisation du travail (autonomie, pauses, etc.)
- Contraintes ergonomiques (écran, clavier, souris, table, siège, etc.)
- Eclairage mal adapté

3.10.3. Moyens de prévention [4]

- Formation et information du personnel
- Mode de travail autonome
- Variation des travaux

• Pauses régulières

• Eclairage et sonorisation adaptés

• Adaptation de l'ergonomie du poste à l'utilisateur

• Adaptation de l'éclairage

• Pauses régulières

• Suivi médical

3.10.4. EQUIPEMENTS DE TRAVAIL :

Risque d'accidents causés par l'action mécanique (coupure, perforation, etc.) d'une machine,D'une partie de machine, d'un outil portatif.



Figure 1.13 : scie- boi-captage-poussières [5]

3.10.5. Identification

• Dangers liés aux équipements et matériels en mouvement

• Dangers liés aux matériaux usinés, analysés ou traités (fluides chauds, vapeurs, poussières,Copeaux, etc.)

• Dangers liés aux produits utilisés pour l'usinage, l'analyse ou le traitement de matériaux

3.10.6. Modalités d'exposition

• Parties mobiles accessibles au personnel

• Fluides ou matières pouvant être projetés

• Utilisation d'outils tranchants

• Toutes situations au cours desquelles il y a possibilité d'écrasement, de cisaillement, deHappement, de heurt, de choc, d'enroulement, etc.

4.12.3 Moyens de prévention [4]

• Formation et information du personnel

• Protection des organes des machines en mouvement

• Utilisation d'équipements de travail adaptés

• Vérifications périodiques

• Signalisation des éléments ou zones à risques

• Dispositifs d'arrêt d'urgence

• Aménagement du poste de travail

• Utilisation de machines et outils conformes à la réglementation

• Utilisation selon les indications du constructeur / fournisseur



Figure 1.14 : Barometre de Préssion

3.11. EQUIPEMENTS SOUS PRESSION :

Risques d'accident causé par une machine, une partie de machine sous pression.

3.11.1. 4.13.1- Identification

- Dangers liés aux équipements et matériels en mouvement
- Dangers liés aux matériaux usinés, analysés ou traités (fluides chauds, vapeurs, poussières,Copeaux, etc.)
- Dangers liés aux produits utilisés pour l'usinage, l'analyse ou le traitement de matériaux

3.11.2. Modalités d'exposition

- Situations de libération du contenu sous pression, lors du fonctionnement, de l'ouverture, deLa charge de l'appareil ou de projection d'objets sous pression.

3.11.3. Moyens de prévention [4]

- Formation et information du personnel
- Utilisation d'équipements adaptés
- Inspections périodiques
- Entretien préventif
- Utilisation des appareils par du personnel compétent
- Ventilation et captage des émissions à la source
- Utilisation selon les indications du constructeur/fournisseur

3.11.4. Conclusion :

Dans ce chapitre, plusieurs modèles de classification ont été proposés.Ils ne sont pas exhaustifs, ces classifications intègrent plusieurs types de risques qui n'ont pas été tous détaillés et hiérarchisés (, Risque Planning, Risque technologique, Risque humain, Risque accidentel, Risque conjoncturel ....). Il est important de développer l'analyse de risque en se posant les questions suivantes : Pour qui ? Sur quoi ? Quand ?

Le concept d'analyse de risque pour un projet repose sur la démarche en 5 étapes, il s'agit d'unmodèle de référence structurant les points suivants :

- Identification et classification des risques.
- Les conséquences du risque (financier, juridique, humain, ...).
- La gestion du risque (prévention, protection, évitement de risque, transfert).
- Maîtrise interne ou transfert vers un tiers (externalisation, assurance).
- Assurabilité d'un risque, calcul financier du transfert à l'assurance.

L'importance de obligations réglementaires, régulièrement modifiées nécessite une veilleattentive pour partager la connaissance, capitaliser l'information, fédérer tous les acteurs de la sécurité, et faciliter les mises à jour. Toutefois, légitimement, on peut s'interroger sur l'établissement de classification des risques et des effets sur l'assurance.

Chapitre 02:

Présentation de l’entreprise

1- Historique du L.T.P.Est ANNABA

Le laboratoire des travaux publics de l'Est "L.T.P.Est " est issu de l'ex : LNTPB , il est devenu depuis septembre 1989 une société par action au capital social de 908.000.000DA.

Avec ses ingénieures, ses techniciens et ses différent laboratoire implantés à travers l'Est Algérien, le L.T.P Est est devenu en quelques années, le partenaire sur et effectif de tous les opérateurs dans le domaine des études géotechniques, contrôles des matériaux et suivi de chantiers.

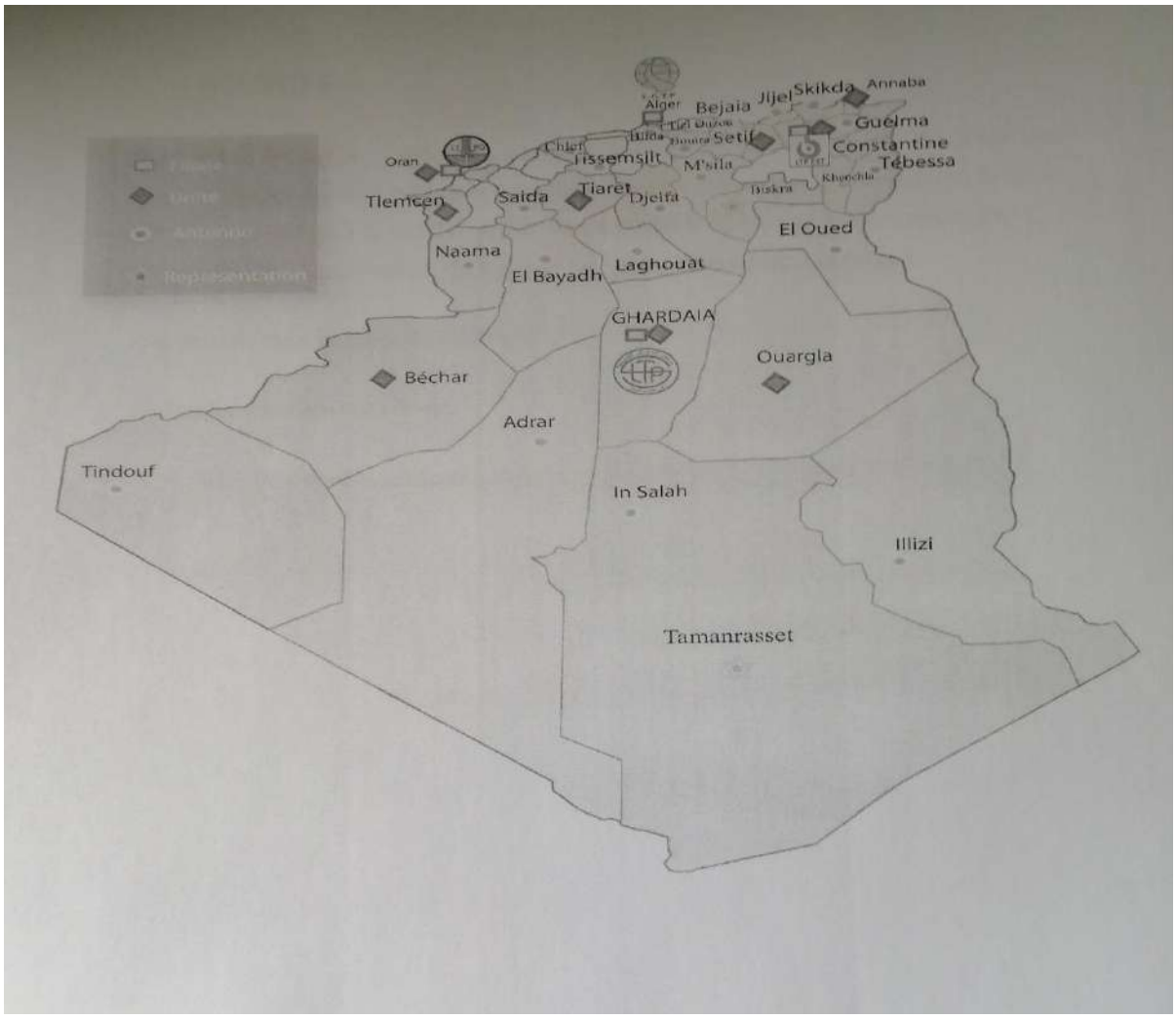
2- Nature juridique

Le L.T.P Est est une société par action au capital de 908.000.000DA siège social zone industrielle du 24 février 1956 Constantine le laboratoire L.C.T.P est l'unique actionnaire de lasociété L.T.P Est.

3- Implantation géographique

Le laboratoire des travaux publics d'Annaba est implanté à travers toutes les régions de l'extrême Est de l'Algérie ou (département) de l'Est Algérien.

Il peut aussi élargir son champ d'intervention géographique à travers tout le territoire.



Figur1.15 Implantation géographique

4-Objectifs de L.T.P.Est

-Aider le maitre d'œuvre à définir le mode de fondations approprié à tout ouvrage de géniecivil.

-Aider le maitre d'œuvre à définir les solutions aux problèmes de stabilité des sols (deglissements de terrains, tassement etc.…)

-Donner des consignes relatives à la constructibilité et l'aptitude des sols, et délimitation deszones de glissements.

-Donner des directives pour la préservation du bâti existant.

-Aider les entreprises et l'administration à réaliser des ouvrages de qualit

5-Activités

Recherche appliquée, études et analyses, tous essais et contrôles relatifs aux matériaux utilisés dans les travaux publics et dans le bâtiment se rapportant au domaine, à la mise en œuvre, ainsiqu'à la stabilité et aux fondations des travaux et des constructions.

Tracer routiers, autoroutiers, chemins de fer, pistes d'aérodrome et tunnels prospection et recherche de matériaux :

-Hydrauliques et hydrocarbonés.
-Base de données géotechniques.

6- Secteur d'activité6.1-Ingénierie

- Etudes de sol pour ouvrages d'arts sur tout type de fondation
- Etudes de sol pour bâtiments toutes catégories : résidentiels, commercial, industriel,etc.
- Infrastructures routières et urbaines.
- Etude de stabilité de pentes et remblais
- études et conception de murs de soutènement.
- études et expertises de tassements et de fissurations.
- Conception de base de données géotechniques.

6.2-Sols, béton bitumineux, béton de ciment

Les professionnels du BTP et les maitres d'œuvre exigent de plus en plus des matériaux de qualité.

Une grande importance doit, en effet, être accordée à la qualité des matériaux tels que les sols, le béton de ciment, l'enrobe bitumineux, afin de prévenir un vieillissement prématuré des ouvrages.

6.3- Hydrogéologie / Environnement

- La règlementation environnementale de plus en plus rigoureuse a incite le LTPE à porter uneattention particulière à la protection des eaux de surface et souterraines.
- Les équipes spécialisées du LTPE sont présentes pour vous apporter conseil et support technique au niveau de l'application de cette règlementation, en vous proposant des

prestations en environnement et en hydrogéologie, afin de répondre correctement aux besoinsdes collectivités locales, (de la grande, de la moyenne et de la petite) entreprise.

- Le personnel affecte est forme d'ingénieurs, de géologues et de techniciens expérimentes etqualifiés.

6.4- Géologie / Cartographie / Géomorphologie

- Connaissance générale de la géologie locale.
- Cartographie géologique.
- Etudes structurales de massifs rocheux (joints et structures).
- Evaluation des propriétés physico-chimiques et minéralogiques des roches.
- Photo-interprétation.
- Cartographie et caractérisation des dépôts meubles.
- Géomorphologie.
- Evaluation des propriétés physiques et mécaniques du roc.
- Evaluation des risques géologiques locaux.

6.5- Logiciels

- AGC a entrepris de développer depuis 1994 en collaboration avec le LTPE le package GEOTPACK (géologie-géotechnique), un système complet d'interprétation graphique desdonnées géotechniques.
- Les informaticiens du LTPE sont présents pour vous aider à interpréter de façon fiable etrapide un grand nombre de données géotechniques grâce à ces logiciels.

6.6- Conseil et assistance

Le LTPE est votre conseiller privilégié depuis la définition du programme de

reconnaissanceà la formulation de solutions optimisées de vos projets.

6.7- Forage

Le LTPE effectue divers travaux de forage nécessaires à l'investigation et l'échantillonnagede roc et dépôts meubles, au carottage de béton de ciment et à la reconnaissance hydrogéologique, environnementale, géologique.

