République Algérienne Démocratique et Populaire

Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique

Universitéd'Oran2 Institut de Maintenance et de Sécurité Industrielle

MÉMOIRE

Pour l'obtention du diplôme de Master En sécurité industrielle et Environnement

Evaluation des risques professionnels

« Etude de cas de l'entreprise NAFTAL Tiaret »

Présentée par :

- **Mme MOSTEFAOUI Ikram**
- **Mme SAID Hadjira**

Soutenu publiquement par:

Présidente : Mme Segueni Fouzia

Examinateur : Mr Zouari Saim

Encadreur : Mr Tahraoui Mohammed

Année universitaire : 2024/2025

Session juin 2025

Remerciement

*Avant toute chose, nous exprimons notre profonde gratitude à **Allah** le Tout-Puissant, qui nous a donné la force, la patience et la volonté d'achever ce travail dans les meilleures conditions.*

Nous adressons nos sincères remerciements à **Monsieur TAHRAOUI Mohammed**, *notre encadrant pédagogique, pour son accompagnement, sa disponibilité, ses conseils pertinents et son encadrement tout au long de la réalisation de ce mémoire.*

*Nous remercions chaleureusement l'ensemble de l'équipe pédagogique et administrative de l'**Institut de Maintenance et Sécurité Industrielle (IMSI)**, ainsi que tous les enseignants qui nous ont transmis leur savoir tout au long de notre parcours de formation. Un remerciement particulier à* **Mr. GUETARNI Islam Hadj Mohamed** *pour son soutien et ses conseils et son intérêt et ces encouragements*.

*Nous tenons également à exprimer notre reconnaissance à **Monsieur Zakaria Madani*** et **Mourad Hennini** *, ingénieurs HSE au sein de l'entreprise où nous avons effectué notre stage, pour leur accueil, leur encadrement sur le terrain et les précieuses informations qu'ils nous ont fournies. Leur expérience et leur disponibilité ont été d'un grand apport à la réussite de notre travail.*

Enfin, nous remercions nos familles, amis et camarades de promotion pour leur soutien moral tout au long de cette étape.

DÉDICACES

Avec une immense gratitude et une profonde affection, je dédie ce travail
À ceux qui ont été ma source d'inspiration, de soutien et d'encouragement tout au long de mon parcours. À mon cher père **CHAABANE** *et ma tendre mère* **AMEL**, *piliers de ma vie, pour leur amour inconditionnel, leurs sacrifices silencieux et leur soutien sans faille.*
À mon petit frère **A'MHAMED** *et ma sœur* **FARAH**, *sources de joie et de motivation quotidienne*

À la mémoire de mes frères bien-aimés **ZAKARIA** *et* **SAID** *– Allah yerhamhom Vous resterez à jamais vivants dans mon cœur.*

À ma meilleure amie **HADJIRA**, *ma sœur et mon alliée de toujours. Merci d'avoir été là, dans les moments de doute comme dans les instants de joie. Ta présence, tes mots et ton énergie m'ont portée bien plus que tu ne l'imagines*

À toute ma famille, pour leur présence précieuse, leur complicité sincère et leurs encouragements et à **ma grand-mère**, *pour sa tendresse et ses prières qui m'ont accompagnée à chaque étape de ma vie.*

Et à toute personne qui a été un soutien pour moi dans les moments difficiles, par une prière ou même une simple parole réconfortante.

A mes collègues, Aux personnes que j'ai pu rencontrer et passer de bons moments durant mes années d'études,

À ***tous*** *ceux qui, par un mot, m'on t donné la force de continuer*

Tous *ceux qui m'aiment et que j'aime.*

IKRAM

DÉDICACES

Merci **Allah** *de m'avoir donné la capacité d'écrire et de réfléchir, la force d'y*

Croire, la patience d'aller jusqu'au bout du rêve et du bonheur.

Je dédie ce modeste travail de plusieurs années d'études :

A mes chers parents qui m'ont donné leur soutien sans faille depuis toujours

.car sans leurs sacrifices, leurs conseils, leurs soutiens, leurs affections, je

Pourrais aboutir à ce résultat.

A mes adorables sœurs **Ghania, Nadjet, Roumaissa**

A mes frère **Mohammed, Bilel, Youcef** *qui ont toujours été présentes pour moi.*

A ma chère binôme **Mostefaoui Ikram**, *pour son sérieux, sa patience et son*

Précieux soutien tout au long de ce travail.

A ma famille entière, pour leur bienveillance et leur amour.

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

Nous vous dédions ce modeste mémoire

HADJIRA

Résumé

Ce mémoire traite de l'évaluation des risques professionnels au sein de l'entreprise NAFTAL –GPL- Tiaret qui est spécialisée dans la distribution et la commercialisation des produits pétroliers et ces dérivés. L'évaluation des risques professionnels (EvRP) désigne une étape obligatoire et structurée qui consiste à recenser, analyser, hiérarchiser l'ensemble des dangers liés aux activités professionnelles afin d'améliorer le niveau de prévention et de protection tout en réduisant les accidents et les maladies professionnels, dans ce but l'analyse AMDEC a été adopter comme outil d'évaluation qui nous a permis d'identifier les modes de défaillance les plus critiques de l'installation choisis.

Mots clé: *EvRP, AMDEC*

ABSTRACT

This thesis deals with the assessment of professional risks within the company NAFTAL -GPL- Tiaret which specializes in the distribution and marketing of petroleum products and these derivatives. The assessment of professional risks (EvRP) designates a compulsory and structured step which consists of identifying, analyzing and prioritizing all the dangers linked to professional activities in order to improve the level of prevention and protection while reducing professional accidents and illnesses. For this purpose, the FMEA analysis was adopted as an evaluation tool which allowed us to identify the most critical failure modes of the chosen installation. **KEYWORDS**: professional risk assessment, FMECA

ملخص

تناول هذه الأطروحة تقييم المخاطر المهنية داخل شركة نفطال -GPL- تيارت المتخصصة في توزيع وتسويق المنتجات البترولية و مشتقاتها. يمثل تقييم المخاطر المهنية (EvRP) خطوة إلزامية ومنظمة تتكون من تحديد وتحليل وترتيب أولويات جميع المخاطر المرتبطة بالأنشطة المهنية من أجل تحسين مستوى الوقاية والحماية مع تقليل الحوادث والأمراض المهنية. ولهذا الغرض، تم اعتماد تحليل FMEA كأداة تقييم سمحت لنا بتحديد أوضاع الفشل الأكثر خطورة للتركيب المختار.
الكلمات المفتاحية :تقييم المخاطر.

Sommaire

Remerciement .....
DÉDICACES .....
DÉDICACES .....
Résumé .....
Listes des figures .....
Liste des tableaux .....
Listes des abreviation .....
Introduction générale 1
Chapitre I:Présentation de l'entreprise 3
I. Introduction 4
II. Présentation de l'entreprise NAFTAL 4
1. Description de l'entreprise 4
2. Historique de NAFTAL 4
3. Organisation de NAFTAL 5
4. Mission de NAFTAL 6
5. Moyen Matériel 6
6. Services et produits 6
III. Présentation de district GPL Tiaret 7
1. Présentation graphique du district NAFTAL GPL Tiaret 8
IV. Présentation du centre emplisseur Tiaret «CE141 » 8
1. Description générale 8
2. Situation géographique 9
3. Présentation graphique de l'organisation du CE141 Tiaret 10
4. Description des installations 10
5. Identification des atmosphères explosive (ATEX) au sein du complexe 15
5.2. Les points dangereux dans le CE 141 TIARET 16
6. Service sécurité (HSE) 17
7. Principe de sécurité généraux (valable pour l'ensemble du site) 19
Chapitre II:Généralités sur les risques industriels 23
I. Introduction 24
II. Notion de base 24
1. Définition de risques professionnels 24

2 Concept de risque professionnel 25
3. Notion de Risque 25
4. Notion d'accident 26
III. Classification des risques 27
IV. Typologie des risques 27
1. Les risques de nature physiques 27
2. Risque de nature biologique 30
3. Risque de nature chimique 30
4. Risque de nature ergonomique 31
5. Risque psychologique 32
V. Un tableau récapitulatif des effets des risques professionnels 32
VI. Les phénomènes dangereux 34
1. L'incendie 34
2. Explosion 35
3. BLEVE: (BIOLING LIQUIDE EXPANDING VAPOUR EXPLOSION) 36
4. Le BIOL-OVER 36
5. UVCE (unconfined vapour Cloud explosion) 36
6. VCE (VAPOUR Cloud Explosion) 37
Conclusion 37
Chapitre III:Généralités sur les méthodes d'évaluations des risques 38
I. Introduction 39
II. Définition 39
1. L'évaluation des risques professionnels 39
2. Méthode analyse des risques 39
3. classification des méthodes 39
III. les méthodes d'évaluation 40
1. Méthode AMDEC (Analyse des Modes de Défaillance de leurs Effets et de leurs Criticité) 40
2. Méthode ADD (Arbre De Défaillances) 42
3. Méthode APR (Analyses préliminaires Des Risques) 44
4. Méthode ADE (Arbre Des Evènements) 45
5. Méthode HAZOP (HAZARD And Opérabilité) 46
6. Méthode WHAT IF 47
7. Méthode LOPA (Layer Of Protection Analysis) 48
8 Méthode QRA (Quantitative Risk Assessment) 49
9. Méthode MOSAR (Modélisation Systématique Appliquée aux Ruminants) 50

10. ARBRE DE CAUSE (ADC) 52
11. MÉTHODE 5M (ISHIKAWA) 54
12 La méthode .NŒUD PAPILLON 55
Chapitre IV:Etude de cas« Risques SST liés à l'opération de chargement/déchargement GPL Vrac » **59**
I. Introduction 59
II. Domaine d'application 59
III. Références et normes règlementaires 59
IV. Démarche d'identification des dangers et d'évaluation des risques 61
Professionnels EvRP 61
V. RESPONSABILITES 63
Partie pratique 64
I. Observation sur site 64
II l'insatallaion choisis 64
III. Plan de masse de centre emplisseur TIARET CE141 66
IV. Le processus opérationnel de chargement/déchargement GPL vrac 67
V. Tableau d'évaluation des risques professionnel 70
VI. L'application de la méthode AMDEC sur les installations de la zone de chargement/déchargement camion-citerne 73
1. Analyse des défaillances 73
2.Analyse AMDEC 76
2.1 Discussion 83
2.2 Calcul de criticité 83
2.3 Analyse de diagramme de Pareto 85
2.4 Les Recommandation 86
Conclusion générale 89
Bibliographie 91

Listes des figures

Figure 1.1 : Logo de l'entreprise NAFTAL

Figure 1.2 : Schéma de Création de la société NAFTAL

Figure 1.3 : Organigramme du district NAFTAL GPL Tiaret

Figure 1.4 : Position géographique du CE 141 Tiaret

Figure1.5 : Organigramme de l'organisation CE141Tiaret

Figure 1.6 : Applications et usages de GPL

Figure 1.7 : Schéma de service de sécurité (HSE)

Figure1.8 : Panneaux des consignes de sécurité

Figure 2.1 : la classification des risques

Figure 2.2 : Le tringle de feu

Figure 3.1 : La démarche AMDEC

Figure 3.2 : Arbre de défaillance

Figure 3.3 : Exemple de la méthode -LOPA-

Figure3.4 : les deux modules et les dix étapes du MOSAR

Figure 3.5 : Schéma d'arbre de cause(ADC)

Figure 3.6 : La méthode 5M (ISHIKAWA)

Figure 3.7 : La méthode - NŒUD PAPILLON-

Figure 4.1 : Les neuf principes de prévention des risques

Figure 4.2 : La zone industrielle de Tiaret

Figure 4.3 : Plan de masse du centre emplisseur CE141 Tiaret

Figure 4.4 : Dépotage (Déchargement de camion –citerne)

Figure 4.5 : Diagramme ABC Pareto

Figure 4.6 : Schéma de la sphère de stockag

Liste des tableaux

Tableau 1.1 : Les caractéristiques physico-chimique de propane et butane

Tableau 1.2 : Définition des zones ATEX

Tableau 2.1 : Les effets des risques professionnels

Tableau 3.1 : Exemple de tableau de type –AMDEC-

Tableau 3.2 : Exemple de tableau de type –APR

Tableau 3.3 : Exemple de tableau de type -HAZOP-

Tableau 3.4 : Exemple de tableau de type –WHAT IF-

Tableau 3.5: Modèle de matrice des risques

Tableau 4.1 : Tableau d'évaluation des risques professionnels

Tableau 4.2 : Tableau de gravité

Tableau 4.3 : Tableau de fréquence

Tableau 4.4 : Tableau de détectabilité

Tableau 4.5 : Matrice de criticité

Tableau 4.6 : Tableau AMDEC

Tableau 4.7 : Calcul de criticité cumulée

Tableau 4.8 : Classification des équipements selon leur criticité (méthode Pareto)

LISTE DES ABRÉVIATIONS

SONATRACH : Société Nationale Pour la Recherche, la production, le Transport, la transformation, et la Commercialisation des Hydrocarbures.

NAFTAL : Société nationale de commercialisation et de distribution de produits pétroliers.

ERDP: Entreprise **N**ationale de **R**affinage et de **D**istribution de **P**roduits **P**étroliers.

NAFTEC: Entreprise Nationale de Raffinage de Produits Pétroliers.

STPE: Société des **T**ravaux **P**étroliers et **E**lectrique.

SNTF: Société **N**ationale des **T**ransports **F**erroviaires.

GPL: Gaz **P**étrole **L**iquéfié.

CE : Centre **E**mplisseur.

HSE : Hygiène et **S**écurité **E**nvironnement**.**

Service ADM : Service **A**dministratif.

ADF : Anti Déflagrant.

LIE : Limite **I**nférieure d'**E**xplosivité.

LSE : Limite **S**upérieure d'**E**xplosivités.

ATEX : Atmosphère **E**xplosive.

EPI : Equipement de **P**rotection **I**ndividuelle.

PII : Plan **I**nterne d'**I**ntervention.

POI : Plan d'**O**pération **I**nterne.

CPHS : Commission **P**aritaire d'**H**ygiène et de **S**écurité.

AT : Accident de **T**ravail**.**

MP : Maladie **P**rofessionnel.

OHSAS: (Occupational **H**ealth and **S**afety **A**ssessment **S**eries) série de normes pour la gestion de la santé et de la sécurité au travail.

TMS : Troubles-**M**usculo **S**quelettiques.

BLEVE : (Bioling **L**iquide **E**xpanding **V**apour **E**xplosion) Explosion d'un liquide en ébullition s'accompagné d'une expansion de vapeur.