-Essai in situ.

-Essais au Pressiomètre.

-Essais de pénétration dynamique et statique.

-Essai de perméabilité.

-Carottage.

-Instrumentation.

-Mise en place de piézomètres.

-Mise en place d'inclinomètres

-Mise en place de Tasso mètre

7- Observations notées au cours du stage

Au cours de notre stage, nous avons réalisées des observations dans deux laboratoires de recherches au sein de l'entreprise.

Le premier laboratoire spécialisé dans la solidité du béton destiné au divers secteur notammentla construction, le béton est soumis à une pression appliquée à l'aide d'une presse à compression béton donnant la charge pouvant être supportée. Nous avons aussi observé d'autre machines, nous citerons l'exemple du cutter dont le rôle est de couper les charges du béton, la machine Kima Gawa utilisée pour la séparation du bitume en goudron et gravier sous l'effet de la température atteignant 600°C.

Le deuxième laboratoire destiné au test chimiques donnant des résultats sur la composition physico-chimique du produit qui est le béton.

8- Les risques liés aux ateliers :

Durant la réalisation du travail, le risque entoure le personnels el leurs biens

8.1- Les risques physiques :

- Risque de stockage intérieur et extérieur
- Risque sonore.

8.2-Les risques chimiques :

- Risque de poussières.
- Risque vapeur.

8.3-les risques ergonomiques :

- Risque de charge physique.
- Risque de charge mentale**8.4-les risques sécuritaires :**
- Risque de chutes d'objets.
- Risques mécaniques.
- Risque coupure
- Risque de brulure.
- Risque électrique.
- Risque des produits et travaux dangereux.
- Risque d'incendie.

CHAPITRE 03 : LES METHODES D'ANALYSES DES RISQUES

INTRODUCTION

Actuellement les industries sont confrontées à des problèmes industriels majeurs qui menacent leur pérennité et remettent en cause leurs objectifs. Devant ce défi, les industries doivent défendre leur existence en instaurant une stratégie de gestion des risques professionnels et en mettant en place des méthodes d'analyse et d'évaluation de ces risques et ce, pour garantir que leurs installations fonctionnent dans toute sécurité. Dans sa première étape la gestion des risques professionnels consiste à analyser les risques endogènes et exogènes inhérents aux systèmes industriels en commençant par l'identification des dangers potentiels existants puis l'estimation des risques associés en termes d'occurrence et de gravité. La deuxième étape consiste à évaluer ces risques professionnels par rapport à des critères d'acceptabilité du risque. Enfin, si le risque est jugé inacceptable, de nouvelles mesures et barrières de sécurité seront mises en œuvre afin de maîtriser ces risques professionnels.

Dans ce chapitre, nous allons dans un premier temps donner quelques concepts et définitions liés à la gestion des risques et décrire le processus de gestion des risques professionnels en insistant sur l'aspect maîtrise du risque. Ensuite, nous allons aborder quelques méthodes d'analyse des risques.

3.1. CONCEPTS ET DEFINITIONS :

Bien que les concepts liés à l'analyse des risques soient bien définis par plusieurs auteurs, textes réglementaires et normes il nous a paru utile de reprendre quelques notions fondamentales apparaissant dans toute démarche d'analyse des risques. [3]

3.1.1. Notion de danger :

Le terme « danger » est défini dans la norme [ISO, 1999] comme une propriété intrinsèque d'une substance dangereuse où d'une situation physique de pouvoir provoquer des dommages pour la santé humaine et/ou l'environnement

Le même terme est défini selon le référentiel OHSAS 18001[OHSAS18001, 1999] comme une source où une situation pouvant nuire par blessure ou atteinte à la santé, dommage à la propriété et à l'environnement du lieu de travail ou une combinaison de ces éléments.

3.1.2. Notion du risque :

Le risque est défini comme une mesure d'un danger associant une mesure de l'occurrence d'un événement indésirable et une mesure de ses effets ou conséquences.

3.1.3. Notion de criticité :

Cette notion est définie comme le résultat d'agrégation des deux dimensions, gravité et probabilité d'occurrence. Elle permet d'estimer l'ampleur d'un risque. L'ensemble des niveaux de risque sont ajustés et classés proportionnellement en fonction de l'importance de deux dimensions (probabilité et gravité) dans une grille appelée grille de criticité. Cette dernière est considérée comme une balance qui nous permet de peser le risque professionnel et de décider s'il est acceptable où inacceptable. [3]

3.2. PROCESSUS DE GESTION DES RISQUES PROFESSIONNELS :

Bien qu'il existe des différences importantes sur les termes liés à la gestion des risques, ladéfinition de processus de gestion des risques est relativement identique dans tous lesréférentiels et normes [ISO, 1999 ; OHSAS 18001,1999]. Dans le cadre de la gestion desrisques, l'analyse et l'évaluation des risques peuvent être menées, selon la qualité de l'information et de données recueillies sur le système par plusieurs façons, qualitative, semi-quantitative où quantitative. Dans ce qui suit et pour chaque approche, nous présentonsquelques méthodes.

Dans les guides ISO/CEI 51 et 73 [ISO, 1999], la gestion des risques est définie comme l'ensemble des activités coordonnées, menées en revue de réduire le risque à un niveau jugé tolérable ou acceptable, à un moment donné et dans un contexte donné. Le processus de gestiondes risques est un processus itératif incluant les étapes suivantes (Fig3.1) :

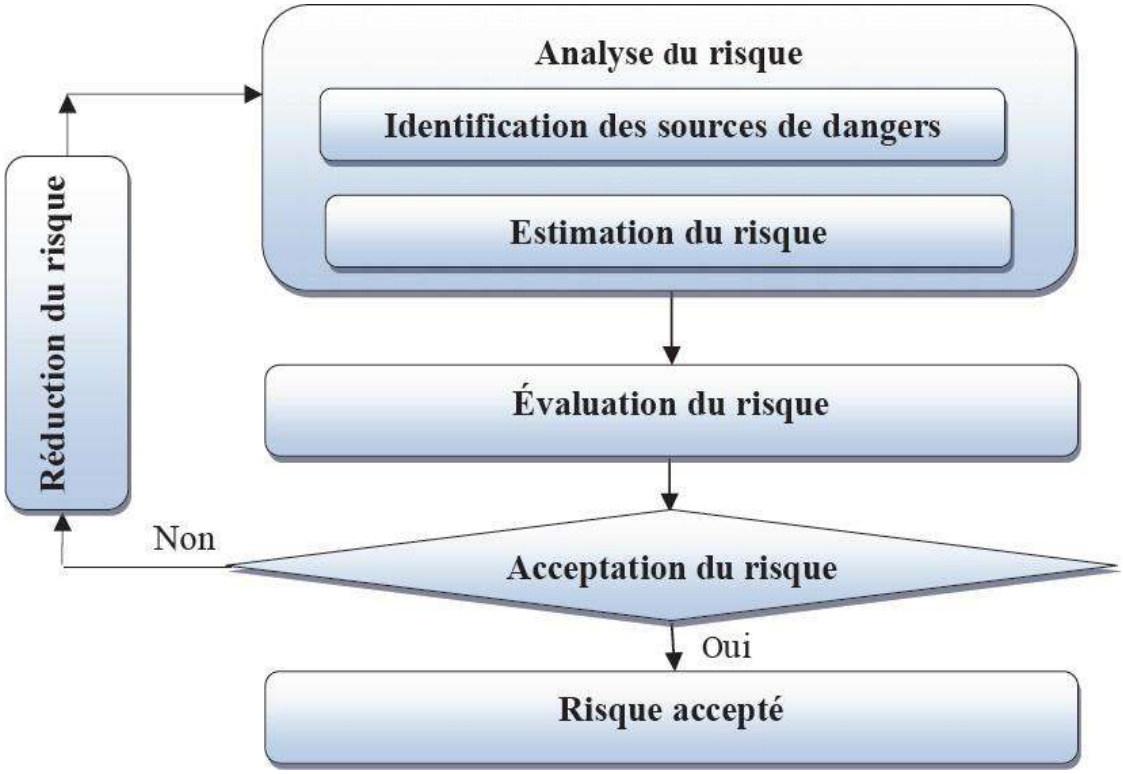


Figure 1.16 : Processus de gestion des risques [ISO, 1999]. [3]

3.2.1. Analyse du risque :

L'analyse des risques occupe une place centrale dans le processus de gestion des risques. Cette étape sert à définir le système ou l'installation à étudier en recueillant toutes les informations et données nécessaires. Dans ce volet, une description à trois niveaux, structurel, fonctionnel et temporel est indispensable afin de mener une analyse efficace et atteindre les objectifs voulus en matière de maîtrise des risques. Dans un premier temps, les principales sources de dangers

et les scénarios d'accident doivent être recensés et identifiés. La complexité de certains systèmes étudiés requiert l'utilisation des outils d'analyse aidant à l'identification des dangers [INERIS. 2003]. Citons par exemple HAZID (Hazards Identification), HAZOP (Hazard and Operability Study), APD (Analyse Préliminaire de dangers) et d'autres. Ces outils d'analyse permettent aussi d'identifier les différentes barrières de sécurité existantes dans le système étudié. Une fois le danger est identifié, le risque associé doit être effectué. L'estimation peut être qualitative, semi quantitative et/ou quantitative en termes de probabilité de son occurrenceet de la gravité de ses conséquences sur les personnes, les biens et l'environnement. [3]

3.2.2. Évaluation du risque :

Après avoir estimé le risque, on doit le comparer aux critères d'acceptabilité établis préalablement par l'entreprise / organisation concerné. Cette évaluation permet de prendre une décision sur l'acceptabilité ou l'in acceptabilité de chaque risque [ISO, 1999], c'est-à dire, déterminer s'il convient d'accepter le risque tel qu'il est ou bien de le réduire. [8]

3.2.3. Acceptation du risque :

L'acceptabilité d'un risque professionnel est faite à partir de ses deux paramètres. Le niveau du risque quantifié sera positionné dans une matrice d'évaluation et en fonction des critères d'acceptabilité retenus et le risque estimé qu'on juge de l'acceptabilité ou la non acceptabilité du risque [ISO, 1999]. Si le risque est jugé acceptable le processus de gestion sera terminé et le risque jugé sera surveillé. Dans le cas contraire, le processus continue en passant à l'étape de réduction.

3.2.4. Réduction du risque :

Cette étape consiste à mettre en œuvre les différentes mesures et barrières de prévention et de protection afin de réduire l'intensité du phénomène (réduction potentielle de danger, atténuation des conséquences) et à diminuer la probabilité d'occurrence par la mise en place de barrières visant à prévenir les accidents. Outre les améliorations techniques et de fiabilité d'équipements, la prévention passe aussi par une meilleure prise en compte des facteurs de risque liés à l'organisation et aux personnes. Le choix des actions préventives

à engager est effectué en comparant les coûts de leur mise en œuvre avec les coûts des conséquences de risque, en tenant compte de leur probabilité d'apparition. Un suivi régulier de l'évolution des risques est recommandé dans la démarche de gestion des risques afin de contrôler et d'assurer la pertinence des actions préventives engagées et de corriger les dispositions prévues [INERIS, 2003]. [5]

3.3. Méthodes d'analyse et d'évaluation des risques :

Dans cette partie nous allons décrire brièvement les principales méthodes utilisées Dans unedémarche d'analyse des risques. Ces méthodes seront classées dans trois principales catégories :

- Méthodes qualitatives
- Méthodes semi-quantitatives
- Méthodes quantitatives. [6]

3.3.1. Méthodes qualitatives :

L'analyse qualitative des risques constitue un préalable à toutes autres analyses. En effet elle permet la bonne compréhension et connaissance systématique du système étudié et de ses composants. Pour une bonne évaluation qualitative du risque cette approche ne s'appuie pas explicitement sur des données chiffrées, mais elle se réfère à des observations pertinentes sur l'état du système et surtout sur le retour d'expérience et les jugements d'experts. Cette approche nécessite alors une très bonne connaissance des différents paramètres et causes liés au systèmeétudié. Dans quelques études de dangers, cette approche peut être suffisante pour atteindre les objectifs voulus si elle est bien menée et justifiée. [6]

3.3.1.1. Analyse préliminaire des risques (APR) :

L'analyse préliminaire des risques est un outil à caractère qualitatif utilisé et appliqué jusqu'à l'heure actuelle dans de nombreuses industries surtout quand il s'agit de connaître et d'évaluer les différents éléments et situations dangereuses dans un système ou installation en phase de conception. Les étapes de cette méthode peuvent être résumées comme suit :

Dans un premier temps, cette méthode permet d'identifier et de lister les éléments du système et les événements pouvant conduire à des situations

dangereuses et des accidents. A ce niveau, on analyse des séquences d'événements qui conduisent à un simple incident ou à accident grave. Dans un second temps, il s'agit d'évaluer la gravité des conséquences liées aux situations dangereuses et aux accidents potentiels. Enfin, on doit prévoir toutes les mesures préventives permettant de maîtriser ou d'éliminer les situations dangereuses et les événements causant les accidents potentiels. [6]

3.3.1.2. Hazard and Operability Study (HAZOP):

La méthode HAZOP est un outil qualitatif très utilisé en particulier dans l'industrie pétrochimique. Généralement HAZOP représente une extension de l'analyse des modes de défaillance et leurs effets (AMDE). Elle consiste à détecter des problèmes potentiels qui peuvent causer un écart par rapport à la conception d'origine et à voir les causes et les conséquences de ces écarts. Cette méthode est mise en œuvre à la fin de phase de conception etprécisément au début de phase de réalisation des systèmes industriels puisqu'elle s'appuie sur les plans de circulation des fluides et les schémas détaillés PID du système étudié [INERIS, 2003 ; CEI 61882,2001]. Son déroulement est comme suit :

Après avoir décomposé le système en parties (lignes de circulation), tous les paramètres associés au fonctionnement du système doivent être identifiés, généralement les paramètres rencontrés concernent la température, la pression, le débit et le temps [INERIS, 2003]. Ces derniers peuvent subir des contraintes intrinsèques ou extrinsèques qui vont rendre anormal le fonctionnement du système.