UVCE : (Unconfined **V**apour **C**loud **E**xplosion) Explosion d'un nuage de vapeur non confiné.

VCE : (VAPOUR **C**loud **E**xplosion) Explosion d'un nuage de vapeur.

EvRP : L'**E**valuation des **R**isques **P**rofessionnels

AMDEC : Analyse des **M**odes de **D**éfaillance de leurs **E**ffets et de leurs **C**riticité.

ADD : Arbre **D**e **D**éfaillances. (Fault Tree Analysis - FTA)

APR : Analyses **P**réliminaires des **R**isques.

ADE : Arbre **D**es **E**vènements. (Event Tree Analysis – ETA)

HAZOP:HAZARD **Op**érabilité.

LOPA: Layer **O**f **P**rotection **A**nalysis**.**

QRA : Quantitative **R**isk **A**ssessment.

MOSAR : Modélisation Systématique **A**ppliquée aux **R**uminants.

MADS : Méthodologie d'**A**nalyse de **D**ysfonctionnement des **S**ystèmes.

ADC : Arbre **D**e **C**ause.

SST : Santé et **S**écurité au **T**ravail.

QHSE: Qualité, **H**ygiène, **S**écurité et **E**nvironnement.

ISO : l'**O**rganisation **I**nternationale de **N**ormalisation.

DU : Document Unique.

SB1 : Sphère Butane 01.

CP1 : Cigare **P**ropane01.

CP2 : Cigare Propane 02.

API : Agent **P**révention **I**ntervention

PSV : (Pressure **S**afety **V**alve) soupape de sécurité.

F : la **F**réquence.

D : la **D**étection.

G : la **G**ravité.

C : la **C**riticité.

AFNOR : Association **F**rançaise de **Nor**malisation.

Introduction générale

Introduction

Lorsque nous parlons de l'environnement industriel nous mettons en évidence tous les risques qui affectent l'environnement (pollution atmosphérique, pollution des sols et des eaux), les personnes (corporel, social, psychologique) les installations et les équipements, Le mot risque fait peur et provoque des accidents de travail et des maladies professionnelles. Ils sont nombreux et variés, c'est un phénomène dangereux malheureusement nous ne pouvons pas l'éliminer complètement mais nous pouvons en réduire la gravité et la probabilité qu'il se produise.

Le milieu de travail doit être sain et sûr mais ce n'est pas le cas pour plusieurs travailleurs exposés aux dangers tels que (bruit, vibration, gaz ....) sous l'effet de nombreux facteurs humain, technique, organisationnel, psychologique.

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, les nuisances, d'augmenter l'intérêt au travail, les qualifications et les occasions d'épanouissement personnels.

La gestion des risques est un enjeu majeur dans le secteur industriel autrefois la réglementation dictait des règles techniques strictes, imposait la façon dont les machines devient être utilisées pour assurer la sécurité des travailleurs, des infrastructures et l'environnement.

La loi sur la santé et la sécurité insiste que tous les travailleurs doivent participer à l'identification, l'analyse et prévention des dangers liés aux activités industrielles. L'employeur doit garantir un cadre de travail sécurisé et sûr en mettant en place des stratégies efficaces, en informant les employés sur les dangers liés à leur tâche, en leur offrant la formation et l'encadrement pour prévenir les accidents et limiter leur conséquences.

Dans le cadre de la formation de master en hygiène et sécurité industrielle à l'université Ahmed Ben Ahmed Oran 2, (l'institut de maintenance et sécurité industrielle) on doit réaliser un projet de fin d'études pour s'intégrer dans le monde réel de l'industrie.

Ce projet a pour objectif l'évaluation des risques professionnels au milieu du travail en utilisant une méthode spécifique.

Notre stage s’est déroulé dans l’entreprise NAFTAL dans la wilaya de TIARET.

Notre travail se divise en quatre chapitres :

- Dans le premier chapitre nous abordons une présentation complète de l'entreprise.
- Dans le deuxième chapitre nous étudions une large généralité sur les risques industriels.
- Le troisième chapitre est consacré sur les procédures de l'identification des dangers et évaluation des risques professionnels.
- Une étude de cas est abordée au quatrième chapitre.
- Nous terminons notre travail par une conclusion générale et des recommandations.

Chapitre I

Présentation de l’entreprise

I. Introduction

L'Algérie, a l'instar d'autre pays émergents, connaît une croissance économique soutenue qui entraine une forte augmentation de la demande en produits énergétiques, dans ce contexte les hydrocarbures consistent un pilier fondamentales, et la société nationale **SONATRACH** y a joue un rôle central.

SONATRACH est créé en 1963, aujourd'hui représente l'un des plus grand groupe pétroliers en Afrique et occupe une place stratégique sur le marché mondial. Elle assure l'exploration, l'extraction, le transport et la commercialisation des ressources pétroliers et gazières.

L'industrie d'hydrocarbure repose sur plusieurs secteurs parmi lesquels figurent les secteurs clé NAFTAL a été créé en 1981 en tant que filiale 100% de **SONATRACH**. Elle est chargée de la distribution et la commercialisation des produits pétroliers et dérivés à travers un vaste réseau national.

Figure 1.1 :*Logo de l'entreprise NAFTAL*

II. Présentation de l'entreprise NAFTAL

1. Description de l'entreprise

NAFTAL est une filiale de l'entreprise SONATRACH, assurant une amélioration continue de ces services ,NAFTAL fournit près de 13 million de tonnes de produits pétroliers par an. Comme chaque entreprise, NAFTAL est soumis à des lois et normes pour garantir la sécurité et le bienêtre de ses employés, et selon la loi n°88-07de 26-01-1988 relative à l'hygiène, la sécurité et la médecine de travail.

2. Historique de NAFTAL

- **06avril 1980 :** Selon le décret n°80-101 l'entreprise ERDP issue de SONATRACH
- **01janvier1982 :**L'ERDP commence son activité du raffinage distribution Commercialisation des produits pétroliers

- **1983 :** par le décret n°83-112, il a été procédé a la modification de la dénomination de L'ERDP en NAFTAL.
- **En1987 :** selon le décret n87-189 L'ERDP modifier et se divise en deux entreprise
  - ➢ NAFTEC pour le raffinage
  - ➢ NAFTEL pour la commercialisation et la distribution des produits pétroliers
- **18avril 1998 :** NAFTAL a accédé à l'autonomie, et suite à une surpression de monopole de l'état et l'ouverture de la marche de ces produits 1997
- **21décembre 1999 :** la société STPE en partenaire avec SNTF dédiée au transport des produits énergétiques par rail.
- **29juillet2002 :** augmentation du capital social de 6.65 milliards de DA à 15.65 milliards de DA conformément a la résolution de l'AGEX.[1]

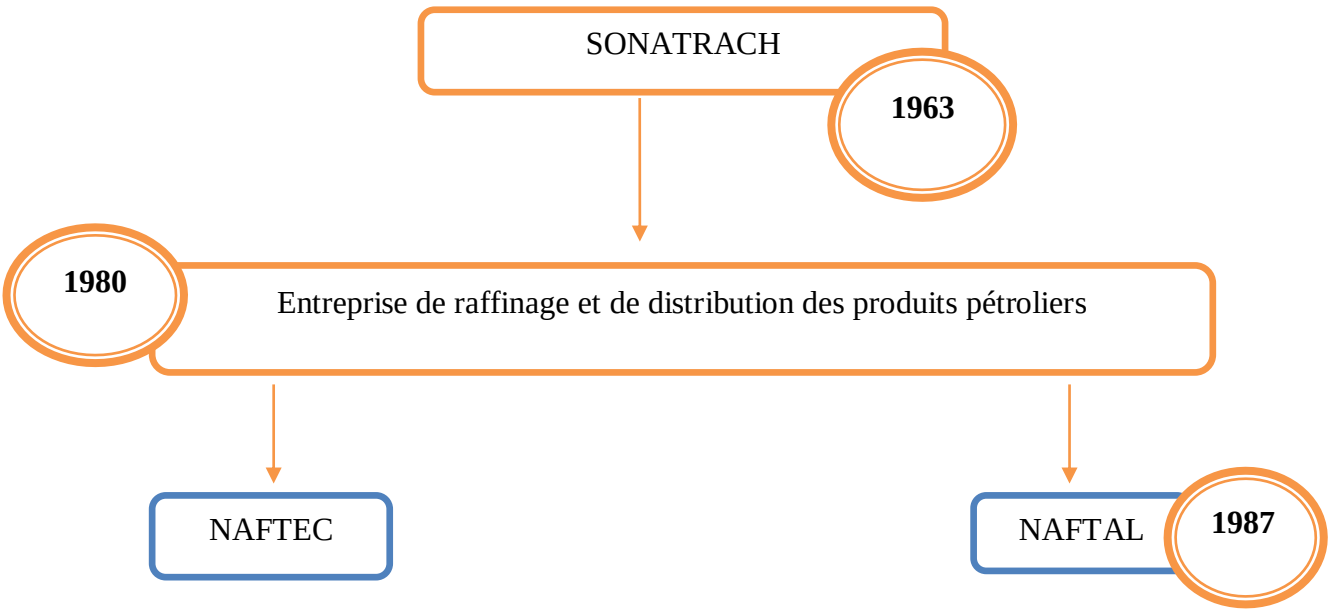


Figure 1.2 : ***Schéma de Création de la société NAFTAL***

3. Organisation de NAFTAL

NAFTAL est organisée en plusieurs branches :

- Branche GPL
- Branche commercialisation
- Branches carburant
- Lubrifiant

- Pneumatique
- Bitume

4. Mission de NAFTAL

- Transport de produit pétrolier.
- Procédés à toute étude de marche en matière d'utilisation et de consommation des produits pétroliers.
- le stockage, la commercialisation et la distribution des carburants GPL, pneumatique, bitume….etc.
- la formulation de bitume.
- vieillir à l'application et au respect des mesures liées à la sureté interne de la société conformément a la réglementation…etc.
- Développer une image de marque de qualité.[2]

5. Moyen Matériel

- 03centres vrac GPL.
- 22centres et 27 magasins lubrifiants et pneumatiques.
- 49 dépôts relais de stockage GPL.
- 49 centres et dépôts de distribution et de stockage de carburant.
- 26 centres de dépôts aviation ,06 centres de dépôts marins.
- 41 centres d'emplissage GPL.
- 15 unités bitumes d'une capacité de formulation de 360.000 tonnes/an.
- 730 km de canalisation.
- 3000 véhicules de distribution.

6. Services et produits

L'activité de NAFTAL couvre de nombreux domaines grâce à la gamme de leurs produits:[3]

- Carburant
- GPL (gaz pétrole liquéfié)
- Lubrifiant
- Pneumatique
- Bitume

6.1 Carburant

Il y a plusieurs types qui répondent aux besoins de différents secteurs. Ces carburants se divisent en deux catégories :

6.1.1 Terrestre (concernant les véhicules)

Les fuels : Essence (sans plomb, Gasoil et GPL carburant) Assure l'amélioration de la performance des moteurs notamment dans les véhicules et engins.

6.1.2 Carburants aromatiques

- Jet A-1 est utilisé pour les avions.
- Carburant marine : fuel bunker C.

6.2 Les lubrifiants

Sont des substances ou des produits utilisés pour réduire le frottement, l'usure et la chaleur entre les surfaces en mouvement pour les moteurs et machines(fluide hydraulique, graisse industrielle).[4]

6.3Pneumatique

L'air ou autre gaz est mis sous pression pour accomplir un travail mécanique, on la retrouve dans divers catégories telle que Les poids lourd**,** Les tracteurs agricoles etLes moyens de manutention.

6.4 Les bitume

Le bitume est un matériau qui peut se présenter naturellement ou fabriqué industriellement après la distillation de certains pétroles bruts, Il est ensuite stocké dans des réservoirs isolés équipés d'un système de chauffage.[5]

III. Présentation de district GPL Tiaret

Le district GPL de Tiaret est une structure administrative relevant de NAFTAL, chargée principalement de la distribution et de la commercialisation des produits GPL à travers la wilaya de Tiaret.

L'organisation de district GPL Tiaret comme suit :

- siège de district : 12 rue MAAROUF Ahmed tiret
- centre d'emplisseur : TIARET
- mini centre : TISSEMSILET
- 4 dépôts: SOUGUEUR, KASRCHELLALA, FRENDA, AFLOU

1. Présentation graphique du district NAFTAL GPL Tiaret

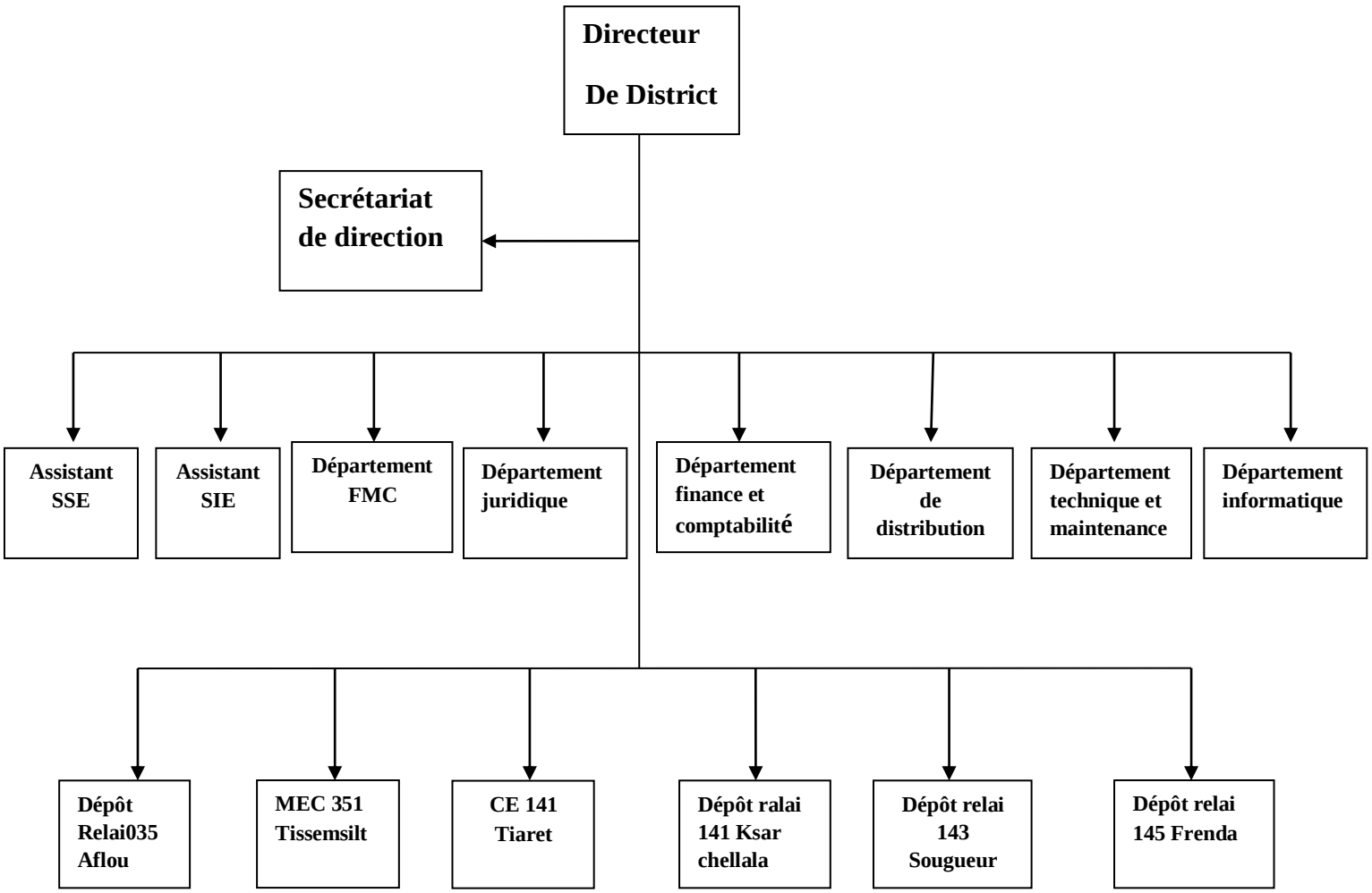


Figure 1.3 : ***Organigramme du district NAFTAL GPL Tiaret***

IV. Présentation du centre emplisseur Tiaret «CE141 »

1. Description générale

Le stage s'été effectué au niveau de centre d'emplisseur **«**CE 141 TAIRET**»** c'est un centre parmi 17 centres d'emplissage de gaz GPL de l'exploitation

NAFTAL mis en œuvre en 1985, la branche GPL comporte 19 district GPL au niveau national. L'Unité a pour objectif d'assurer le conditionnement et la distribution des bouteilles de butane et de propane et les opérations de stockage.

2. Situation géographique

Le centre situé au sud-ouest de la wilaya de Tiaret dans la zone industrielle ZAAROURA, sur une superficie 43001m^2 et une surface bâtie de 3387 ,90m^2 sans le hall d'emplissage.

Figure 1.4 :*Position géographique du CE 141 Tiaret*

3. Présentation graphique de l'organisation du CE141 Tiaret

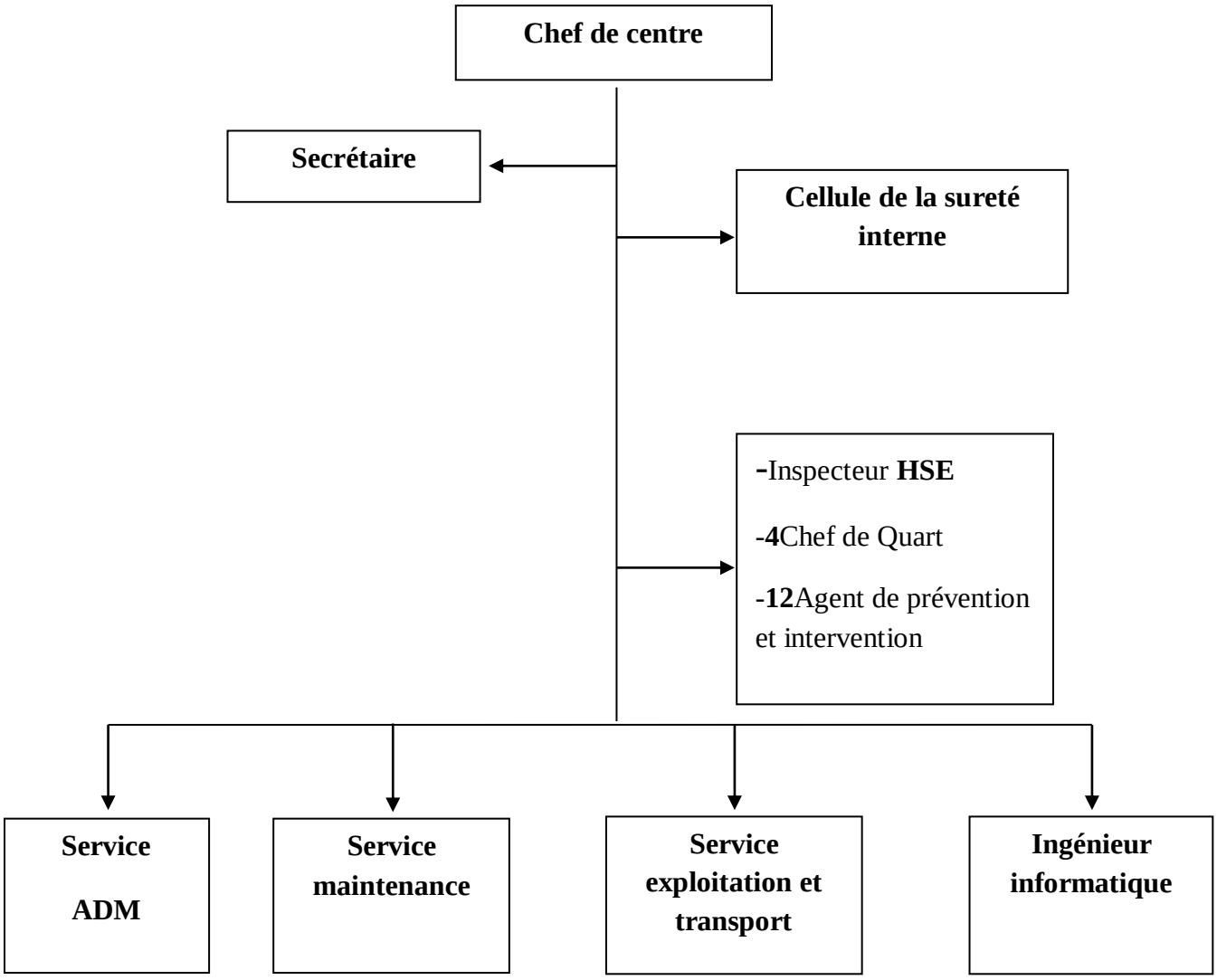


Figure1.5 : ***Organigramme de l'organisation CE141Tiaret***

4. Description des installations

Ce paragraphe détaille les caractéristiques des locaux du site, les installations de procédé, les produits stockés sur site et leur conditionnement, Il est important de préciser que l'ensemble de matériel électrique, l'éclairage et le moteur des engins des manutentions dans les zones classées dans le centre sont type ADF (antidéflagrant).

Les mises à la terre sont généralisées pour le matériel électrique et le camion-citerne ;ainsi que l'utilisation d'outils, équipement et engins métalliques à base de bronze.[6]

4.1 Description des locaux

- Bloc administratif
- Hangar magasin
- Atelier mécanique
- Un hall d'enfutage
- Sphère butane 2000 m^3
- Deux cigares propane 150 m^3/unité
- Pomprie GPL Bâtiment utilité (station d'air comprimé et groupe électrogène)
- Poste de chargement /déchargement des camions
- Réserves eau incendie 1500 m^3
- Transformateurs
- Deux postes de garde et 02 guérites pour agents de sécurité

4.1.1Le bloc administratif

Le bâtiment comprend les services de facturation, de comptabilité, d'exploitation.il est implanté avec le hangar magasin, sanitaire et la réfection en dehors de la zone d'exploitation.

4.1.2 Le hangar magasin

Le magasin est réaliser en dur, il est réservé au stockage des différentes pièces de rechanges des véhicules et équipements des installations du centre.

4.1.3 Atelier mécanique

Il sert le lieu de réparation et entretien des engins et machinerie des installations.

4.1.4 Un hall d'enfutage

Le hall d'enfûtage est équipé des l'installation suivante :

- deux carrousels de vingt-quatre (24) bascules (butane)
- Quatre bascules de remplissage propane sur convoyeur p35 (bouteille 35 kg propane)
- Une bascule de remplissage propane P11 (bouteille 11 kg propane)
- Une bascule de remplissage butane B3 (bouteille 3 kg Butane)

- Deux palettiseuses
- Un convoyeur entré vide
- Convoyeur sortie plein
- Une plonge de contrôle d'étanchéité
- Une cabine peinture
- une rampe d'épreuve bouteilles et robinets

4.1.5 Postes de chargement/déchargement GPL

Elle comprend deux postes de dépotage de type bras articulés. C'est le lieu ou se fait le transfert du produit vrac des citernes vers les capacités.

4.1.6 Une Aire de stockage des bouteilles GPL

Le transport des bouteilles remplies se fait par voie terrestre, par camions plateau, soit moyennant des palettes. Le chargement et déchargement des camions se fait un chariot élévateur.

4.1.7 Réseau incendie : Le réseau d'eau d'incendie est composé de :

- 01bâche à eau incendie 1500m3
- 01 bâche à eau incendie 50 m3
- 04 lances monitors
- 04 électropompes
- 01 motopompe diesel
- 05courons de refroidissement
- 02 vannes motorisées
- 01 tableau synoptique

4.2 Les moyens du district

4.2.1 Fonction logistique

Stockage – transport

4.2.2 Capacités et moyens de stockage

Butane Vrac : Centre de Tiaret stocké dans une sphère de 2000 tonnes.

Propane Vrac : Centre de Tiaret stocké dans deux cigares totalisant 300 tonnes.

4.2.3 Transport et moyens

Le transport se fait par réseau routier, les moyens utilisés sont :

- Pour le vrac : citernes de capacité 16 tonnes.
- Pour le conditionné : camions et semi-remorques.

4.3 Les produits stockés

On y retrouve deux produits principaux

- **Le butane :** stocké sous forme sphérique avec une capacité de 2000m^3
- **Le propane :** stocké dans deux réservoirs cylindriques de 150 m^3 chacun, totalisant 300 m^3.

4.4 Définition des produits

4.4.1 GPL

4.4.1.1 Définition

Le GPL signifie un gaz de pétrole liquéfié est un mélange de deux hydrocarbure léger (environ 80%butane, 20%propane) Produit par le raffinage de pétrole et gaz naturel stockée à l'état liquide est dit carburant automobile car il est moins polluants, cher que l'essence et diesel.[7]

Il est utilisé dans de nombreux domaines tels que : le chauffage, la cuisson, le transport l'industrie et même l'agriculture.

En résumé les domaines de l'utilisation de GPL en schéma suivant :

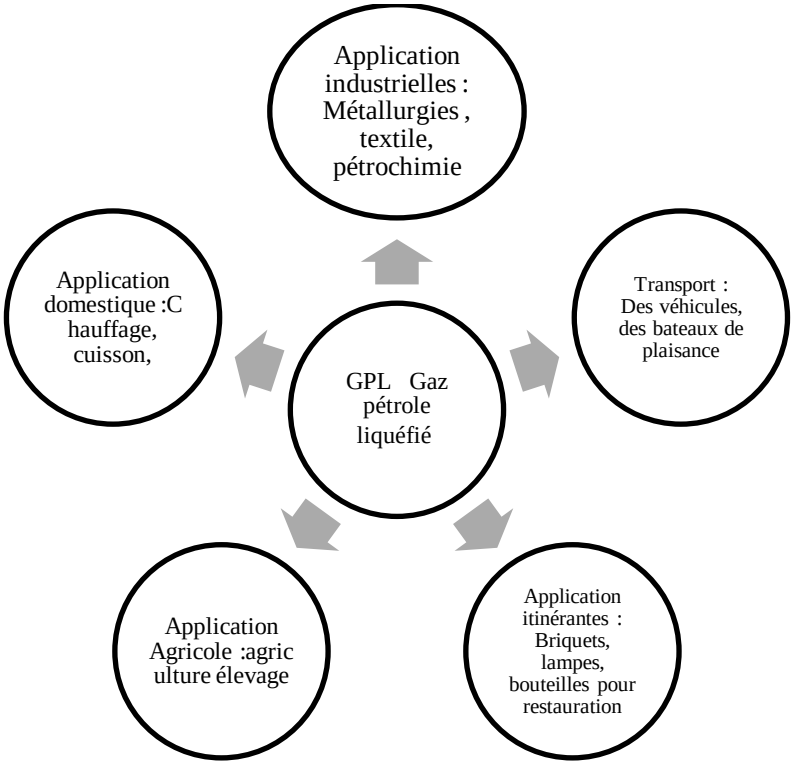


Figure 1.6 :*Applications et usages de GPL*[8]

4.4.1.2Atout environnement du GPL

a) Environnementaux

- Diminution des coûts de carburant.
- moins cher que diesel et l'essence.

b) Écologiques

- Réduction les émissions des polluants atmosphérique (NO_X, SO_2).

c) Sécuritaire

- Installation des détecteurs de fuite aux véhicules GPL.
- Stockée sous pression faible assurant une sécurité contre les explosions. Entretien de moteur :
  - Un bon fonctionnement (sans vibrations et bruit) à cause d'une combustion propre.
  - Une durée de vie de moteur prolongée.

4.4.2 Butane

C'est un hydrocarbure composé de carbone et hydrogène de formule chimique **C_4H_{10}** plus communément appelé GPL c'est à dire un dérivé du raffinage du pétrole brut ou lors de l'extraction de gaz naturel. Le Butane possède la qualité d'être facilement transportable, il peut être utilisé pour des besoins domestiques, commercial, atelier.[9]

4.4.3 Propane

C'est un hydrocarbure saturé, incolore, liquéfiable à pression faible de formule chimique **C_3H_8**, issue de pétrole brut et gaz naturel, distribué en bouteille ou citerne utilisé comme combustibles.[10]

4.5. Fiche de caractéristiques physico-chimique de propane et butane

Tableau1.1 : ***Caractéristiques physico-chimique de propane et butane***

	Propane	Butane
Formule	C_3H_8	C_4H_{10}
Masse molaire	44,10g/mol	58,12g/mol
Point d'ébullition	-42°C	-0,5°C
Point de fusion	-187 ,7°C	-138,3°C
LIE (limite inférieure d'explosivité)	2,1%	1,8%
LSE (limite supérieure d'explosivités)	9,5%	8,4%

5. Identification des atmosphères explosive (ATEX) au sein du complexe

Le centre emplisseur Tiaret comprend plusieurs zones classées ATEX (Atmosphères explosives).une zone ATEX désigne un mélange avec l'air dans les conditions atmosphériques de substance inflammable sous forme de gaz, vapeur ou poussières susceptible de rentrer en état de combustion. Tous les secteurs d'activités sont concernés par la réglementation ATEX, dés lors qu'ils stockent ou possèdent en leur sein des matériaux gazeux ou des poussières susceptible de créer une explosion.