Citons par exemple :

- Augmentation / diminution de débit.
- Diminution / élévation de la température ou de pression.
- Dépassement du temps…etc. [5]

Ces variations (dérives potentiels) des paramètres engendrent des conséquences potentielles etpour prévenir ces conséquences, HAZOP identifie pour chaque dérive les moyens de détection et les différentes barrières de sécurité prévues pour réduire l'occurrence des accidents.

Dans notre étude de cas, cette méthode sera appliquée dans un but d'identification des différentsscénarios d'accidents.

-Limites et avantage

L'HAZOP est un outil particulièrement efficace pour les systèmes thermo-hydrauliques. Cette méthode présente tout comme l'AMDE un caractère systématique et méthodique. Considérant, de plus, simplement les dérives de paramètres de fonctionnement du système,elle évite entre autres de considérer, à l'instar de l'AMDE, tous les modes de défaillances possibles pour chacun des composants du système. En revanche, l'HAZOP permet difficilement d'analyser les évènements résultant de la combinaison simultanée de plusieursdéfaillances. Par ailleurs, il est parfois difficile d'affecter un mot clé à une portion bien

délimitée du système à étudier. Cela complique singulièrement l'identification exhaustive descauses potentielles d'une dérive. En effet, les systèmes étudiés sont souvent composés de parties interconnectées si bien qu'une dérive survenant dans une ligne ou maille peut avoir des conséquences ou à l'inverse des causes dans une maille voisine et inversement. Bien entendu, il est possible a priori de reporter les implications d'une dérive d'une partie à une autre du système. Toutefois, cette tâche peut rapidement s'avérer complexe. [5]

3.3.1.3 La méthode MOSAR :

Structure générale de la méthode MOSAR :

La méthode s'articule autour de deux visions, d'où les deux modules qui la composent(Fig3.2) :

— une vision macroscopique conduisant à un module A qui consiste à faire une analyse des risques de proximité ou analyse principale de sécurité ou analyse des risques principaux. C'est parce que les éléments qui constituent l'installation (stockages, machines, chaînes de fabrication,

opérateurs) sont à proximité les uns des autres que des risques apparaissent, souventmajeurs. Ces éléments sont modélisés sous forme de systèmes ce qui va permettre d'identifier en quoi ils peuvent être sources de danger. On recherche ensuite comment ils peuvent interférer entre eux et avec leur environnement pour générer des scénarios d'accidents. Ce travail nécessite la mise en œuvre du modèle MADS (Méthodologie d'Analyse de Dysfonctionnement des Systèmes). Ce module comporte aussi une phase de négociation avec les acteurs concernés, qui va permettre d'établir un consensus sur les risques acceptables sous forme d'une grille Gravité-Probabilité.

— une vision microscopique conduisant à un module B qui consiste à faire une analyse détaillée et complémentaire des dysfonctionnements techniques et opératoires identifiés dans le module

A. C'est en fait une approche de type « sûreté de fonctionnement » qui vient faire foisonner l'analyse précédente. Dans les scénarios établis dans le module A, on va développer les dysfonctionnements de nature opératoire et ceux de nature technique. C'est à ce niveau que l'onmettra en œuvre les outils comme les AMDEC, HAZOP et les arbres logiques. Le module se termine par le rassemblement et l'organisation de l'information acquise pour la gestion des risques c'est-à-dire des scénarios identifiés s'ils surviennent. [6]

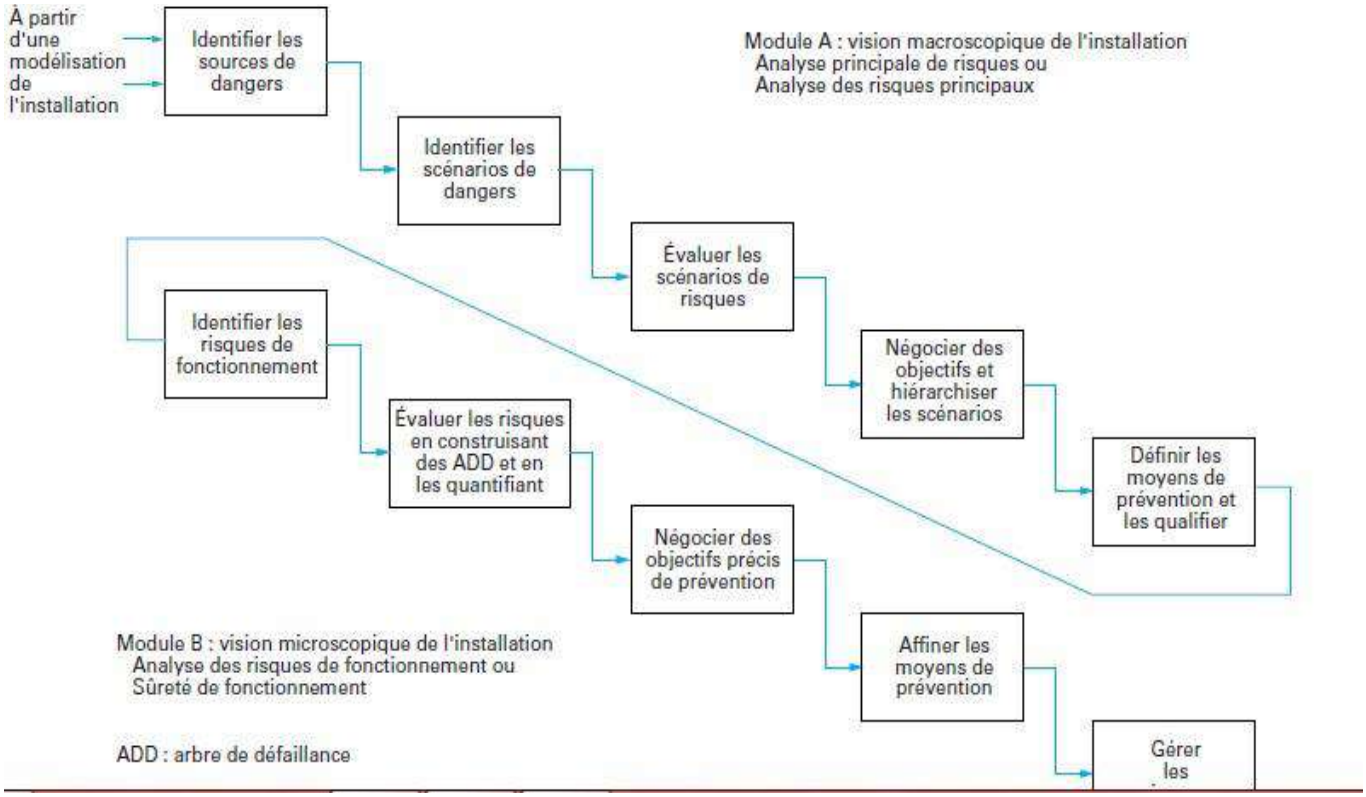


Figure 1.17 : Structure générale de la méthode MOZAR. [6]

Modèles mis en œuvre MADS :

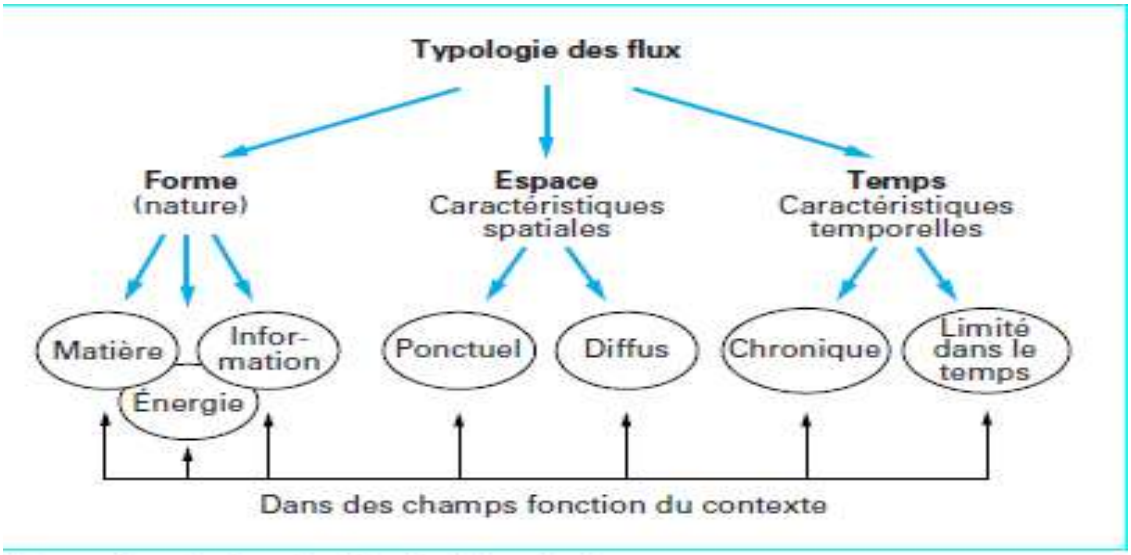
Description de MADS :

Le modèle MADS (Méthodologie de dysfonctionnement des systèmes, figure 5), appelé aussi Univers du danger est un outil initialement à vocation pédagogique qui permet de construire et de comprendre la problématique de l'analyse des risques. Il est construit sur les bases des principes de la modélisation systémique développés par Jean-Louis Le Moigne dans « La Théorie du Système général ».

L'univers du danger est formé de deux systèmes appelés système source de danger et systèmecible, en interaction et immergés dans un environnement dit actif.

Les interactions entre ces deux systèmes se font sous forme de processus c'est-à-dire d'échangede flux de matière, énergie, information entre les deux systèmes, dans le temps, l'espace et la forme.

Les autres actions qui se produisent dans cet univers sont explicitées aussi sous forme de processus.



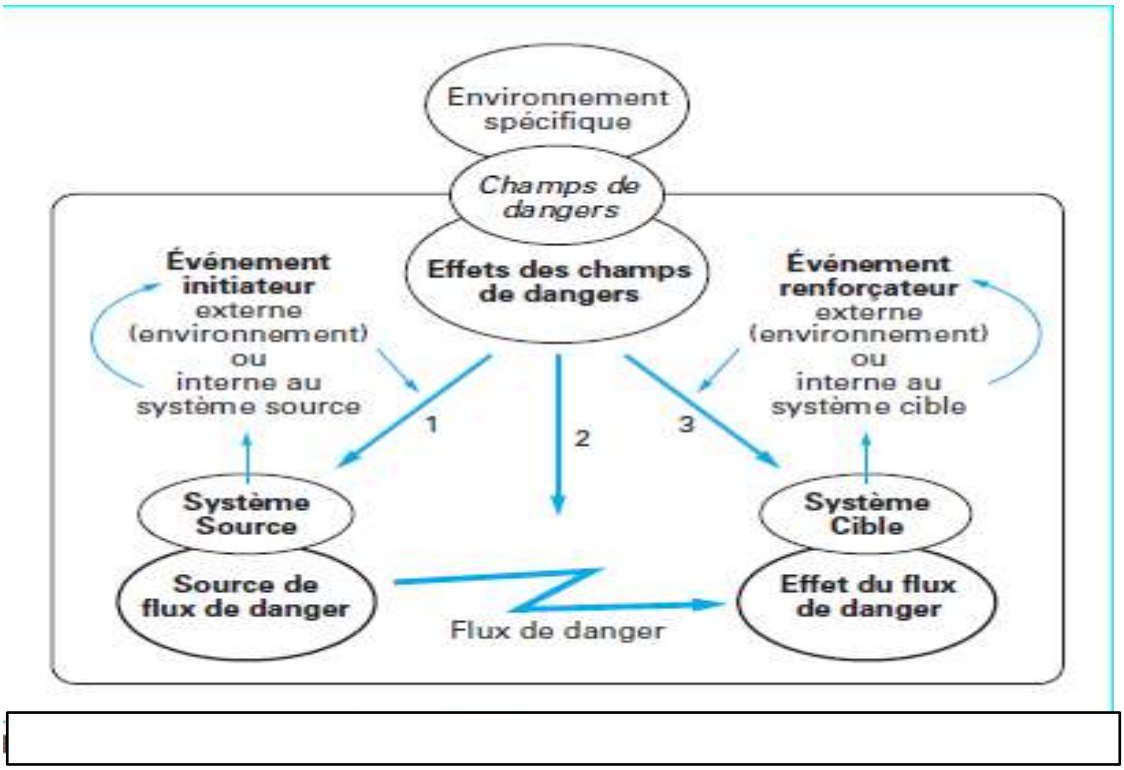


Figure 1.18: Le modèle MADS ou l'univers de danger. [3]

Figure 3.4 : Les typologies de flux. [3]

3.3.2. Méthodes semi-quantitatives :

L'analyse semi-quantitative des risques est une approche qui n'est ni purement qualitative ni purement quantitative [Desroches, 1995]. Cette démarche a pour but d'enlever l'aspect hautement subjectif de l'information utilisée dans l'approche qualitative en lui donnant plus de précision et d'exactitude, et en même temps pour assouplir et combler le manque de la robustesse des données de l'approche quantitative.

De nombreuses méthodes et outils d'analyse et d'évaluation à caractère semi quantitatif ont été développés. Dans ce qui suit on présentera certaines méthodes parmi

les plus utilisées dans l'évaluation des risques. Comme les méthodes LOPA (Layers Of Protection Analysis). [6]

3.3.3. Méthodes quantitatives :

L'analyse quantitative des risques est considérée comme l'approche la plus retenue pour une bonne prise de décision sur les risques. Cette approche consiste à caractériser les différents paramètres d'analyse des risques par des mesures probabilistes [Desroches, 1995]

L'obtention de ces mesures passe généralement par un traitement mathématique en prenant en compte les données relatives aux différents paramètres évalués et aussi aux informations qui sont de nature quantitative.

À l'égard de l'application de cette démarche, une attention particulière aux données utilisées, àleur origine et à leur adéquation aux cas étudiés doit être portée car une simple erreur remettral'étude en cause.

Nous présentons deux méthodes quantitatives parmi les plus utilisées, en l'occurrence l'arbredes événements et l'arbre de défaillances. [6]

3.3.3.1 Arbres de causes(AdC) :

Un arbre de causes explicite la façon dont des combinaisons d'événements et de conditions ontconduit à la réalisation d'un accident.

C'est une représentation logique de l'analyse des causes d'un accident (il n'utilise que le connecteur logique ET). À une extrémité, on trouve l'accident ou l'incident analysé et aux extrémités des ramifications, les événements, conditions ou circonstances qui se sont rencontrées pour qu'il se produise.

L'appellation « arbre de causes », qui aurait aussi bien pu être retenue pour désigner les arbres de défaillances a été retenue pour désigner la méthode de représentation de l'analyse a posteriori d'un accident. Elle a été très bien promue dans le domaine de la sécurité au travail et largement diffusée par l'INRS (Institut National de Recherche et de Sécurité) dans ce cadre.

La construction d'un arbre de causes consiste à partir de l'événement final et à remonter, étape par étape, en se demandant à chaque fois, quelle est la

combinaison d'événements, d'actions, de décisions, de conditions qui a provoqué l'événement immédiatement supérieur. Il importe, pour profiter de cette méthode, de ne jamais se censurer en ne retenant que ce qui serait une cause au sens strict, mais, au contraire, de noter tout ce qui a joué un rôle.[5]

3.3.3.2 Arbre des événements (AdE) :

L'arbre des événements est une méthode déductive qui consiste à partir de l'événement initiateur conduisant à un événement indésirable à envisager l'échec ou le succès des fonctions de sécurité puis définir les événements susceptibles de se produire en aval de l'événement initiateur, les barrières de sécurité et leurs fonctions doivent être identifiées en leurs affectant des probabilités de défaillance.

L'AdE construit permet temporellement d'identifier les différentes séquences d'événements susceptibles de conduire ou non à des conséquences aux limites et les chemins les plus dangereux conduisant à des conséquences catastrophiques sont ensuite analysés en détail. La

probabilité d'occurrence de l'événement initiateur par celles des barrières de sécurité existanteset pouvant empêcher le scénario d'accident. Les étapes de la méthode sont :

- Définition de l'élément initiateur.
- Identification des barrières de sécurité et leurs fonctions.
- Construction de l'arbre.
- Traitement de l'arbre. [3]

3.3.3.3 Arbre de défaillances (AdD) :

L'arbre de défaillances, appelé également arbre des causes, arbre des défauts où encore arbre des fautes, est une méthode purement quantitative qui est utilisée largement dans le domaine dela sûreté de fonctionnement.

C'est une démarche d'analyse arborescente et probabiliste. Partant d'un événement indésirable bien défini, il s'agit d'identifier les combinaisons d'événements (événements intermédiaires et élémentaires) pouvant conduire à la réalisation de cet événement. Tous les événements identifiés doivent être représentés et hiérarchisés graphiquement sous forme d'un arbre en commençant par représenter au sommet l'événement indésirable puis les

événements intermédiaires et élémentaires. Tous ces événements sont liés par des portes logiques caractérisant la logique de défaillance du système.

Les étapes de cette méthode sont les suivantes :

- La définition de l'événement indésirable (événement de sommet)
- Recensement de tous les événements intermédiaires et élémentaires
- La construction de l'arbre (du sommet vers la base)
- Traitement de l'arbre

Dans le domaine d'analyse et d'évaluation des risques ces méthodes et autres ont des avantages et des limites, l'application de l'une de ces méthodes présentées est fonction des objectifs de l'étude. [3]

3.4. L'AMDEC :

3.4.1. Historique :

L'AMDE et l'AMDEC sont des méthodes d'analyse qualitative des systèmes de production ou des processus. Elles permettent de recenser les défaillances dont les conséquences affectent le système dans les conditions données.

Ces méthodes ont vu le jour à la fin des années 50 dans les industries de construction d'armement nucléaire. Les processus de fabrication impliquaient une maitrise parfaite des systèmes automatisés .Ainsi il a été nécessaire de développer des méthodes d'analyse permettant de prévoir les incidents avant qu'ils ne se produisent.

Vers 1965, leur utilisation fut principalement développée dans le domaine de la construction aéronautique.

Depuis 1980, l'industrie a intégré ce type de méthode avec l'analyse de a fiabilité des systèmesde fabrication.

La notion de criticité est apparue lors de l'adaptation de l'AMDE aux industries de transformation à flux tendu. Ainsi naquit l'AMDEC. [3]

3.4.2. Définition :

L'analyse des modes de défaillance, de leurs effets et de leur criticité (AMDEC) est une méthode d'analyse prévisionnelle de la fiabilité qui permet de recenser systématiquement les défaillances potentielles d'un dispositif puis d'estimer les risques liés à l'apparition de ces défaillances, afin d'engager les actions correctives à apporter au dispositif. [3]

3.4.3. Avantages :

- Elle est utilisable pour beaucoup des secteurs,
- Elle permet une bonne maitrise des risques car permettant de mener des actionspréventifs,
- Elle permet aussi de mettre en commun des expériences des uns et des autres pour sortirles solutions les meilleures. [3]

3.4.4. Limites :

Couts souvent élèves en début d'application,

- Ne permet pas parfois de prendre en compte la combinaison de plusieurs défaillances,
- Parfois difficile à animer car regroupant des responsables des secteurs qui ont souvent dumal à respecter les séances de travail
- Nécessité d'un brainstorming. [3]

3.4.5. Objectifs d'AMDEC :

Lors de la mise en œuvre et l'utilisation d'un système d'assurance de la fiabilité, L'AMDEC joue un rôle primordial. Le caractère méthodologique permet de l'adapter à chaque système en modifiant ou approfondissant certain points en fonction du but à atteindre,

L'AMDEC n'est pourtant qu'une étape de programme de fiabilisation et de maintenabilité qui requit un ensemble de méthodes et de moyens complémentaires.

Analyse des conséquences d'une défaillance qui peut affecter un composant ou une

production.

Mode d'apparition de la défaillance qui peut affecter un composant ou une production.

Défaillance : un moyen de détection ou de prévention.

Effets de la défaillance : étude du moyen de limiter les effets de défaillance.

Criticité : déterminer la gravité de cette défaillance et évaluer son impact sur le système et l'environnement. [3]

3.4.6. Terminologie :

Il est important de les connaître parfaitement afin de comprendre précisément le fonctionnementde l'AMDEC et d'en assurer la meilleure application possible. [3]

3.4.6.1. 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 exprime toujours en termes physiques.

Exemple : blocage, grippage, rupture, fuite, etc. [3]

3.4.6.2. Défaillance :

Une défaillance est la cessation de l'aptitude d'une entité à accomplir une fonction requise, ellepermettre complète ou partielle. [3]

3.4.6.3. Effet de la défaillance :

L'effet d'une défaillance est, par définition, une conséquence subie par l'utilisateur. IL est associé au couple (mode cause de défaillance) et correspond à la perception finale de la défaillance par l'utilisateur. **Exemple :** arrêt de production, détérioration d'équipement, pollution, etc. [3]

3.4.6.4. Criticité :

La criticité est une évaluation quantitative du risque constitué par le scénario (mode- cause- effet- détection) de défaillance analysé. La criticité est évaluée à partir de la combinaison detrois facteurs :

- la fréquence d'apparition du couple mode cause.
- la gravité de l'effet.
- la possibilité d'utiliser les signes de détection. [3]

3.4.6.5. Cause de défaillance :

Est l'événement initial pouvant conduire à la défaillance d'un système par intermédiaire d'un mode de défaillance.

Plusieurs causes peuvent associés à un mode de défaillance et réciproquement ; exemples de cause (corrosion ; dérive ; capteur ; encrassement). [3]

3.4.7. Types d'AMDEC :

Il existe globalement trois 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 de produit de l'entreprise. [3]

AMDEC produit :

L'AMDEC produit est utilisée pour l'aide à la validation des études, cette définition d'un nouveau produit fabriqué par l'entreprise.

Elle 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'action corrective sur la conception et préventive sur l'industrialisation.

3.4.7.1. AMDEC processus :

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

3.4.7.2. AMDEC Moyen de production :

Elle permet de réaliser l'étude du moyen de production lors de sa conception ou pendant sa phase d'exploitation.

Pour un moyen de production en cours d'exploitation, la réalisation d'une

AMDEC permet l'analyse de la cause réelle de défaillance ayant pour conséquence l'altération de la performancedu dispositif de production. [3]

3.4.8. Caractéristiques essentielles de l'AMDEC :

L'AMDEC est une méthode inverse de celle mise en œuvre pour la conception, puisqu'elle estréalisée pour analyser comment un dispositif conçu peut être amené à ne pas fonctionner et quelles seront les conséquences de ses dysfonctionnements sur le dispositif de production, le produit fabriqué et la sécurité des personnes et des biens.