5.1 Classification des zones ATEX (gaz/vapeur)

Les zones ATEX sont classées par niveau de dangerosité en zone 0,1 et 2 :**Zone 0 :** Emplacement où une atmosphère explosive consistant en un mélange avec l'air de substances inflammables sous forme de gaz, de vapeurs ou de brouillard est présente en permanence, pendant de longues périodes ou fréquemment .**Zone 1 :** Emplacement où une atmosphère explosive consistant en un mélange avec l'air de substances inflammables sous forme de gaz, de vapeurs ou de brouillard est susceptible de se présenter occasionnellement en fonctionnement normal .**Zone 2 :** Emplacement où une atmosphère explosive consistant en un mélange avec l'air de substances inflammables sous forme de gaz, de vapeurs ou de brouillard n'est pas susceptible de se présenter en fonctionnement normal ou n'est que de courte durée, s'il advient qu'elle se présente néanmoins.[11]

Tableau 1.2 : ***Définition des zones ATEX***

Zones définies par la réglementation	
Atmosphère explosive	Zones gaz/vapeur
Permanente, en fonctionnement normal	0
Occasionnelle, en fonctionnement normal	1
Accidentelle, en cas de dysfonctionnement	2

5.2. Les points dangereux dans le CE 141 TIARET

5.2.1 Les points dangereux

- Sphères
- Cigares
- Hall d'emplissage
- Pomprie
- Aire de chargement/déchargement
- Circuit interne de GPL

5.2.2 Les points névralgiques

- La sphère
- Cigares

6. Service sécurité (HSE)

La cellule de sécurité s'appuie sur une équipe formée a la prévention des risques industriels.il est constitue d'un inspecteur principale de sécurités, de quatre chefs de prévention intervention et douze agents prévention intervention.

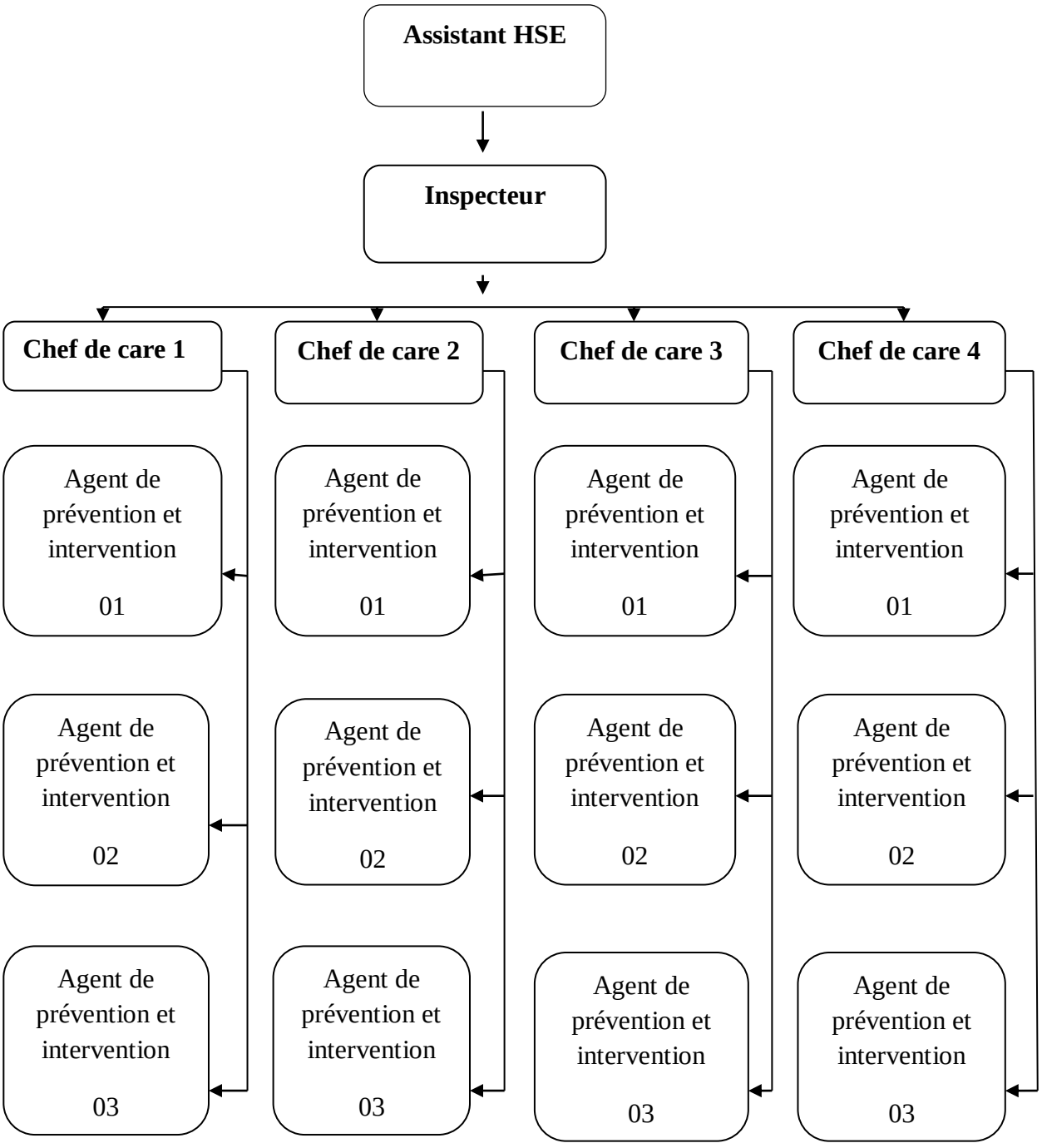


Figure 1.7 : ***schéma de service de sécurité (HSE)***

6.1 Les principaux rôles et responsabilités spécifiques à ce contexte

L'inspecteur HSE joue un rôle clé dans du secteur pétrolier comme NAFTAL notamment dans le domaine du GPL :[12]

a)Surveillance de la conformité HSE

- Veiller à l'application stricte de la réglementation nationale (réglementation algérienne en matière de sécurité industrielle,…).
- S'assurer que toutes les opérations liées au GPL respectent les normes de sécurité, d'hygiène et de protection de l'environnement.(ex. : suivi des mesures d'atmosphère explosives aux endroits sensibles).

b)Contrôle des installations GPL (voir la check-list d'inspection)

- Inspection régulièrement les installations de stockage, remplissage et de distribution de GPL (pomperiez GPL, centre emplisseur, camions –citerne, etc.).
- Vérification l'état des équipements de sécurité : soupapes, centrale détection, disposition anti-incendie, mise à la terre, etc.

c)Evaluation des risques

- Identifier les dangers (fuite de gaz, explosion, incendie) et évaluer les risques associés aux opérations GPL (retour expérience RE, AMDEC).
- Participer à l'élaboration ou la mise à jour du document unique d'évaluation des risques professionnels (DU EVRP).

d) Mise en œuvre des mesures de prévention

- Suivre la mise en œuvre des mesures correctives en cas de non-conformité.
- S'assurer que les procédures de travail (permis de travail (à froid, à chaud, électrique, etc.) sont bien respectées.

e) Formation et sensibilisation du personnel

- Former les employés aux procédures d'urgence au port des EPI et aux risques spécifiques du GPL.
- Organiser des exercices de simulation (scénarios de fuite ou d'incendie par exemple).

f)Gestion des situations d'urgence

- Etre un acteur clé dans le plan d'urgence interne (PII et plan d'opération interne POI).
- Coordonner les première mesures en cas d'accident ou d'incendient.

g)Suivi et reportent HSE

- Tenir à jour les registre d'inspection rapports d'incidents, statistiques HSE, etc.
- Analyse les causes d'incidents et proposer des actions préventives.

h) Gestion des déchets dangereux et spéciaux

- Identification et classification.
- Etiquetage et traçabilité.
- Condition des stockages des déchets.
- Elimination/ traitement des déchets.

i) Tenue du CPHS (généralement une fois par mois)

7. Principe de sécurité généraux (valable pour l'ensemble du site)

Dans le centre emplisseur, plusieurs moyens de sécurité mis en place pour prévenir les risques tels que :[6]

7.1 Protection individuelle

- Les équipements de protection sont mis à la disposition des salariés et il est obligatoire il s'agit au minimum (des chaussures de sécurité, blouse, des gants, des casques...)..
- La protection individuelle que l'on vient décrire est,bien entendu, le stade de protection ultime à envisager lorsque on aura épuisé tous les moyenne de prévention après une étude approfondie de post de travail.

7.2 Sureté de site

Le site est fermé par un portail et entièrement clôturé. Les accès au site sont contrôlés il existe trois postes de contrôle. Le CE Tiaret est muni d'un corps d'agents de sécurité chargés de la surveillance, il est composé de équipes de quatre (04) agents chacune qui se relayent durant 24h (2 x 12h). Trois (03) postes de sentinelle occupés en

permanence (24h/24) sont placés autour du centre. Un très bon éclairage du centre est assuré durant le soir.

7.3Sécurité des interventions extérieures

Les transporteurs livrant ou enlevant des marchandises sur le site sont autorisés, Les documents de transport et les certificats de conformité sont vérifiés avant l'admission des camions (procédures d'opération chargement et déchargement).

La vitesse sur le site est limitée à 30 km/h.

7.4 Limitation des sources d'inflammation

- Il est interdit de fumer sur le site. Par ailleurs, l'utilisation des téléphones portables ou électroniques est interdite.
- La sphère, les cigares et le hall d'emplissage sont protégés de la foudre par un paratonnerre.
- Les machines et les équipements lors des opérations de dépotage sont mis à la terre.
- Les matériels électriques et les engins de manutention sont type ADF et font l'objet d'un contrôle périodique.

7.5 Procédures d'exploitation

Il existe des procédures opérationnelles NAFTAL sur le site relatives à la prévention et la sécurité dans les Centres Emplisseurs, regroupées dans le manuel de sécurité (manuel d'organisation et de gestion) et un règlement général de sécurité GPL (juillet 2005) affiché sous formes de consignes pour chaque type d'installation du centre.

7.6Principe de sécurité dans les zones de stockage

- Les caristes sont formés, les éléments sensibles sont protégés contre les chocs, des règles de circulation ont été fixées par le groupe NAFTAL.
- Les équipements électriques sont de type ADF et sont mis hors tension en dehors des heures de présence par le groupe NAFTAL.

7.7 Sécurité contre l'incendie

7.7.1 Réseau d'eau d'incendie

Le réseau d'eau d'incendie est composé de:

- 01 Bac à eau incendie 1500 m3

- 01 Bâche à eau incendie 50 M3
- 04 lances monitors
- 04 électropompes
- 01 motopompe diesel
- 05 couronnes de refroidissement
- 02 vannes motorisées
- 01 tableau synoptique

7.8 Autre équipement de sécurité

- Matériel médical de secours
- 01 brancard de sauvetage
- 01 ambulance
- 01 Ensemble Attelés
- 09 Lances Dm 70
- 08 Lances Dm 45
- 05 Flexibles Dm 70
- 05 Flexibles Dm 45
- 03 Draps de brulés

7.9Moyens de prévention techniques

- Les détecteurs de gaz
- Système d'alarme (sonore, visuelle)
- Arrêt d'urgence
- Mise à la terre
- Signalisation de sécurité (panneaux d'interdiction, avertissement, obligation)

Figure1.8 : ***Panneaux des consignes de sécurité***

Conclusion

Ce premier chapitre a permis découvrir l'unité NAFTAL de TIARET, en mettant en avant son rôle dans la distribution des produits pétroliers, sa structure organisationnelle ainsi que ses principales missions.

Cette présentation nous a offert l'occasion de mieux comprendre l'environnement professionnel et améliorer non connaissance.

Chapitre II

Généralités sur les risques industriels

I. Introduction

Les risques professionnels sont une réalité omniprésente qui accompagne toute forme d'activités économiques, en particulier dans les environnements industriels se manifestent sous différentes formes où ils peuvent impacter la santé, la sécurité des travailleurs, matériels et l'environnement, tout en compromettant la performance et la productivité des entreprises.

II. Notion de base

1. Définition de risques professionnels

La notion de risque est liée au phénomène non prévisible et aléatoire qui provient de l'environnement professionnel, avec un impact plus ou moins important selon la nature de poste et les conditions de travail. Pouvant entrainer deux principales conséquences : L'accident de travail(AT) et maladies professionnelles (MP).

1.1Les facteur de risques professionnel

Contribuer à la création d'une situation dangereuse par l'augmentation ou la diminution de la probabilité de cet événement. Il y a des facteurs techniques, humains, et des facteurs organisationnels.[13]

- **Facteurs techniques** : liés aux équipements et à l'environnement de travail par exemple : signalisation et balisage des zones à risque, machine défectueuse, manque de maintenance, toxicité des produits utilisés.
- **Facteurs organisationnels :** liés à la gestion du travail (mauvaise de gestion de travail, surcharge de travail, méthode de management).
- **Facteurs humains :** liés aux comportements des travailleurs (stress, fatigue, manque de formation, non-respect des consignes).

1.2 Maladie professionnelle

C'est une maladie qui est le résultat d'une exposition d'un travailleur à des facteurs de risques spécifiques liés à son environnement de travail.

2 Concept de risque professionnel

2.1Danger

C’est une source potentielle ou une situation susceptible de déclencher un risque et la capacité de causer des effets néfastes sur les personnes, les biens et l'environnement mais qui n'a pas encore causé de préjudice. Le référentiel **OHSAS 18001/ISO45001** définie que le danger est un élément sous certaines conditions pouvant nuire par blessures ou atteinte à la santé, dommage à la propriété et à l'environnement de travail.[14]

2.2 Situation dangereux

C’est un contexte dans lequel une personne, un bien ou l'environnement peut être exposé à un risque accru souvent en raison de plusieurs facteurs.

2.3 Exposition

Quand on parle d’exposition, il s’agit du contact direct ou indirect entre une personne et le danger. Elle dépend de plusieurs facteurs comme la durée d’exposition, la fréquence avec laquelle on y est exposé et la proximité avec le danger.[15]

2.4 Phénomène dangereux

Représente le facteur déclencheur d'un danger qui en fonction de circonstances peut aboutir à un dommage.

2.5 Dommage

C’est toute lésion physique atteint à la santé ou les biens ou l'environnement qui survient d'un événement indésirable.

3. Notion de Risque

3.1 Risque

Perception des dommages potentiels liés à une situation dangereuse, c'est une action caractérisée par sa probabilité d’occurrence] 0.1 [et la gravité des ses conséquences.