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

- Des modes de défaillance d'un moyen de production.
- Des causes de défaillance générant les modes de défaillance.
- Des conséquences des défaillances sur le moyen de production.
- Des moyens de détection pour la prévention et / ou la correction des défaillances. [3]

3.4.9. But de l'AMDEC :

L'AMDEC est une technique qui conduit à l'examen critique de la conception dans un but d'évaluer et de garantir la sûreté de fonctionnement (sécurité, fiabilité, maintenabilité et disponibilité) d'un moyen de production. [3]

3.4.9.1. Hiérarchisation des défaillances avec la cotation de la criticité :

Va permettre d'estimer, pour chaque défaillance, trois critères de définition :

- La fréquence d'apparition de la défaillance (indice F)
- La gravité des conséquences que la défaillance génère (indice G)

- La non détection de l'apparition de la défaillance (indice D)

3.11.5. L'indice de criticité C :

Est calculé pour chaque défaillance, à partir de la combinaison des trois critères précédents, parla multiplication de leurs notes respectives :

$$C = F * G * D$$

Le calcul de la criticité faite par le produit des notes G.F.D montre si le seuil de criticité acceptable ou non. Permettant la hiérarchisation et la mise en place d'action corrective peut êtredéfinie comme suite :

C<12 : Aucune modification maintenance corrective

12<C<24 : acceptable, remise en cause de l'étude et/ ou maintenance préventive systématiqueet pièce de rechange associés

C>24 : Non acceptable, surveillance particulière, maintenance préventive conditionnelle et pièce de rechange associe

Remarque : On note les éléments puis on les place dans un tableau

3.4.9.2. Indice de fréquence ou l'occurrence F :

Elle donne la périodicité de l'apparition de la défaillance notée F ou O c'est-à-dire

« Combien de fois la défaillance se manifeste-t-elle ? » cette donnée devrait être fournie par l'historique des interventions sur l'équipement.

L'indice de fréquence F est établi pour chaque association composant, mode, cause

facteur F		fréquence d'apparition de la défaillance, ou probabilité que la cause se produise et qu'elle entraîne le mode de défaillance
note	niveau de fréquence	
1	ratiquement inexistant	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 apparue sur du matériel similaire existant en exploitation (exemple un défaut par an).
3	occasionnel	Défaillance occasionnellement apparue 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

Tableau 3.1 : Tableau de fréquence. [4]

3.4.9.3. Indice de graviter G :

C’est l’impact que cette défaillance a sur la production, la satisfaction du client etc. Elle se note

G. C’est à ce stade que nous nous demanderons en fonction du l’étude et du type de l’AMDEC : « la qualité est- elle bonne ?, quelle est la production perdue ?, quelle est la durée de l’intervention ?, quelle sont les couts direct et indirects engendrés par cette défaillance ? » L'effet de la défaillance s'exprime en termes de durée d'arrêt.

Valeur de G		Gravité de la défaillance
Note	iveau degravité	
1	mineur	Défaillance mineure : aucune dégradation notable du matériel (exemple : TI ≤ 10 min).
2	moyen	Défaillance moyenne nécessitant une remise en état de courte durée (exemple : 10 min < TI ≤ 30 min).
3	majeur	Défaillance majeure nécessitant une intervention de longue durée (exemple 30min<TI ≤ 90 min).
4	catastrophique	Défaillance catastrophique très critique nécessitantune grande intervention (exemple TI > 90 min).
5	Sécurité /Qualité	Sécurité/Qualité : accident pouvant provoquer des problèmes de sécurité des personnes, lors du dysfonctionnement ou lors de l'intervention.

TI : temps d'interruption.

Tableau 3.2 : Tableau de gravité. [4]

3.4.9.5 Indice de non détection D :

C’est la capacité de déceler la défaillance noté D. La question que nous nous poserons sera

« quelle est la protection mise en place pour détecter la défaillance ? »

Signes avant-coureurs : bruit, vibration, accélération, jeu anormal, échauffement, Visuel

Facteur D		probabilité que la cause ne soit pas détectée, ou que le mode de défaillance atteigne l’utilisateur du moyen.
note	niveau de détection	
1	Détection assurée	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	Détection possible	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**.
3	Détection aléatoire	La cause et/ou le mode de défaillance sont difficilement décelables ou les éléments de détection sont peu exploitables. **La détection est faible**.
4	non détectable	Rien ne permet de détecter la défaillance avant que l'effet ne se produise : il s'agit du cas **sans détection.**

Tableau 3.3 : tableau de non détection. [4]

3.4.10. Cas d’application :

L’AMDEC est particulièrement destinée aux constructeurs (AMDEC prévisionnelle) et aux utilisateurs des machines (AMDEC opérationnelle). [3]

3.4.10.1. AMDEC prévisionnelle :

En phase de conception, pour vérifier certains points particuliers (éléments nouveaux, spécifiques ou complexes) dont on connaît mal le comportement.

Elle permet l'amélioration de la conception de la conception, la validation d'une solution technique par apport à un cahier des charges ou une exigence spécifique, la mise à plat des dispositions d'assurance qualité, la préparation d'un plan de maintenance ; on la met en pratique quand les composants sont définis, avant que les plans de détail ne soient figés.

AMDEC opérationnelle :

En période d'exploitation, pour améliorer le comportement d'un matériel critique, pour mettre au point le plan de maintenance d'une nouvelle solution installation ou pour optimiser des actions de maintenance (choix, procédures, stocks).cependant L'AMDEC n'est pas un outil universel. Ainsi la méthode ne permet pas de prendre en compte les combinaisons de plusieurs défaillances .d'autres méthodes peuvent alors être utilisées en complément (arbre de défaillance, méthode de combinaison de pannes…) de plus les conséquences des erreurs humaines sont mal prises en compte .enfin, L'AMDEC n'est pas adaptée à l'analyse des logiciels.[3]

CONCLUSION

Nous avons consacré ce chapitre à la présentation de notre cadre de travail. Après avoir présenté la démarche générale de la gestion des risques. Aussi présentation des quelques méthodes d'analyse et l'évaluation des risques professionnels.

Il existe d'autres méthodes d'analyse des risques comme AMDEC (analyse des modes de défaillance de leurs effets et de leur criticité).

CHAPITRE 03 : LES METHODES

D’ANALYSES

DES RISQUES

INTRODUCTION

Actuellement les industries sont confrontées à des problèmes industriels majeurs qui menacent leur pérennité et remettent en cause leurs objectifs. Devant ce défi, les industries doivent défendre leur existence en instaurant une stratégie de gestion des risques professionnels et en mettant en place des méthodes d'analyse et d'évaluation de ces risques et ce, pour garantir que leurs installations fonctionnent dans toute sécurité. Dans sa première étape la gestion des risques professionnels consiste à analyser les risques endogènes et exogènes inhérents aux systèmes industriels en commençant par l'identification des dangers potentiels existants puis l'estimationdes risques associés en termes d'occurrence et de gravité. La deuxième étape consiste à évaluer ces risques professionnels par rapport à des critères d'acceptabilité du risque. Enfin, si le risque est jugé inacceptable, de nouvelles mesures et barrières de sécurité seront mises en œuvre afinde maîtriser ces risques professionnels.

Dans ce chapitre, nous allons dans un premier temps donner quelques concepts et définitions liés à la gestion des risques et décrire le processus de gestion des risques professionnels en insistant sur l'aspect maîtrise du risque. Ensuite, nous allons aborder quelques méthodes d'analyse des risques.

3.1. CONCEPTS ET DEFINITIONS :

Bien que les concepts liés à l'analyse des risques soient bien définis par plusieurs auteurs, textes réglementaires et normes il nous a paru utile de reprendre quelques notions fondamentales apparaissant dans toute démarche d'analyse des risques. [3]

3.1.1. Notion de danger :

Le terme « danger » est défini dans la norme [ISO, 1999] comme une propriété intrinsèque d'une substance dangereuse où d'une situation physique de pouvoir provoquer des dommages pour la santé humaine et/ou l'environnement

Le même terme est défini selon le référentiel OHSAS 18001[OHSAS18001, 1999] comme unesource où une situation pouvant nuire par blessure ou atteinte à la santé, dommage à la propriétéet à l'environnement du lieu de travail ou une combinaison de ces éléments.

3.1.2. Notion du risque :

Le risque est défini comme une mesure d'un danger associant une mesure de l'occurrence d'un événement indésirable et une mesure de ses effets ou conséquences.

3.1.3. Notion de criticité :

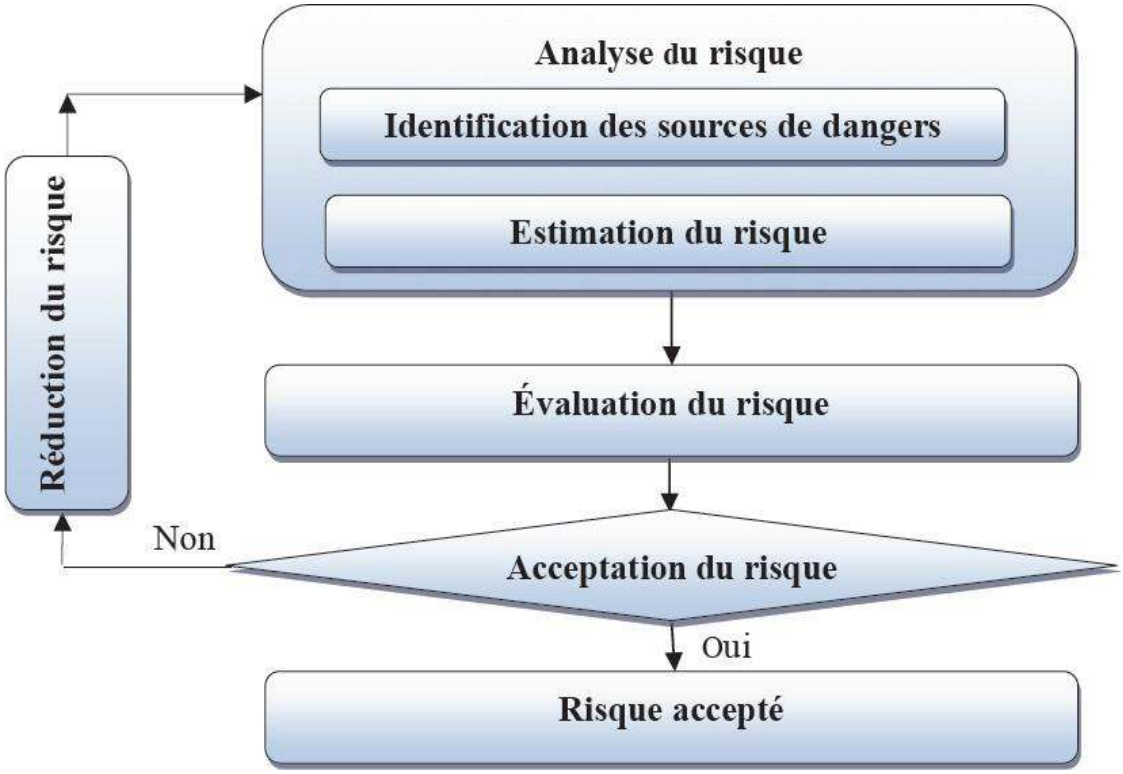
Cette notion est définie comme le résultat d'agrégation des deux dimensions, gravité et probabilité d'occurrence. Elle permet d'estimer l'ampleur d'un risque. L'ensemble des niveaux de risque sont ajustés et classés proportionnellement en fonction de l'importance de deux dimensions (probabilité et gravité) dans une grille appelée grille de criticité. Cette dernière est considérée comme une balance qui nous permet de peser le risque professionnel et de décider s'il est acceptable où inacceptable. [3]

3.2. PROCESSUS DE GESTION DES RISQUES PROFESSIONNELS :

Bien qu'il existe des différences importantes sur les termes liés à la gestion des risques, ladéfinition de processus de gestion des risques est relativement identique dans tous lesréférentiels et normes [ISO, 1999 ; OHSAS 18001,1999]. Dans le cadre de la gestion desrisques, l'analyse et l'évaluation des risques peuvent être menées, selon la qualité de l'information et de données recueillies sur le système par plusieurs façons, qualitative, semi-quantitative où quantitative. Dans ce qui suit et pour chaque approche, nous présentonsquelques méthodes.