Selon **OHSAS18001/ISO 45001,** un risque est la combinaison de la probabilité et la conséquence de survenue, il résulte de l'interaction entre un danger (source potentielle d'un dommage) et une exposition à ce danger.(Le risque 0 n'existe pas et si la probabilité est à 1 donc c'est la certitude et ce n'est pas plus un risque).[14]

Risque= probabilité X gravité

- Probabilité(Pr) : la chance que l'événement indésirable se produise.
- Gravité (G): l'impact et les conséquences de cet événement.

4. Notion d'accident

4.1 Accident de travail (AT)

C'est un évènement soudain et inattendu, survient au cours d'une activité professionnelle qui entraîne une lésion corporelle ou des dommages physiques.

4.2 Presque accident

Un événement soudain et imprévu, qui aurait pu, dans des conditions légèrement différentes, occasionner un accident.

Les circonstances dangereuses : pas de blessés dans le personnel, mais des dommages matériels, avertissements d'événements à venir.

4.3Incident

Un événement non souhaité survenu au cours du travail n'ayant pas entraîné des lésions corporelles.

III. Classification des risques

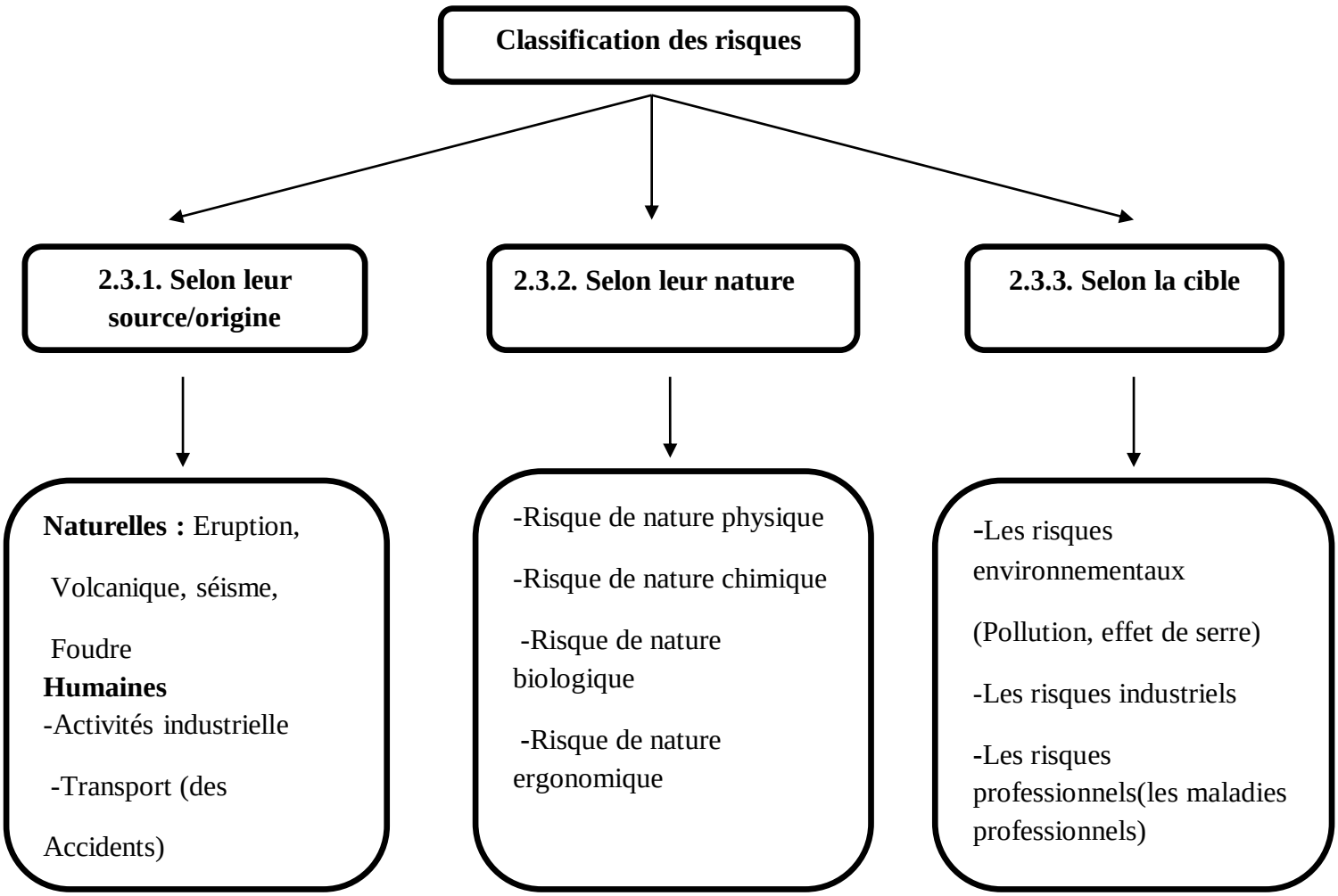


Figure 2.1 :*la classification des risques*[16]

IV. Typologie des risques

1. Les risques de nature physiques

1.1 Risque mécanique

1.1.1 Définition

L'ensemble des facteurs physiques peuvent être à l'origine d'une blessure par l'action mécanique d'un élément en mouvement, des forces exercées ou des dysfonctionnements des machines qui prend différentes formes (écrasement, cisaillement, coupure, choc, chute ….etc.)[17]

1.1.2 Leur origine

- Machine en mouvement.
- L'utilisation des machines mal adaptées ou défectueuses.
- Formation insuffisante des travailleurs sur l'utilisation des machines.
- Le non respect des règles de sécurité.
- Absence de dispositifs de protection.
- Fatigue ou manque de concentration des opérateurs.

1.1.3 Les factures à prendre en compte lors de l'identification des risques mécaniques

- La forme/ élément
- La masse, La vitesse
- La stabilité
- La disposition ou relation des pièces en mouvement

1.2 Risque électrique

1.2.1 Définition

Le risque électrique surviennent lorsque une personne entre en contact direct ou indirect avec un courant électrique peut causer des lésions ou la mort, le choc électrique ou brûlure pouvant résulter et même pouvant endommager les équipements.

- **L'électrisation :**désigne l'ensemble des manifestations physiques liées à l'action du contact électrique sur le corps humain.[18]
- **L'électrocution :** elle désigne la mort immédiate causée suite à l'électrisation importante.[18]

1.2.2 Les factures prennent en considération lors de l'analyse risque électrique

- La fréquence de courant
- Le temps d'exposition
- Le type de courant
- Sa tension
- Son intensité

- La résistance de corps humain

1.3 Bruit

1.3.1 Définition

C'est un risque physique composé d'un mélange complexe de son agréable ou désagréable (gênant). Il est souvent défini comme une vibration acoustique peut causer des nuisances, du stress ,voire des dommages auditifs à long terme.

Le son selon **AFNOR** est une variation de pression de l'air ambiante détecté par l'oreille humaine capable de se propager dans un milieu solide, liquide ou gazeux.[19]

1.3.2 Les effets de bruit

- **Effets sur l'ouïe (auditifs)**
- Affaiblissement de l'ouïe jusqu'à la surdité.
- **Effets sur d'autre fonction (extra auditifs)**
- Trouble de système nerveux.
- Trouble de sommeil, Trouble sexuel.
- Trouble de circulation (la tension, rythme cardiaque).

1.3.3 Leur origine

- **Origine naturelle**
- Eruption volcanique
- Tremblement de terre
- Vent fort
- Champ d'oiseaux
- **Origine humain**
- Machine, moteur
- Soudage
- Circulation routier
- Marteaux piqueurs

2. Risque de nature biologique

2.1Définition

Correspond au Risque due à une exposition à des agents biologique comprenant les bactéries, les virus et les parasites…, etc. Susceptible de provoque une infection, une allergie et une intoxication.

2.2 L'origine

- Les laboratoires biologiques, toxicologiques, bactériologiques, fabrication des vaccins de rechercher.
- Les activités dans les établissements de soins.
- Les activités mettant les employés en contact avec les animaux (cirque, zoo,..).
- Les activités dans les abattoirs, boucheries, les industries de viandes et charcuteries.
- les industries agroalimentaires.
- Les activités dans les égouts, piscine, eaux usées et station d'épuration.[16]

2.3 Les voies de transmissions

- Voie respiratoires, voie oculaire
- voie cutanée, voie orale
- voie sexuelle

3. Risque de nature chimique

3.1 Définition

Il résulte de l'utilisation, de manipulation, au stockage ou l'élimination des produits chimiques dangereux qu'ils sont sous forme de gaz liquide ou solide peuvent affecter la santé des travailleurs et l'environnement.

Suivant la dose et la rapidité de pénétration dans l'organisme, on observe deux types d'effets sur la santé qui sont :

- **Intoxication aigue :** est une rection rapide après une exposition brève et à forte dose (l'effet est présent en 24h).

- **Intoxication chronique :** survient après une exposition prolongéeà une faible dose de toxique. (les effets présente après quelque moins voir des années)

3.2 Leur origine : Il trouve son origine dans

- Les produits ayant des propriétés physiques ou chimiques (produits inflammable, explosifs, carburant).
- produits ayant des propriétés toxicologie (irritant, toxiques, cancérigène, mutagène).
- Des procédés industriels (soudage, utilisation des soulevant).
- Mauvaise ventilation, manipulation inappropriée.

3.3 Les facteurs influençant le risque chimique[16]

- **Facteurs liés aux produits**

(Nature du produit, Caractéristiques physico-chimiques, Sa toxicité.)

- **Facteurs liés à l'exposition**

(Mode d'exposition, Temps d'exposition, La dose, L'état de santé.)

- **Facteurs liés au stockage**

(La compatibilité/ L'incompatibilité, Les conditions de stockage.)

4.Risque de nature ergonomique

4.1 Définition

Désigne tout facteur lié au travail pouvant entraîner des troubles physiques ou psychologique en raison d'une mauvaise adaptation des conditions de travail aux capacités humaines.

4.2 Leur origine

- Conception inadaptée du poste de travail (Ex : chaise trop haute, clavier non ergonomique).
- Mouvement et efforts physiques excessifs (Ex : flexion excessive, travail à la chaîne).

- Facteur environnementaux (Ex : machines bruyants, courant d'air, reflets gênant).
- Organisation du travail (Ex : absence de pause, surcharge du employé).

5. Risque psychologique

5.1 Définition : la catégorie des risques professionnels qui peuvent être induits par l'activité elle-même ou être généré par l'organisation et les relations de travail et qui altèrent des employés peuvent prendre différents formes : stress, violence interne ou externe.

5.2 Leur origine

- Charge de travail excessif ou insuffisant Manque de reconnaissance (absence de feedback ou de valorisation
- Conflits professionnels (tension avec collègues ou supérieurs)
- Manque d'autonomie.

V. Un tableau récapitulatif des effets des risques professionnels

Tableau 2.1 : ***Les effets des risques professionnels***

Type de risque	Effets sur L'humain	Effets sur l'environnement	Effets sur les biens
Physique (Mécanique)	-Blessures (coupures, fractures) -Trouble musculo-squelettiques TMS - La mort	-Pollution par dispersion des particules métalliques -Déchets industriels -Pollution des sols et les eaux	-Pannes dues aux vibrations -Détérioration des machines
Physique (électriques)	-Electrocution (la mort) -Brûlures -Trouble cardiaques -Chute	-Incendie -Contamination par les fumés toxiques	-Dommages à l'équipement -Dégradation des installations -Incendie et explosion causé par le court-circuit

Physique (bruit)	-Surdité professionnelle -Stress, fatigue -Maladie cardiovasculaire -Trouble de sommeil	-Réduction e la biodiversité -Perturbation d'animaux (modification de comportement	-Mauvaise fonctionnement de l'équipement -Vibration pouvant endommager les machines
Chimique	-Intoxication aigue -Brulure cutané -Cancer -Irritation oculaire et cutané	-Effet de serre -Dégradation de sols -Contamination de l'eau potable	-Corrosion des équipements -Risque incendie et explosion -Dégradation des matériaux
Biologique	-Maladie infectieuse (virus, bactérie) -Allergie respiratoire et cutané	-Contamination des sols et de l'eau -Epidémie chez les animaux et plantes -Perturbation d'écosystème	-Contamination des stocks alimentaire -Détérioration des matériaux et infrastructure
Ergonomie	-Trouble musculo-squelettique (TMS) -Fatigue mentale et physique -Stress et impact psychologique	-Augmentation de déchets (due à des efforts inefficaces)	-Baisse de productivité -Erreurs de fabrication
Psychologique	-Dépression et isolement -Trouble psychosomatique	-Mauvaise gestion des ressources -Accident environnementaux	-Erreur de fabrication et de gestion - Baisse de productivité

VI. Les phénomènes dangereux

1. L'incendie

L'incendie est une combustion qui se développe sans contrôle ni dans le temps ni dans l'espace, échappant au contrôle de l'homme.

- **Le point d'éclair ou point de flash**

C'est la température minimale à laquelle un combustible liquide émet assez de vapeurs pour permettre une courte inflammation en présence d'une flamme.

- **Le point d'inflammation**

C'est la température à laquelle un liquide émet suffisamment de vapeurs pour initier et maintenir une combustion continue après l'allumage.

Cette température est un peu plus élevée que celle du point d'éclair.

- **Le point Auto-inflammation**

C'est la température minimale laquelle une substance s'enflamme spontanément sans source d'énergie.

La combustion ne peut avoir lieu que si les trois éléments suivants sont présents simultanément :

- un carburant ou combustible
- une source d'inflammation ou source d'énergie
- un comburant (l'oxygène)

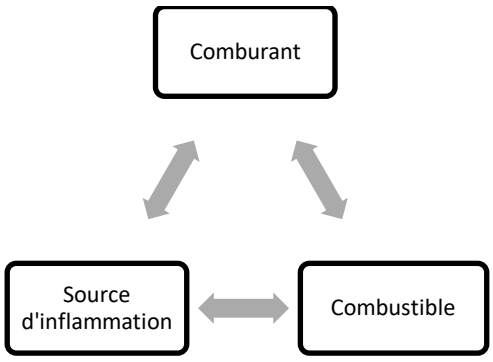


Figure2.2 : ***le triangle de feu***

2. Explosion

L'explosion est un mélange avec l'air dans les conditions atmosphérique de substances inflammables sous forme de gaz vapeur ou poussières dans la quelle après une inflammation la combustion se propage à l'ensemble du mélange non brulé.