Dans les guides ISO/CEI 51 et 73 [ISO, 1999], la gestion des risques est définie comme l'ensemble des activités coordonnées, menées en revue de réduire le risque à un niveau jugé tolérable ou acceptable, à un moment donné et dans un contexte donné. Le processus de gestiondes risques est un processus itératif incluant les étapes suivantes (Fig3.1) :

Figure 1.19 : Processus de gestion des risques [ISO, 1999]. [3]



3.2.1. Analyse du risque :

L'analyse des risques occupe une place centrale dans le processus de gestion des risques. Cette étape sert à définir le système ou l'installation à étudier en recueillant toutes les informations et données nécessaires. Dans ce volet, une description à trois niveaux, structurel, fonctionnel et temporel est indispensable afin de mener une analyse efficace et atteindre les objectifs voulus en matière de maîtrise des risques. Dans un premier temps, les principales sources de dangers

et les scénarios d'accident doivent être recensés et identifiés. La complexité de certains systèmes étudiés requiert l'utilisation des outils d'analyse aidant à l'identification des dangers [INERIS. 2003]. Citons par exemple HAZID (Hazards Identification), HAZOP (Hazard and Operability Study), APD (Analyse Préliminaire de dangers) et d'autres. Ces outils d'analyse permettent aussi d'identifier les différentes barrières de sécurité existantes dans le système étudié. Une fois le danger est identifié, le risque associé doit être effectué. L'estimation peut être qualitative, semi quantitative et/ou quantitative en termes de probabilité de son occurrenceet de la gravité de ses conséquences sur les personnes, les biens et l'environnement. [3]

3.2.2. Évaluation du risque :

Après avoir estimé le risque, on doit le comparer aux critères d'acceptabilité établis préalablement par l'entreprise / organisation concerné. Cette évaluation permet de prendre une décision sur l'acceptabilité ou l'in acceptabilité de chaque risque [ISO, 1999], c'est-à dire, déterminer s'il convient d'accepter le risque tel qu'il est ou bien de le réduire. [8]

3.2.3. Acceptation du risque :

L'acceptabilité d'un risque professionnel est faite à partir de ses deux paramètres. Le niveau du risque quantifié sera positionné dans une matrice d'évaluation et en fonction des critères d'acceptabilité retenus et le risque estimé qu'on juge de l'acceptabilité ou la non acceptabilité du risque [ISO, 1999]. Si le risque est jugé acceptable le processus de gestion sera terminé et le risque jugé sera surveillé. Dans le cas contraire, le processus continue en passant à l'étape de réduction.

3.2.4. Réduction du risque :

Cette étape consiste à mettre en œuvre les différentes mesures et barrières de prévention et de protection afin de réduire l'intensité du phénomène (réduction potentielle de danger, atténuation des conséquences) et à diminuer la probabilité d'occurrence par la mise en place de barrières visant à prévenir les accidents. Outre les améliorations techniques et de fiabilité d'équipements, la prévention passe aussi par une meilleure prise en compte des facteurs de risque liés à l'organisation et aux personnes. Le choix des actions préventives à engager est effectué en comparant les coûts de leur mise en œuvre avec les

coûts des conséquences de risque, en tenant compte de leur probabilité d'apparition. Un suivi régulier de l'évolution des risques est recommandé dans la démarche de gestion des risques afin de contrôler et d'assurer la pertinence des actions préventives engagées et de corriger les dispositions prévues [INERIS, 2003]. [5]

3.3. Méthodes d'analyse et d'évaluation des risques :

Dans cette partie nous allons décrire brièvement les principales méthodes utilisées Dans unedémarche d'analyse des risques. Ces méthodes seront classées dans trois principales catégories :

- Méthodes qualitatives
- Méthodes semi-quantitatives
- Méthodes quantitatives. [6]

Méthodes qualitatives :

L'analyse qualitative des risques constitue un préalable à toutes autres analyses. En effet elle permet la bonne compréhension et connaissance systématique du système étudié et de ses composants. Pour une bonne évaluation qualitative du risque cette approche ne s'appuie pas explicitement sur des données chiffrées, mais elle se réfère à des observations pertinentes sur l'état du système et surtout sur le retour d'expérience et les jugements d'experts. Cette approche nécessite alors une très bonne connaissance des différents paramètres et causes liés au systèmeétudié. Dans quelques études de dangers, cette approche peut être suffisante pour atteindre les objectifs voulus si elle est bien menée et justifiée. [6]

3.3.1.1. Analyse préliminaire des risques (APR) :

L'analyse préliminaire des risques est un outil à caractère qualitatif utilisé et appliqué jusqu'à l'heure actuelle dans de nombreuses industries surtout quand il s'agit de connaître et d'évaluer les différents éléments et situations dangereuses dans un système ou installation en phase de conception. Les étapes de cette méthode peuvent être résumées comme suit :

Dans un premier temps, cette méthode permet d'identifier et de lister les éléments du système et les événements pouvant conduire à des situations dangereuses et des accidents. A ce niveau, on analyse des séquences d'événements qui conduisent à un simple incident ou à accident grave.Dans un

second temps, il s'agit d'évaluer la gravité des conséquences liées aux situations dangereuses et aux accidents potentiels. Enfin, on doit prévoir toutes les mesures préventives permettant de maîtriser ou d'éliminer les situations dangereuses et les événements causant les accidents potentiels. [6]

3.3.1.2. Hazard and Operability Study (HAZOP):

La méthode HAZOP est un outil qualitatif très utilisé en particulier dans l'industrie pétrochimique. Généralement HAZOP représente une extension de l'analyse des modes de défaillance et leurs effets (AMDE). Elle consiste à détecter des problèmes potentiels qui peuvent causer un écart par rapport à la conception d'origine et à voir les causes et les conséquences de ces écarts. Cette méthode est mise en œuvre à la fin de phase de conception etprécisément au début de phase de réalisation des systèmes industriels puisqu'elle s'appuie sur les plans de circulation des fluides et les schémas détaillés PID du système étudié [INERIS, 2003 ; CEI 61882,2001]. Son déroulement est comme suit :

Après avoir décomposé le système en parties (lignes de circulation), tous les paramètres associés au fonctionnement du système doivent être identifiés, généralement les paramètres rencontrés concernent la température, la pression, le débit et le temps [INERIS, 2003]. Ces derniers peuvent subir des contraintes intrinsèques ou extrinsèques qui vont rendre anormal le fonctionnement du système.

Citons par exemple :

- Augmentation / diminution de débit.
- Diminution / élévation de la température ou de pression.
- Dépassement du temps…etc. [5]

Ces variations (dérives potentiels) des paramètres engendrent des conséquences potentielles etpour prévenir ces conséquences, HAZOP identifie pour chaque dérive les moyens de détection et les différentes barrières de sécurité prévues pour réduire l'occurrence des accidents.

Dans notre étude de cas, cette méthode sera appliquée dans un but d'identification des différentsscénarios d'accidents.

-Limites et avantage

L'HAZOP est un outil particulièrement efficace pour les systèmes thermo-hydrauliques. Cette méthode présente tout comme l'AMDE un caractère systématique et méthodique. Considérant, de plus, simplement les dérives de paramètres de fonctionnement du système,elle évite entre autres de considérer, à l'instar de l'AMDE, tous les modes de défaillances possibles pour chacun des composants du système. En revanche, l'HAZOP permet difficilement d'analyser les évènements résultant de la combinaison simultanée de plusieursdéfaillances. Par ailleurs, il est parfois difficile d'affecter un mot clé à une portion bien

délimitée du système à étudier. Cela complique singulièrement l'identification exhaustive descauses potentielles d'une dérive. En effet, les systèmes étudiés sont souvent composés de parties interconnectées si bien qu'une dérive survenant dans une ligne ou maille peut avoir des conséquences ou à l'inverse des causes dans une maille voisine et inversement. Bien entendu, il est possible a priori de reporter les implications d'une dérive d'une partie à une autre du système. Toutefois, cette tâche peut rapidement s'avérer complexe. [5]

3.3.1.3 La méthode MOSAR :

Structure générale de la méthode MOSAR :

La méthode s'articule autour de deux visions, d'où les deux modules qui la composent(Fig3.2) :

— une vision macroscopique conduisant à un module A qui consiste à faire une analyse des risques de proximité ou analyse principale de sécurité ou analyse des risques principaux. C'est parce que les éléments qui constituent l'installation (stockages, machines, chaînes de fabrication,

opérateurs) sont à proximité les uns des autres que des risques apparaissent, souventmajeurs. Ces éléments sont modélisés sous forme de systèmes ce qui va permettre d'identifier en quoi ils peuvent être sources de danger. On recherche ensuite comment ils peuvent interférer entre eux et avec leur environnement pour générer des scénarios d'accidents. Ce travail nécessite la mise en œuvre du modèle MADS (Méthodologie d'Analyse de Dysfonctionnement des Systèmes). Ce module comporte aussi une phase de négociation avec les acteurs concernés, qui va permettre d'établir un consensus sur les risques acceptables sous forme d'une grille Gravité-Probabilité.

— une vision microscopique conduisant à un module B qui consiste à faire une analyse détaillée et complémentaire des dysfonctionnements techniques et opératoires identifiés dans le module A. C'est en fait une approche de type « sûreté de fonctionnement » qui vient faire foisonner l'analyse précédente. Dans les scénarios établis dans le module A, on va développer les dysfonctionnements de nature opératoire et ceux de nature technique. C'est à ce niveau que l'onmettra en œuvre les outils comme les AMDEC, HAZOP et les arbres logiques. Le module se termine par le rassemblement et l'organisation de l'information acquise pour la gestion des risques c'est-à-dire des scénarios identifiés s'ils surviennent. [6]

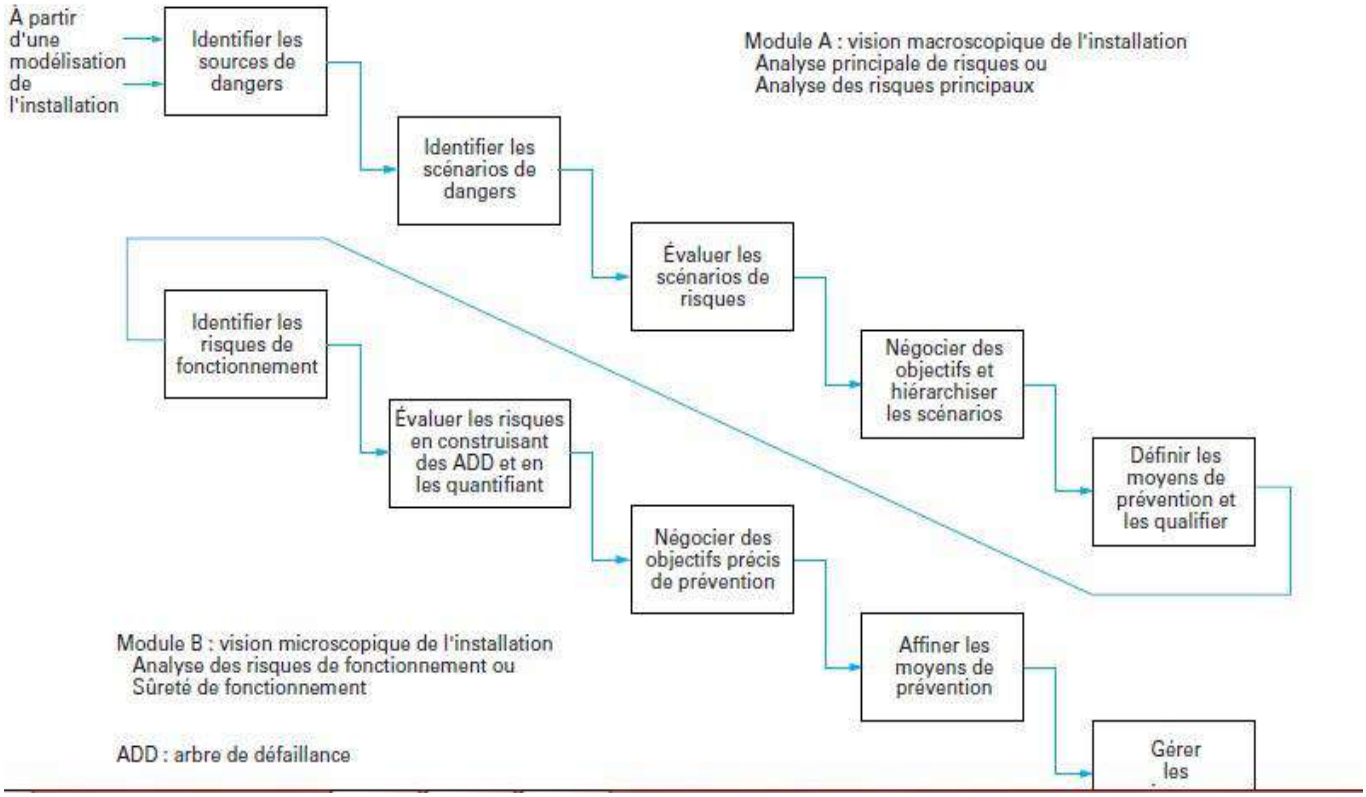


Figure 3.2 : Structure générale de la méthode MOZAR. [6]