2.1 Les conditions de survenues de l'explosion

Six conditions à réunir simultanément pour qu'une explosion ait lieu :[11]

- Présence d'un combustible.
- État particulier du combustible, qui doit être sous forme de gaz, de brouillard ou de poussière en suspension dans l'air.
- Présence d'un comburant (en général l'oxygène de l'air).
- Présence d'une source d'inflammation.
- Obtention d'un domaine d'explosivité (domaine de concentrations du combustible dans l'air à l'intérieur duquel les explosions sont possibles).
- Confinement suffisant (en absence de confinement, on obtient un phénomène de combustion rapide avec des flammes importantes mais, généralement, sans effet de pression notable).
- Le confinement n'est pas une condition indispensable mais représente un facteur aggravant du phénomène d'explosion et des risques associés.

2.2 Domaine d'explosivités

C'est le domaine de concentration d'un mélange avec l'aire qui peut entrainer un mélange explosive en présence d'une source d'inflammation.

Le domaine d'explosivités est encadre par la limite inferieur d'explosivité(LIE) et la limite supérieur d'explosivités(LSE)[20]

- **La limite inferieur d'explosivités « LIE » :** La concentration minimale d'un gaz ou poussières combustible dans l'air pour former un mélange explosif en présence d'une source d'énergie.
- **La limite inferieur d'explosivités « LSE »:** La concentration maximale d'un gaz ou poussières combustible dans l'air au-delà la quelle le mélange ne peut plus exposées.

3. BLEVE:(BIOLING LIQUIDE EXPANDING VAPOUR EXPLOSION)

Un BLEVE est un phénomène de rupture Violent d'un récipient contenant un liquide surchauffe dans la température dépasse son point d'ébullition a pression atmosphérique et peut impliquer à n'importe quel type de gaz liquéfié (pas nécessairement inflammable).[21]

Il génère systématiquement des effets de surpression et des effets thermiques ou toxiques selon la nature du produit stocké.

Il existe deux types de BLEVE :

- BLEVE froid
- BLEVE chaud

4.Le BIOL-OVER

4.1Boil over « classique »

Est un phénomène survenues lors d'un incendie de certaine hydrocarbures contenue dans un réservoir a ciel over, se produit lorsque les résidus de combustion forment un couche chaud qui atteint l'eau au fond du réservoir provoquent un débordement par moussages et une boule de feu (sous l'effet de piston).

4.2 Boil over en « couche mince »

Le phénomène de boil-over en couche mince est similaire a celui de boil-over classique caractérise par l'évaporation soudaine d'une couche d'eau au fond de réservoir. Il se distingue par l'absence de distillation et de formation une onde de chaleur.

5. UVCE (un confined vapour Cloud explosion)

Un UVCE est un phénomène d'explosion d'un nuage non confiné de gaz inflammable Suite à l'inflammation, une flamme se propage dans le nuage engendre une combustion des vapeurs et une onde de surpression qui sont susceptibles de produire respectivement des effets de rayonnement thermique et des effets mécaniques.[11]

6. VCE (VAPOUR Cloud Explosion)

Un VCE est une combustion rapide d'un mélange réactif avec l'oxygène de l'air, elle peut entrainer une onde de choc, des incendies et des dégâts majeurs sur les personnes, les équipements et l'environnement.

Conclusion

Dans ce chapitre on a représenté une recherche bibliographique dans lequel nous nous Sommes focalisés sur le terme risque professionnel, leur origine, ainsi que les concepts qui lui son associer.

La compréhension de ces notions fondamentales constitue également une base solide pour l'analyse des risques spécifiques.

Chapitre III

Généralités sur les méthodes d'évaluations des risques

I. Introduction

Tout acte comporte des risques, lesquels évoluent avec le temps face aux dangers potentiels liés aux procédés, il est crucial de disposer des méthodes appropriées permettant d'identifier, d'analyser et de hiérarchiser les risques de manière objective et structurée. Plusieurs méthodes d'évaluation des risques ont été développées basés sur un certain nombre de données dans le but de maintenir à tout instant l'installation en sécurité que ce soit en fonctionnement normal ou en marche dégradé.

II. Définition

1. L'évaluation des risques professionnels

L'évaluation des risques Professionnels (EvRP) désigne une étape obligatoire et structurée dans toute démarche de prévention en entreprise, qui consiste à recenser, analyser et hiérarchiser l'ensemble des dangers liés aux activités professionnelles, elle s'applique à toutes les entreprises quelles que soient leur secteur d'activités et concerne tous les types des risques professionnels .L(EvRP) a pour objectif réduire les accidents de travail et les maladies professionnelles, en améliorant la santé et la sécurité des salariés.[22]

2. Méthode analyse des risques

Les méthodes évaluation des risques sont des approches structurées servent à mettre en évidence toutes les sources de danger afin de prévenir les risques associés à un procédé.

3. classification des méthodes

Les méthodes analyse des risques sont généralement classé en trois catégories en fonction de leur approche :

3.1 Méthodes quantitative

Il s'agit d'une méthode concentrée sur des données mesurables obtenues par des enquêtes, des expérimentations ou des analyses statistiques, ayant pour but d'évaluer la sûreté de fonctionnement et entre autre la sécurité. [23]

Elle permet d'avoir une vision globale des risques grâce à des indicateurs statistiques parmi ces indicateurs :

- Taux de fréquence = (Nombre d'AT avec arrêt/Nombre d'heures travaillées)x 10^6

- Indice de fréquence= (Nombre d'AT avec arrêt/Nombre de salaries) x 10^3
- Taux de gravité = (Nombre de jours d'arrêts / Nombre d'heurs travaillées)x 10^3

Exemples :

- Arbre de défaillance (Fault Tree Analysis - FTA)
- Arbre d'événements (Event Tree Analysis - ETA)

3.2 Méthodes qualitatives

Est une approche d'analyse qui se repose sur des données non numériques s'appuie sur une collecte des données obtenues grâce à des méthodes principale d'observation et l'entretien.

Exemples :

- AMDEC (Analyse des Modes de Défaillance, de leurs Effets et de leur Criticité)
- HAZOP (Hazard and Operability Study)
- What-If (Méthode des scenarios)

3.3Méthodes semi-quantitatives

C'est une approche d'évaluation qui mélange des éléments qualitatifs et quantitatifs pour estimer un phénomène à l'aide de valeurs approximatives ou de classes sans nécessiter de mesures précises.

Inductive

Cause ⇄ **conséquence**

Déductive

- **Démarche inductive :** est une méthode scientifique issue d'un fait consiste à partir d'une cause d'anomalie, défaillance, erreur humaine, etc… pour analyser les scénarios d'événements qui étudie les conséquences possibles d'une cause donnée [24]
- **Démarche déductive** : la démarche est inversée puisque l'on parle de l'événement indésirable, la défaillance, et l'on recherche ensuite par une approche descendante toutes les causes possibles.[25]

III. les méthodes d'évaluation

1. Méthode AMDEC (Analyse des Modes de Défaillance de leurs Effets et de leurs Criticité**)**

1.1Définition

AMDEC est une méthode prédictive qui aide à imaginer les dysfonctionnements menant à l'échec et en évaluent leurs conséquences et hiérarchiser leur criticité.

AMDEC est une méthode inductive qui permet d'analyser de manière qualitative et quantitative la fiabilité d'un système, elle est utilisée pour améliorer la fiabilité, la maintenabilité et la sûreté des équipements et des produits [26]

1.2Principe d'AMDEC

AMDEC repose sur une approche systématique et inductive consiste à :

- Identifier les causes et les conséquences de dysfonctionnement d'un système ou d'un moyen de production
- Mettre en évidence les Points critiques et de proposer des actions corrective adapté.

C'est une technique d'analyse qui a pour but d'améliorer la sécurité, la fiabilité et la performance des systèmes industriels.

Tableau 3.1 : ***Exemple de tableau de type –AMDEC***-[27]

Fonction de produit	Mode de défaillance	Effet de défaillance	Les causes	Evaluation				Action préventive	Résultats			
				D	O	G	C		D	O	G	C

D=Détection

O=Occurrence

G=Gravité

C=Criticité

1.3 Leurs Avantages

- Permet de réduire les pannes et d'améliorer la durée de vie des équipements.
- Elle aide à repérer les modes de défaillance qui pourraient affecter plusieurs composants du système.
- Réduit les coûts de maintenance corrective en évitant les pannes coûteuse.

1.4Leurs limites

- L'analyse peut devenir longue et difficile pour les systèmes complexes.
- L'AMDEC se limite aux défaillances isolées nécessitant d'autres méthodes pour les pannes multiples.
- Son application nécessite la mobilisation de plusieurs expériences ce qui peut ralentir le processus de décision.

1.5Procédure de cette méthode

L'Analyse des méthodes de défaillance et de leurs effets repose notamment sur le concept de :

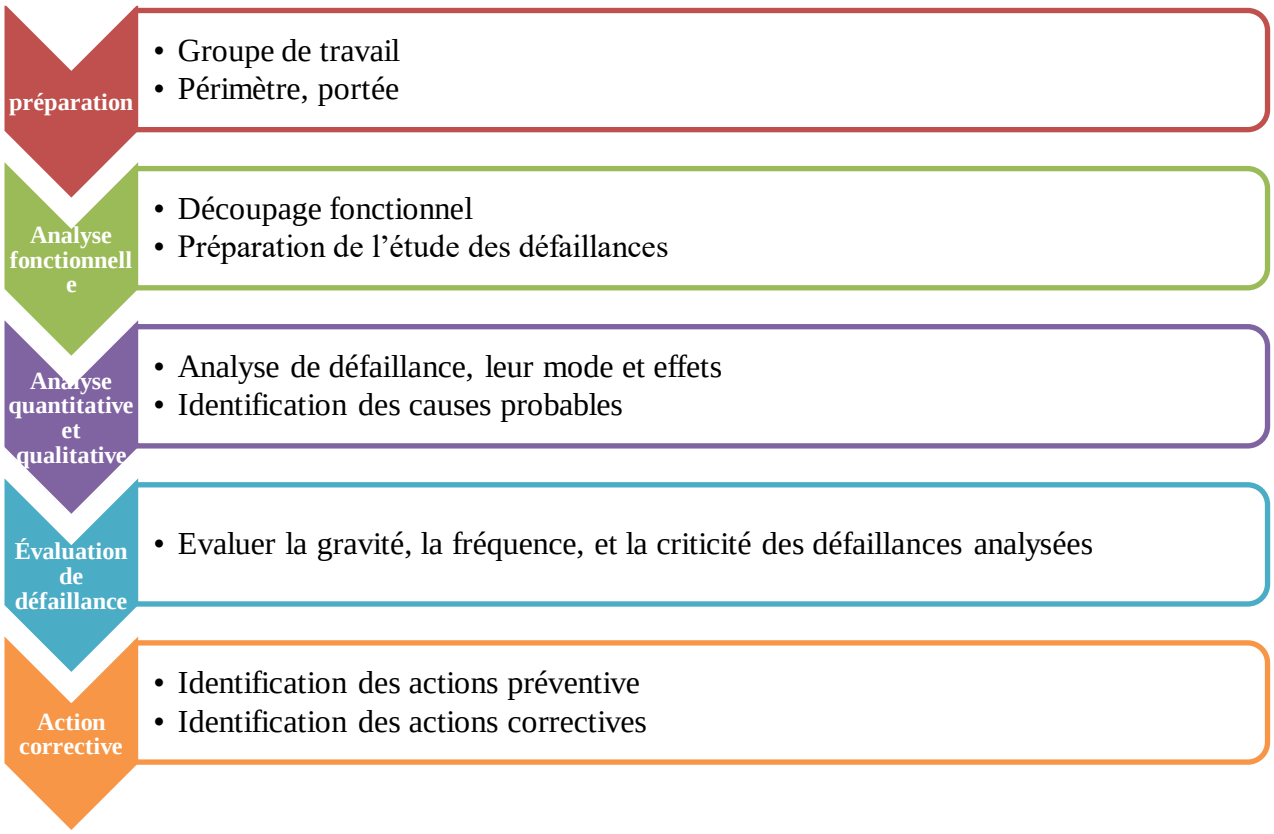


Figure 3.1 : *La démarche AMDEC*[28]

2. Méthode ADD (Arbre De Défaillances)

2.1 Définition

c'est une méthode de nature déductive et booléens (effet-cause),il repose sur une représentation graphique sous forme d'arbre logique utilisée dans les études de sécurité et de fiabilité des systèmes pour analyser les causes d'un événement

indésirable relevant les effets aux causes via des portes logiques et nécessite souvent une analyse préalable des modes de défaillance (ex :AMDEC) .L'analyse par ADD est maintenant appliquée dans des nombreux domaines tels que (aéraulique, nucléaire, industrie chimie).[29]

2.2Leur Principe

ADD est une représentation graphique d'un ensemble des combinaisons d'évènements pouvant conduire à un événement redouté (point central de l'analyse) et l'identification des conditions suffisante pour provoquer la définition construit un ADD revient à répondre à la question comment cette défaillance peut-elle survenir ?

2.3 Leurs Avantages

- Permet d'identifier les combinaisons d'évènements pouvant mener à un Événement indésirables.
- Facilité et l'analyse des accidents passés en mettant en évidence les Enchaînements d'évènements.
- Hiérarchiser les actions de prévention grâce à l'évaluation des probabilités D'occurrence.

2.4 Leurs Limites

- Peut être difficile et complexe à mettre en œuvre sans outils informatiques Adaptés.
- L'utilisation préalable de méthode inductive devient nécessaire pour identifier les Évènements les plus critiques.
- nécessite des données fiables sur les probabilités d'occurrence des évènements de base.

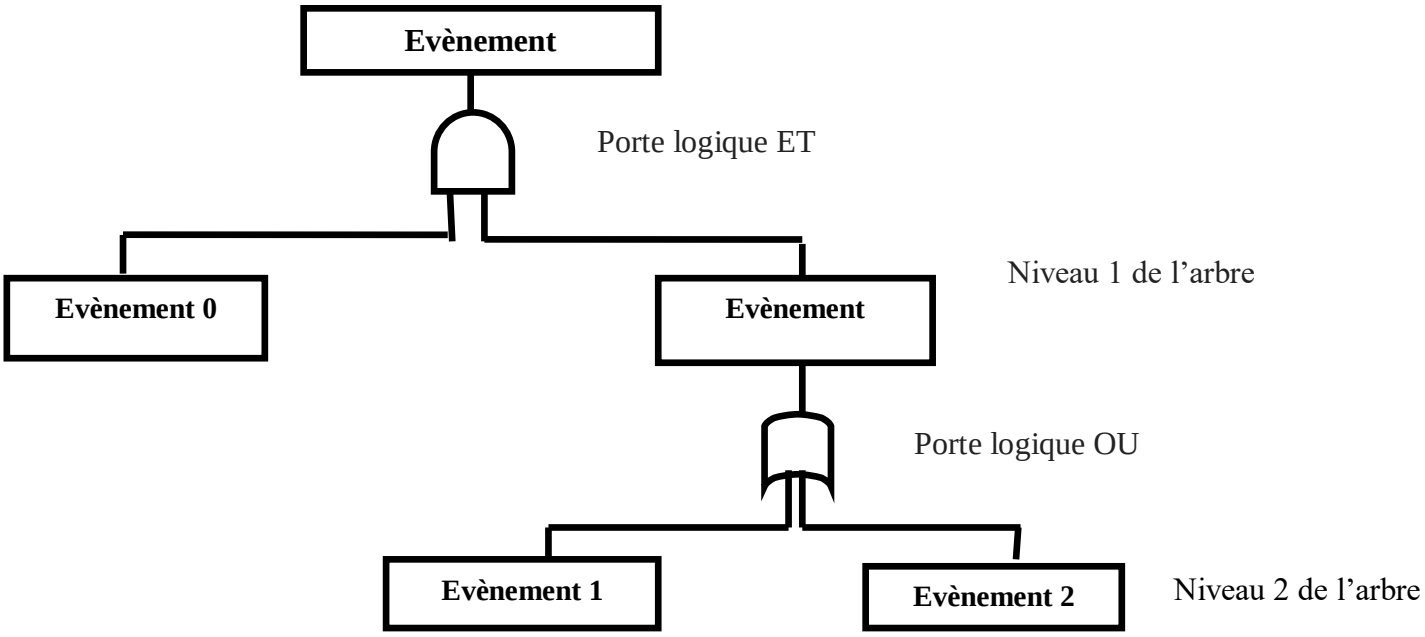


Figure 3.2 : ***Arbre de défaillance***[27]

3. Méthode APR (Analyses préliminaires Des Risques**)**

3.1Définition

Est une technique d'identification et analyse les risques dès les premières phases d'un projet, d'un système ou d'une installation qui a été développée au début des années 1960 dans les domaines aéronautiques et militaires.

APR peut être mise en œuvre de différente manière selon le domaine concerné, elle repose sur une approche déductive.[30]

3.2 Leur but

Est une première étape essentielle vise à identifier et évaluer les dangers potentiels au stade initial de la conception d'un système, d'un projet à l'aide d'outils plus spécifiques connus (ADD, AMDEC) pour garantir la fiabilité et la sûreté d'un système.

3.3 Déroulement

Elle constitue d'abord à repérer les éléments dangereux d'un système, puis à analyser les causes et les conséquences des situations à risques, elle permet d'évaluer les dispositifs de sécurité existants.

Tableau 3.2 *: Exemple de tableau de type APR*

1. Identification les dangers				**2. Estimer les risques**			**3. Prévenir les risques**	
Danger Cause du dommage	Situation Dangereuse Operateur + cause	Evénement Déclencheur	Dommage Lésion	G 1à4	Pro 1à4	Pr 1à4	Prévention Existantes	Mesures De prévention mettreen Œuvre

Pro=probabilités

Pr =priorités

4. Méthode ADE (Arbre Des Evènements**)**

4.1 Définition

Est connus également entant que méthode quantitatives et inductive, c'est une méthode qui s'attache à l'analyse des scénarios d'accidents à partir d'un événement de départ dénommé(événement initiateur) pour en déduire les éventuelles conséquences.[30]

4.2Leurs Avantage

- L'ADE permet d'évaluer l'efficacité des barrières de sécurité.
- En HSE elle est une méthode clé pour l'investigation des accidents de travail. Elle complète d'autres méthodes d'analyse comme AMDEC, ADD.

4.3 Leurs Limites

- Sa mise en œuvre peut être coûteuse en temps.
- Son utilisation doit être réservée aux cas nécessitant un niveau de détail élevé.
- Peut devenir complexe pour des systèmes avec des nombreux scénarios possibles.

4.4 Déroulement

- Identifier l'événement initiateur à considérer.
- Doit définie les fonctions de sécurité.
- Modalisation de scénario possible (chaque système figurant dans l'ADE conduit à deux schémas sexués ou échec).

- Construire l'arbre.
- Décrire et exploitation de l'arbre et Décrire les séquences d'évènements identifiée.

5. Méthode HAZOP (HAZARD Opérabilité)

5.1 Définition

L'étude HAZOP est une méthode structure vise à identifier les dangers d'un système donner et suit une démarche rigoureuse qui permet identifier les risques en analysent chaque élément d'un système.

HAZOP a pour objectif d'améliorer la sécurité et l'efficacité des systèmes industriels en anticipant les défaillances possibles.

5.2 Leurs Avantages

- Permettre une analyse détaillée des écarts de fonctionnement par rapport à la conception prévue.
- Encourager la collaboration entre différents spécialiste pour l'identification des risques.
- Réduire les risques d'accident en proposant des actions préventives.

5.3 Leurs Limites

Peut être longue et coûteux s'applique à des systèmes complexes. Cette méthode traite chaque paramètre individuellement ce qui limite l'analyse des évènements et nécessite une analyse complémentaire prioriser les actions connectées.

5.4 Déroulement [31]

- Sélection de la ligne de procédé
- Choix du paramètre de fonctionnement
- Application d'un mot-clé et génération d'une dérive
- Validation de la crédibilité de la dérive
- Identification des causes et conséquences
- Analyse des moyens de prévention et de détection
- Proposition des recommandations et améliorations
- Réitération avec un nouveau mot-clé
- Changement de paramètre
- Changement de procédé

Tableau 3.3 : ***Exemple de tableau de type -HAZOP-***[31]

Paramètre	Mot-clé	déviation	Causes	Conséquence	Moyen de détection	Moyen de sécurité	Recommandation

6. Méthode WHAT IF

6.1Définition

La méthode « WHAT if » est une approche qualitative d'analyse des risques dérivée de l'HAZOP. Elle suit une procédure similaire mais diffère dans la manière de générer les dérives des paramètres de fonctionnement qui permet d'identifier les risques au travail afin de prendre les mesures appropriées pour garantir la santé et la sécurité sur le lieu de travail. Elle repose sur une série de questions du type : « Que se passe-t-il si… ? ».[31]

6.2 Déroulement

- Construction du groupe
- Description du problème
- Action de résolution temporaire
- Identifier les causes profondes du problème
- Action de résolution permanente
- Mise en place des actions de résolution
- Prévenir la réapparition
- Féliciter le groupe

Tableau 3.4 : ***Exemple de tableau de type –WHAT IF-***

What- if ?	Condition of évidence	conséquences	Security measures	Potential loss	Caracter of loss	Size of loss

7. Méthode LOPA (Layer Of Protection Analysis)

7.1 Définition

C'est une technique semi quantitative d'évaluation des risques qui permet d'analyser et réduire les risques. A pour objectif de déterminer s'il existe suffisamment des couches de protection contre un scénario d'accident, car en réalité les couches de protection ne sont pas solides.

7.2 Déroulement

L'analyse par la méthode LOPA suit plusieurs étapes détaillées comme suit :[32]

- Sélection des scénarios d'accident devant faire l'objet d'une analyse par la méthode LOPA.
- Sélection du premier scénario d'accident.
- Développement du scénario d'accident.
- Identification des barrières de sécurité existantes.
- Évaluation de la fréquence d'occurrence de l'événement initiateur.
- Identification des couches de protection indépendantes.
- Évaluation de la probabilité de défaillance.
- Évaluation de la fréquence résiduelle du scénario d'accident (avec prise en compte des barrières).
- Validation/Évaluation de la gravité des conséquences associées au scénario.
- Évaluation de la criticité du scénario d'accident.
- Vérification si le risque est acceptable :
  - Si OUI → Vérification s'il y a un autre scénario
  - Si OUI → Reprendre l'analyse pour le nouveau scénario
  - Si NON → Fin de l'analyse
  - Si NON → Peut-on définir une nouvelle barrière ?
  - Si OUI → Ajouter la barrière et réévaluer
  - Si NON → Envisager de modifier le procédé

Couches de protection

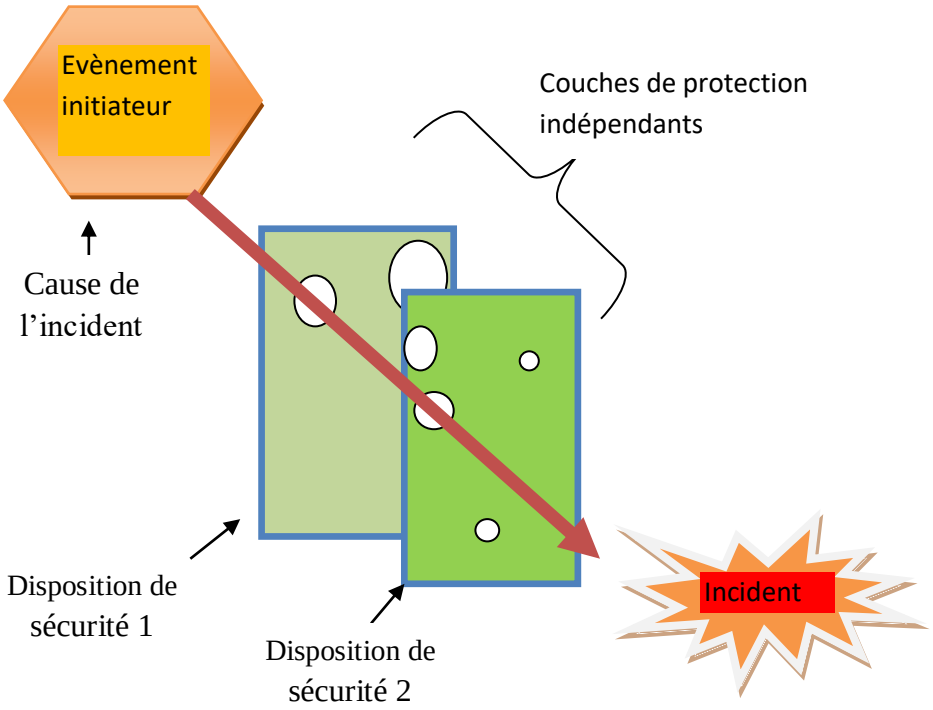


Figure 3.3 : ***Exemple de la méthode -LOPA-***[33]

8 Méthode QRA (Quantitative Risk Assessment)

8.1Définition

C'est une analyse systématique détaillée, historiquement été utilisée dans les industries aéronautique et nucléaire qui quantifier la probabilité et les effets d'une exposition à des substances ou situations dangereuses sur la santé, elles servent à évaluer l'acceptabilité du risque en tenant compte de la combustion de tous les incidents dangereux.[34]

8.2Déroulement

La méthode QRA (Quantitative Risk Assessment) suit une approche structurée pour évaluer les risques :

1-Identification des dangers et élaboration des scénarios accidentels.

2-Calcul des conséquences sur l'environnement, la population et les infrastructures.3-Analyse des fréquences à l'aide des données historiques et méthodes probabilistes.4-

Combinaison des conséquences et des fréquences afin d'estimer le niveau de risque.5-Évaluation du risque et proposition des mesures pour réduire ou contrôler le risque.

Tableau 3.5: ***Modèle de matrice des risqué*** [27]

Evénement Fréquent	Se produit plusieurs fois en 10ans				
Evénement occasionnel	Se produit environ une fois tous les 10 à 100ans				
Evénement rare	Se produit environ une fois tous les 100 à 1000ans				
Evénement très rare	Se produit moins une fois tous les 1000ans				
		Dégâts pas de blessés	blessures sur place	Décès sur place	Décès sur et hors site

Risques inacceptables

Risques à surveiller

Risques acceptable

9. Méthode MOSAR (Modélisation Systématique Appliquée aux Ruminants)

9.1Définition

C'est une approche d'analyse des risques consistant à identifier les dangers d'un système, d'une installation et de proposer des mesures de prévention, de protection et de mitigation se présente comme une version avancée de la méthode MADS (Méthodologie d'analyse de dysfonctionnement des systèmes).[35]

9.2Déroulement MOSAR

L'approche MOSAR se déroule en plusieurs phases :

1-Délimitation du système étudié.

- Quel est le processus concerne ?
- Quelles sont les limites du système ?
- Quels sont les objectifs de l'étude ?

2-Identification des dangers (Consiste à recenser tous les sources potentielles de risque).

3-Décomposition du système en sous system (pour faciliter l'analyse).

4-Analyse des scénarios accidentels (En élaboré des scénarios de risques basant sur l'événement initial, l'enchaînement des évènements, les conséquences).

5-Identification des barrières de sécurité pour limiter les risques Pour chaque barrière, on évalue :

- son efficacité
- son coût
- sa faisabilité technique

6-Évaluation et validation des mesures de prévention.

(On doit s'assurer qu'elles sont suffisantes et efficace)

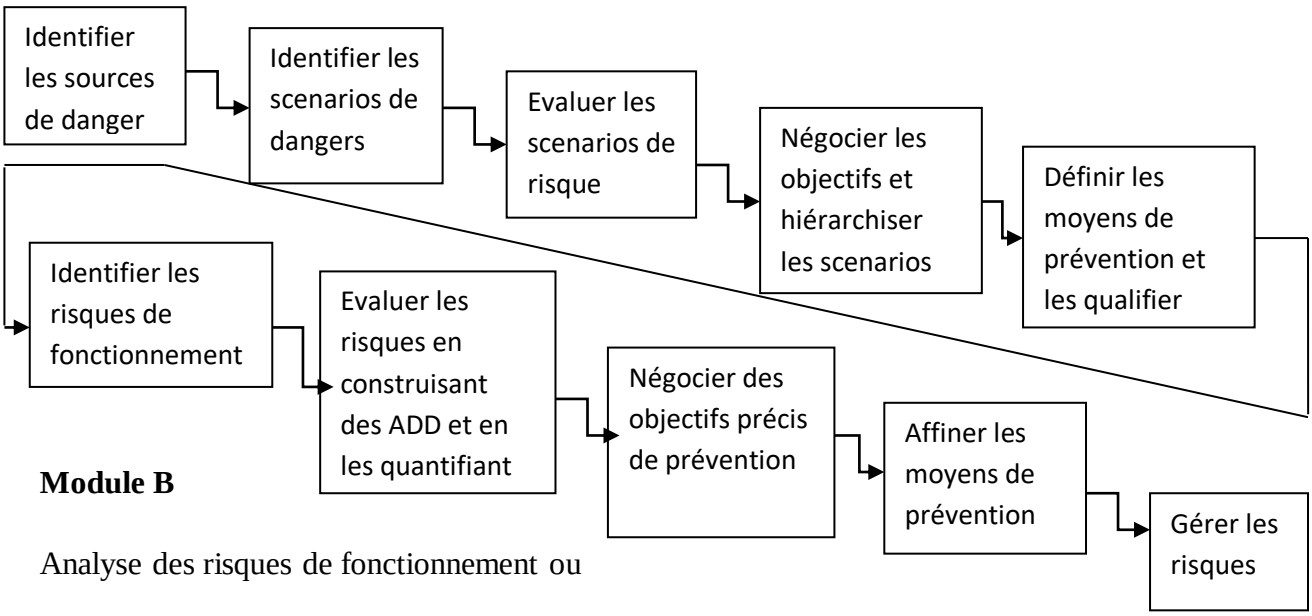
7-Suivi et amélioration continue.