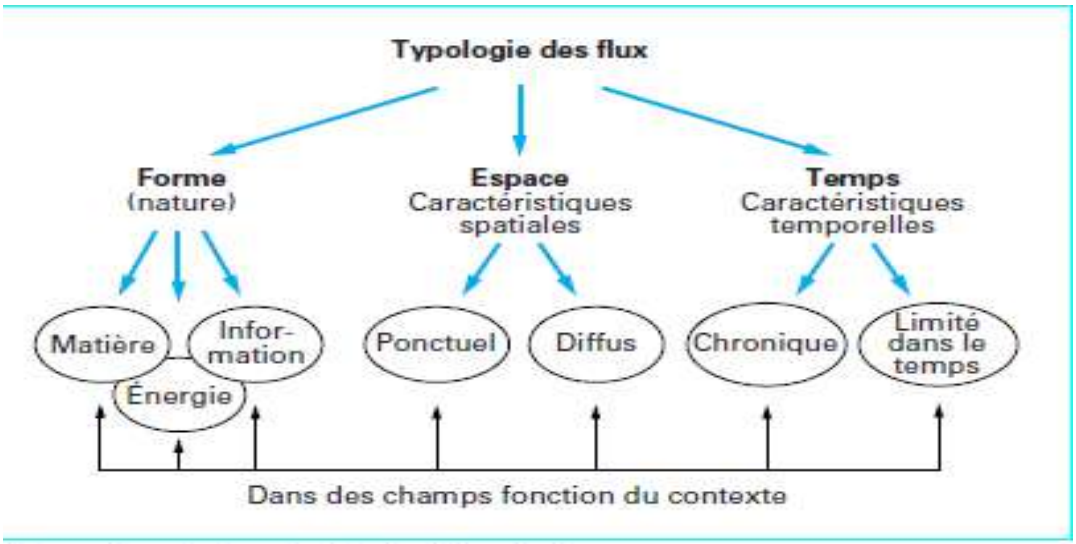
Modèles mis en œuvre MADS :

Description de MADS :

Le modèle MADS (Méthodologie de dysfonctionnement des systèmes, figure 5), appelé aussi Univers du danger est un outil initialement à vocation pédagogique qui permet de construire et de comprendre la problématique de l'analyse des risques. Il est construit sur les bases des principes de la modélisation systémique développés par Jean-Louis Le Moigne dans « La Théorie du Système général ».

L'univers du danger est formé de deux systèmes appelés système source de danger et systèmecible, en interaction et immergés dans un environnement dit actif.

Les interactions entre ces deux systèmes se font sous forme de processus c'est-à-dire d'échange de flux de matière, énergie, information entre les deux systèmes, dans le temps, l'espace et la forme.



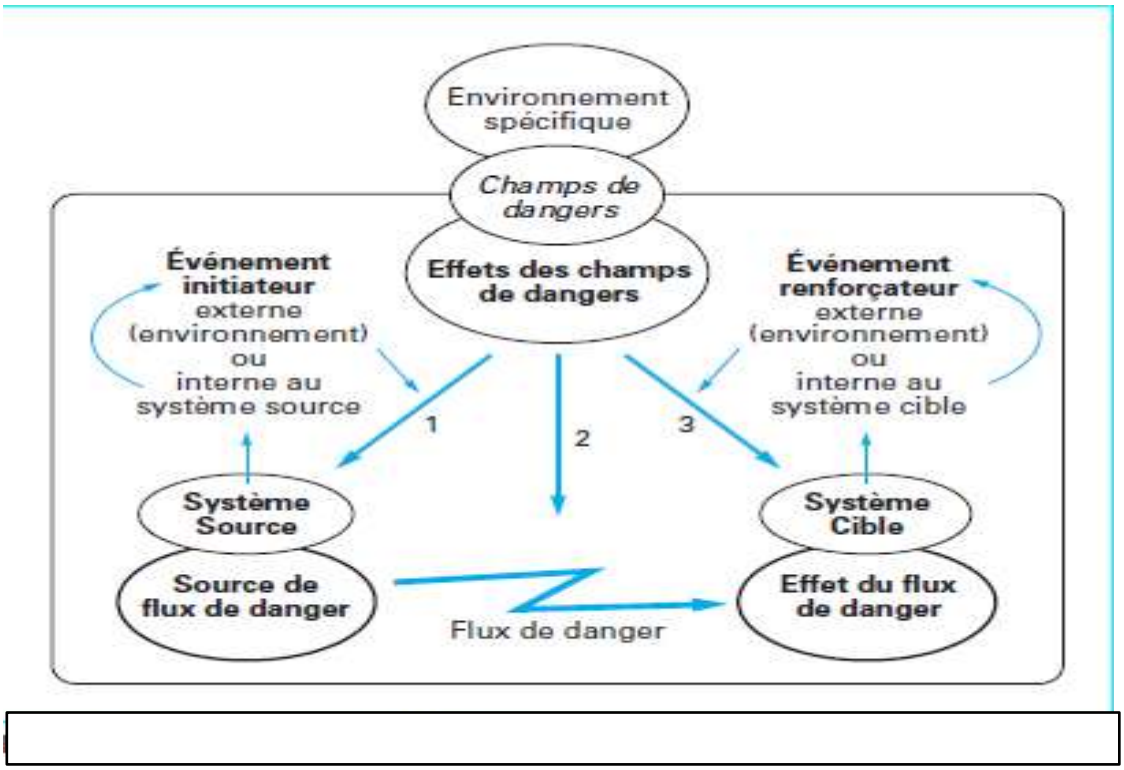


Figure 3.3 : Le modèle MADS ou l'univers de danger. [3]

Figure 3.4 : Les typologies de flux. [3]

3.3.2. Méthodes semi-quantitatives :

L'analyse semi-quantitative des risques est une approche qui n'est ni purement qualitative ni purement quantitative [Desroches, 1995]. Cette démarche a pour but d'enlever l'aspect hautement subjectif de l'information utilisée dans l'approche qualitative en lui donnant plus de précision et d'exactitude, et en même temps pour assouplir et combler le manque de la robustesse des données de l'approche quantitative.

De nombreuses méthodes et outils d'analyse et d'évaluation à caractère semi quantitatif ont été développés. Dans ce qui suit on présentera certaines méthodes parmi les plus utilisées dans l'évaluation des risques.

Comme les méthodes LOPA (Layers Of Protection Analysis). [6]

3.3.3. Méthodes quantitatives :

L'analyse quantitative des risques est considérée comme l'approche la plus retenue pour une bonne prise de décision sur les risques. Cette approche consiste à caractériser les différents paramètres d'analyse des risques par des mesures probabilistes [Desroches, 1995]

L'obtention de ces mesures passe généralement par un traitement mathématique en prenant en compte les données relatives aux différents paramètres évalués et aussi aux informations qui sont de nature quantitative.

À l'égard de l'application de cette démarche, une attention particulière aux données utilisées, à leur origine et à leur adéquation aux cas étudiés doit être portée car une simple erreur remettral'étude en cause.

Nous présentons deux méthodes quantitatives parmi les plus utilisées, en l'occurrence l'arbredes événements et l'arbre de défaillances. [6]

3.3.3.1 Arbres de causes(AdC) :

Un arbre de causes explicite la façon dont des combinaisons d'événements et de conditions ontconduit à la réalisation d'un accident.

C'est une représentation logique de l'analyse des causes d'un accident (il n'utilise que le connecteur logique ET). À une extrémité, on trouve l'accident ou l'incident analysé et aux extrémités des ramifications, les événements, conditions ou circonstances qui se sont rencontrées pour qu'il se produise.

L'appellation « arbre de causes », qui aurait aussi bien pu être retenue pour désigner les arbres de défaillances a été retenue pour désigner la méthode de représentation de l'analyse a posteriori d'un accident. Elle a été très bien promue dans le domaine de la sécurité au travail et largement diffusée par l'INRS (Institut National de Recherche et de Sécurité) dans ce cadre.

La construction d'un arbre de causes consiste à partir de l'événement final et à remonter, étape par étape, en se demandant à chaque fois, quelle est la combinaison d'événements, d'actions, de décisions, de conditions qui a provoqué l'événement immédiatement supérieur. Il importe, pour profiter de cette méthode, de ne jamais se censurer en ne retenant que ce qui serait une cause au sens strict, mais, au contraire, de noter tout ce qui a joué un rôle.[5]

3.3.3.2 Arbre des événements (AdE) :

L'arbre des événements est une méthode déductive qui consiste à partir de l'événement initiateur conduisant à un événement indésirable à envisager l'échec ou le succès des fonctions de sécurité puis définir les événements susceptibles de se produire en aval de l'événement initiateur, les barrières de sécurité et leurs fonctions doivent être identifiées en leurs affectant des probabilités de défaillance.

L'AdE construit permet temporellement d'identifier les différentes séquences d'événements susceptibles de conduire ou non à des conséquences aux limites et les chemins les plus dangereux conduisant à des conséquences catastrophiques sont ensuite analysés en détail. La

probabilité d'occurrence de l'événement initiateur par celles des barrières de sécurité existanteset pouvant empêcher le scénario d'accident. Les étapes de la méthode sont :

- Définition de l'élément initiateur.
- Identification des barrières de sécurité et leurs fonctions.
- Construction de l'arbre.
- Traitement de l'arbre. [3]

3.3.3.3 Arbre de défaillances (AdD) :

L'arbre de défaillances, appelé également arbre des causes, arbre des défauts où encore arbre des fautes, est une méthode purement quantitative qui est utilisée largement dans le domaine dela sûreté de fonctionnement.

C'est une démarche d'analyse arborescente et probabiliste. Partant d'un événement indésirable bien défini, il s'agit d'identifier les combinaisons d'événements (événements intermédiaires et élémentaires) pouvant conduire à la réalisation de cet événement. Tous les événements identifiés doivent être représentés et hiérarchisés graphiquement sous forme d'un arbre en commençant par représenter au sommet l'événement indésirable puis les événements intermédiaires et élémentaires. Tous ces événements sont liés par des portes logiques caractérisant la logique de défaillance du système.

Les étapes de cette méthode sont les suivantes :

- La définition de l'événement indésirable (événement de sommet)

- Recensement de tous les événements intermédiaires et élémentaires
- La construction de l'arbre (du sommet vers la base)
- Traitement de l'arbre

Dans le domaine d'analyse et d'évaluation des risques ces méthodes et autres ont des avantages et des limites, l'application de l'une de ces méthodes présentées est fonction des objectifs de l'étude. [3]

3.4. L'AMDEC :

3.4.1. Historique :

L'AMDE et l'AMDEC sont des méthodes d'analyse qualitative des systèmes de production ou des processus. Elles permettent de recenser les défaillances dont les conséquences affectent le système dans les conditions données.

Ces méthodes ont vu le jour à la fin des années 50 dans les industries de construction d'armement nucléaire. Les processus de fabrication impliquaient une maitrise parfaite des systèmes automatisés .Ainsi il a été nécessaire de développer des méthodes d'analyse permettant de prévoir les incidents avant qu'ils ne se produisent.

Vers 1965, leur utilisation fut principalement développée dans le domaine de la construction aéronautique.

Vers 1974-1975 l'application majeure de ces méthodes fut l'évaluation des risques liés à l'utilisation d'énergie nucléaire.

Depuis 1980, l'industrie a intégré ce type de méthode avec l'analyse de a fiabilité des systèmesde fabrication.

La notion de criticité est apparue lors de l'adaptation de l'AMDE aux industries de transformation à flux tendu. Ainsi naquit l'AMDEC. [3]

3.4.2. Définition :

L'analyse des modes de défaillance, de leurs effets et de leur criticité (AMDEC) est une méthode d'analyse prévisionnelle de la fiabilité qui permet de recenser systématiquement les défaillances potentielles d'un dispositif puis d'estimer les risques liés à l'apparition de ces défaillances, afin d'engager les

actions correctives à apporter au dispositif. [3]

3.4.3. Avantages :

- Elle est utilisable pour beaucoup des secteurs,
- Elle permet une bonne maitrise des risques car permettant de mener des actionspréventifs,
- Elle permet aussi de mettre en commun des expériences des uns et des autres pour sortirles solutions les meilleures. [3]

3.4.4. Limites :

Couts souvent élèves en début d'application,

- Ne permet pas parfois de prendre en compte la combinaison de plusieurs défaillances,
- Parfois difficile à animer car regroupant des responsables des secteurs qui ont souvent dumal à respecter les séances de travail
- Nécessité d'un brainstorming. [3]

3.4.5. Objectifs d'AMDEC :

Lors de la mise en œuvre et l'utilisation d'un système d'assurance de la fiabilité, L'AMDEC joue un rôle primordial. Le caractère méthodologique permet de l'adapter à chaque système en modifiant ou approfondissant certain points en fonction du but à atteindre,

L'AMDEC n'est pourtant qu'une étape de programme de fiabilisation et de maintenabilité qui requit un ensemble de méthodes et de moyens complémentaires.

Analyse des conséquences d'une défaillance qui peut affecter un composant ou une production.
Mode d'apparition de la défaillance qui peut affecter un composant ou une production.
Défaillance : un moyen de détection ou de prévention.
Effets de la défaillance : étude du moyen de limiter les effets de défaillance.
Criticité : déterminer la gravité de cette défaillance et évaluer son impact sur le système et l'environnement. [3]

Terminologie :

Il est important de les connaître parfaitement afin de comprendre précisément le fonctionnementde l'AMDEC et d'en assurer la meilleure application possible.

3.4.5.1. 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 exprime toujours en termes physiques.

Exemple : blocage, grippage, rupture, fuite, etc. [3]

3.4.5.2. Défaillance :

Une défaillance est la cessation de l'aptitude d'une entité à accomplir une fonction requise, ellepermettre complète ou partielle. [3]

3.4.5.3. Effet de la défaillance :

L'effet d'une défaillance est, par définition, une conséquence subie par l'utilisateur. IL est associé au couple (mode cause de défaillance) et correspond à la perception finale de la défaillance par l'utilisateur. **Exemple :** arrêt de production, détérioration d'équipement, pollution, etc. [3]

3.4.5.4. Criticité :

La criticité est une évaluation quantitative du risque constitué par le scénario (mode- cause- effet- détection) de défaillance analysé. La criticité est évaluée à partir de la combinaison detrois facteurs :

- la fréquence d'apparition du couple mode cause.
- la gravité de l'effet.
- la possibilité d'utiliser les signes de détection. [3]

3.4.5.5. Cause de défaillance :

Est l'événement initial pouvant conduire à la défaillance d'un système par intermédiaire d'un mode de défaillance.

Plusieurs causes peuvent associés à un mode de défaillance et réciproquement ; exemples de cause (corrosion ; dérive ; capteur ; encrassement). [3]

3.4.6. Types d'AMDEC :

Il existe globalement trois 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 de produit de l'entreprise. [3]

AMDEC produit :

L'AMDEC produit est utilisée pour l'aide à la validation des études, cette définition d'un nouveau produit fabriqué par l'entreprise.

Elle 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'action corrective sur la conception et préventive sur l'industrialisation.

3.4.6.1. AMDEC processus :

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

3.4.6.2. AMDEC Moyen de production :

Elle permet de réaliser l'étude du moyen de production lors de sa conception ou pendant sa phase d'exploitation.

Pour un moyen de production en cours d'exploitation, la réalisation d'une AMDEC permet l'analyse de la cause réelle de défaillance ayant pour conséquence l'altération de la performancedu dispositif de production. [3]

3.4.7. Caractéristiques essentielles de l'AMDEC :

L'AMDEC est une méthode inverse de celle mise en œuvre pour la conception, puisqu'elle estréalisée pour analyser comment un dispositif conçu peut être amené à ne pas fonctionner et quelles seront les conséquences de ses dysfonctionnements sur le dispositif de production, le produit fabriqué et la sécurité des personnes et des biens.

L'AMDEC est une méthode d'analyse inductive rigoureuse qui permet une

recherche systématique :

- Des modes de défaillance d'un moyen de production.
- Des causes de défaillance générant les modes de défaillance.
- Des conséquences des défaillances sur le moyen de production.
- Des moyens de détection pour la prévention et / ou la correction des défaillances. [3]

3.4.8. But de l'AMDEC :

L'AMDEC est une technique qui conduit à l'examen critique de la conception dans un but d'évaluer et de garantir la sûreté de fonctionnement (sécurité, fiabilité, maintenabilité et disponibilité) d'un moyen de production. [3]

3.4.8.1. Hiérarchisation des défaillances avec la cotation de la criticité :

Va permettre d'estimer, pour chaque défaillance, trois critères de définition :

- La fréquence d'apparition de la défaillance (indice F)
- La gravité des conséquences que la défaillance génère (indice G)
- La non détection de l'apparition de la défaillance (indice D)

3.4.8.2. L'indice de criticité C :

Est calculé pour chaque défaillance, à partir de la combinaison des trois critères précédents, parla multiplication de leurs notes respectives :

$$C = F * G * D$$

Le calcul de la criticité faite par le produit des notes G.F.D montre si le seuil de criticité acceptable ou non. Permettant la hiérarchisation et la mise en place d'action corrective peut êtredéfinie comme suite :

C<12 : Aucune modification maintenance corrective

12<C<24 : acceptable, remise en cause de l'étude et/ ou maintenance préventive systématiqueet pièce de rechange associés

C>24 : Non acceptable, surveillance particulière, maintenance préventive conditionnelle et pièce de rechange associe

Remarque : On note les éléments puis on les place dans un tableau

3.4.8.3. Indice de fréquence ou l'occurrence F :

Elle donne la périodicité de l'apparition de la défaillance notée F ou O c'est-à-dire

« Combien de fois la défaillance se manifeste-t-elle ? » cette donnée devrait être fournie par l'historique des interventions sur l'équipement.

L'indice de fréquence F est établi pour chaque association composant, mode, cause

facteur F		fréquence d'apparition de la défaillance, ou probabilité que la cause se produise et qu'elle entraîne le mode de défaillance
note	niveau de fréquence	
1	ratiquement inexistant	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 apparue sur du matériel similaire existant en exploitation (exemple un défaut par an).
3	occasionnel	Défaillance occasionnellement apparue 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

Tableau 4.1 : Tableau de fréquence. [4]

Indice de graviter G :

C'est l'impact que cette défaillance a sur la production, la satisfaction du client etc. Elle se note

G. C'est à ce stade que nous nous demanderons en fonction du l'étude et du type de l'AMDEC : « la qualité est- elle bonne ?, quelle est la production perdue ?, quelle est la durée de l'intervention ?, quelle sont les couts direct et indirects engendrés par cette défaillance ? » L'effet de la défaillance s'exprime en termes de durée d'arrêt.

Valeur de G		Gravité de la défaillance
Note	iveau degravité	
1	mineur	Défaillance mineure : aucune dégradation notable du matériel (exemple : TI ≤ 10 min).
2	moyen	Défaillance moyenne nécessitant une remise en état de courte durée (exemple : 10 min < TI ≤ 30 min).
3	majeur	Défaillance majeure nécessitant une intervention de longue durée (exemple 30min<TI ≤ 90 min).
4	catastrophique	Défaillance catastrophique très critique nécessitantune grande intervention (exemple TI > 90 min).
5	Sécurité /Qualité	Sécurité/Qualité : accident pouvant provoquer des problèmes de sécurité des personnes, lors du dysfonctionnement ou lors de l'intervention.

TI : temps d'interruption.

Tableau 4.2 : Tableau de gravité. [4]

3.4.9.5 Indice de non détection D :

C’est la capacité de déceler la défaillance noté D. La question que nous nous poserons sera

« quelle est la protection mise en place pour détecter la défaillance ? »

Signes avant-coureurs : bruit, vibration, accélération, jeu anormal, échauffement, Visuel

Facteur D		probabilité que la cause ne soit pas détectée, ou que le mode de défaillance atteigne l’utilisateur du moyen.
note	niveau de détection	
1	Détection assurée	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	Détection possible	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**.
3	Détection aléatoire	La cause et/ou le mode de défaillance sont difficilement décelables ou les éléments de détection sont peu exploitables. **La détection est faible**.
4	non détectable	Rien ne permet de détecter la défaillance avant que l'effet ne se produise : il s'agit du cas **sans détection.**

Tableau 4.3 : tableau de non détection. [4]

3.4.9. Cas d'application :

L'AMDEC est particulièrement destinée aux constructeurs (AMDEC prévisionnelle) et aux utilisateurs des machines (AMDEC opérationnelle). [3]

3.4.9.1. AMDEC prévisionnelle :

En phase de conception, pour vérifier certains points particuliers (éléments nouveaux, spécifiques ou complexes) dont on connaît mal le comportement.

Elle permet l'amélioration de la conception de la conception, la validation d'une solution technique par apport à un cahier des charges ou une exigence spécifique, la mise à plat des dispositions d'assurance qualité, la préparation d'un plan de maintenance ; on la met en pratique quand les composants sont définis, avant que les plans de détail ne soient figés.

AMDEC opérationnelle :

En période d'exploitation, pour améliorer le comportement d'un matériel critique, pour mettre au point le plan de maintenance d'une nouvelle solution installation ou pour optimiser des actions de maintenance (choix, procédures, stocks).cependant L'AMDEC n'est pas un outil universel. Ainsi la méthode ne permet pas de prendre en compte les combinaisons de plusieurs défaillances .d'autres méthodes peuvent alors être utilisées en complément (arbre de défaillance, méthode de combinaison de pannes…) de plus les conséquences des erreurs humaines sont mal prises en compte .[3]

CONCLUSION

Nous avons consacré ce chapitre à la présentation de notre cadre de travail. Après avoir présenté la démarche générale de la gestion des risques. Aussi présentation des quelques méthodes d'analyse et l'évaluation des risques professionnels.

Il existe d'autres méthodes d'analyse des risques comme AMDEC (analyse des modes de défaillance de leurs effets et de leur criticité).

Conclusion

Générale

Conclusion générale :

Au cours de notre passage à l'entreprise nous avons constaté l'existence de risques et dangers

de natures différentes, et qu'ils doivent être pris en charge et soumis à des conditions de sécurité pour à la fois le personnel et l'environnement.

La méthode utilisée pour classer les risques et quantifier leur niveau de maitrise nous a permis d'élaborer des tableaux récapitulatifs et des fiches de sensibilisions, d'où notre choix pour cette technique.

Pour conclure nous citerons les points suivants

• Les mesures préventives doivent etre prise au sérieux par tout le personnel afin d'éviter tout accidents.

• Selon la nature du poste et de l'exposition nous avons proposé des précautions et des recommandations.

• La méthode AMDEC nécessite une bonne évaluation des risques et une expérience dans ce domaine et l'identification du niveau de maitrise du risque approprie à chaque activité.

Cette étude nous a permis de nous rapprocher du milieu de travail et de l'entreprise, et de voir d'un point de vue pratique la réalité sur le terrain et de mettre en oeuvre ce que nous avons appris au cours de notre formation au sein de l'université, elle nous a aussi permit d'apporter notre savoir pour une meilleur maitrise des risques liés aux différentes activités

Bibliographie

[1] Bouzeria.N, Identification et évaluation des risques de l'activité de la manutention au sein

de l'entreprise portuaire de Bejaïa (EPB) Cas des Dockers Professionnels 2012-2013

[2] Hilde Vandekerckhove Rilana Picard Isabelle Rozenbaum, l'analyse des risqué, 2006

[3] guide Processus d'analyse de risques

[4] : www.inrs.fr/demarche/risques-industriels.html INRS

[5] : www.itm.lu

[3] Mémoire : « PREVENTION DES RISQUES PROFESSIONNELS »

ZERIBI Hanane. Pr HADJAJ A.E.

[4] Mémoire : « AMELIORATION DE LA PREVENTION CONTRE LES

RISQUES ELECTRIQUES ET CHOIX DES APPAREILS DE PROTECTION ».

SAHKI Med Raouf. Pr HAMAIDI B

[5] http://www.inrs.fr

[6] www.techniques-ingenieur.fr

[7] https://www.cdg62.fr/index.php/prevention/hygiene-et-securite-au-

travail/11-prevention/309-le-risque-electrique

[8] http://www.inrs.fr/risques/electriques/prevention-risque-electrique.html

[9] http://sante-travail.univ-lyon1.fr