(Adapté l'analyse en fonction des évolutions et des retours expérience.)

Module A

Analyse des risques principaux

vision macroscopique de l'installation



Module B

Analyse des risques de fonctionnement ou

Sureté de fonctionnement

Vision Microscopique de l'installation

Figure3.4 :*les deux modules et les dix étapes du MOSAR*[36]

10. ARBRE DE CAUSE (ADC)

10.1DÉFINITION

Est une méthode analyse des accidents et incidents permettant de comprendre le scénario des accidents et identifier les mesures de prévention à mettre en place.ADC est une méthode inductive repose sur une représentation graphique des évènements ayant conduit à l'accident organisé de manière logique et peut être construit soit de droit à gauche ou de bas en haut ou (l'inverse) mais toujours commencer par le fait ultime.[37]

10.2Déroulement

Le processus de déroule en plusieurs étapes :

1-Recueil des informations :

- Est une étape essentielle avant de construire l'arbre permettant de détecter tous les données pertinentes sur l'accident. (Témoignage, inspection sur site, documents...)

2-Identification de fait ultime :

- L'arbre toujours commencé par l'événement final (accident, dommage)

3- Construction de l'arbre :

- En posant la Question "pourquoi" pour identifier les causes profondes.

4-Analyses des causes et validation

- Une vérification collective pour s'assurer que tous les causes identifier

5- Proposition et mise en place des mesures de prévention

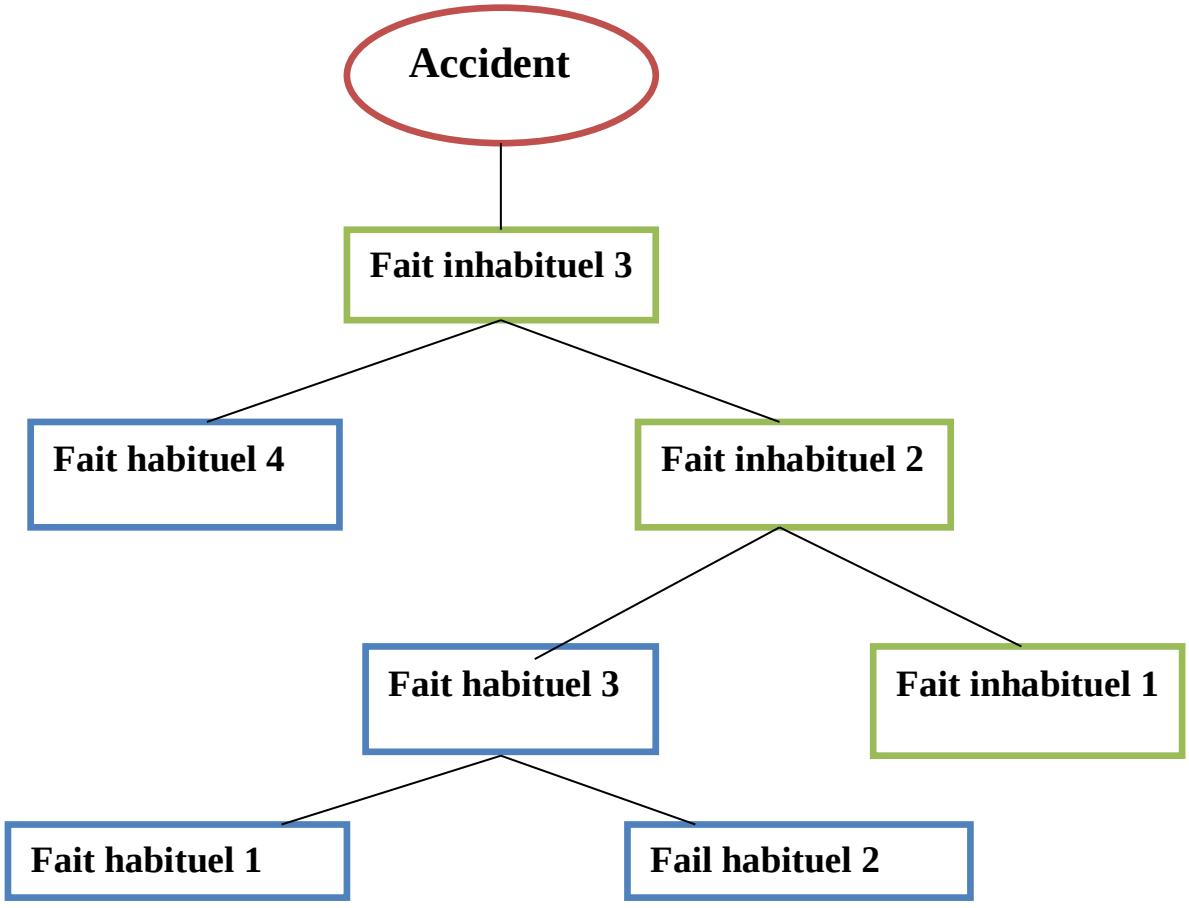


Figure 3.5 ***: Schéma d'Arbre de cause(ADC)***

11. MÉTHODE 5M (ISHIKAWA)

11.1Définition

La méthode 5M ou diagramme d Ishikawa du nom de son inventaire, est une méthode utilisée pour analyser les causes profondes d'un problème, dans le but d'améliorer les processus industriels en identifiant et éliminant les sources de dysfonctionnement.

La méthode 5M repose sur une représentation graphique qui organise les causes possibles d'un problème il est conçu comme un squelette de poisson comme suit :

- **La tête** (le problème)
- **Les arêtes principales** (la grande catégorie de cause)
- **Les sources arête**(les causes de chaque catégorie)

11.2Les catégories des causes[38]

- Main d'œuvre : compétences des employés, niveau d'expérience.
- Matière : qualité de matière première
- Matériel : équipements, fiabilité des outils
- Méthode : technique, procédure, modes
- Milieu : conditions de travail

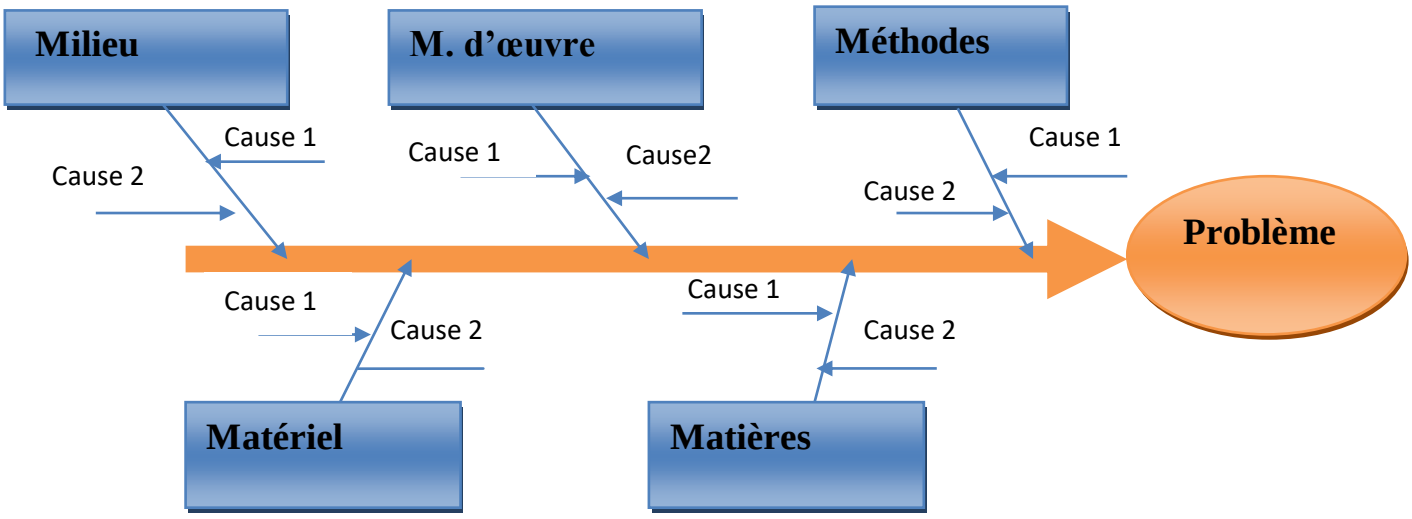


Figure 3.6 : ***La méthode 5M (ISHIKAWA)*** [38]

11.3Déroulement

1- Définition de problème

2- Tracé le diagramme

3-Identification des causes possibles

4- Analyses des causes par outils complémentaires (AMDEC, 5 pourquoi)

5- Proposer des actions correctives

12 La méthode .NŒUD PAPILLON

12.1Définition

Est un outil qui combine une arbre de défaillance et un arbre d'événements, cette méthode appelé aussi une méthode BOWTIE qui permet d'identifier, analyser les causes, les conséquences et les barrières de protection d'un événement indésirable.

Le résultat est une structure visuelle en forme de nœud papillon où :

- A GAUCHE : les causes
- A DROITE : les conséquences
- AU CENTRE: l'événement indésirable
- Les barrières de sécurité placée entre ces éléments.[39]

12.2Déroulement

1-Identifier l'événement central (C'est l'événement redoute)

2-Lister les causes potentielles (Les éléments qui déclencher l'événement redoute)

3-Identifier les conséquences possibles (Les effets négatifs)

4-Déterminer les barrières de prévention (Les mesures mise en place pour éviter les

Accidents)

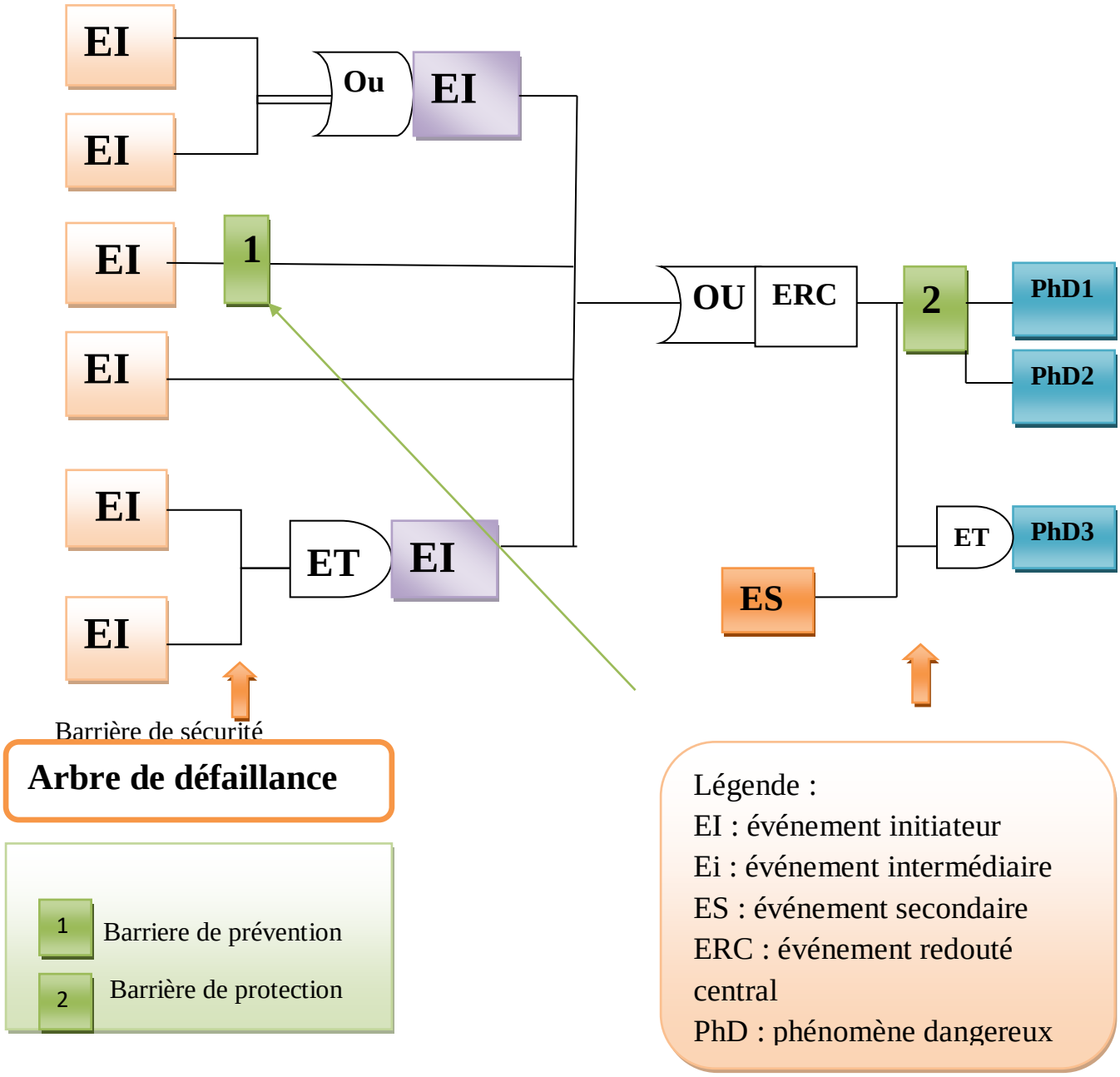


Figure 3.7 :*La méthode - NŒUD PAPILLON*-[39]

Conclusion

Nous avons vu dans ce chapitre les méthodes d'évaluation des risques, celles-ci offrent une approche systématique et structuré pour identifier les différentes composants du risque (événement redouté, causes, conséquences…etc.).

Ces éléments sont identifiés et analysé d'une manière méthodique puis représentés sous forme de tableau comme AMDEC, APR … ou arborescente, comme dans l'arbre de défaillance (ADD) ou de l'arbre des événements.

Chapitre IV

Etude de cas

« Risques SST liés à l'opération de chargement/déchargement GPL Vrac »

I. Introduction

L'évaluation des risques SST ne constitue pas une notion nouvelle mais elle est représentée par une obligation légale incontournable pour tout employeur, donc c'est une étape essentielle dans toutes démarches préventives. Cette procédure vise à détecter les sources des conséquences et de mettre en place des actions préventives et correctives efficaces.

II. Domaine d'application

La procédure d'identification des dangers et d'évaluation des risques professionnels s'applique à l'ensemble de la société NAFTAL (GPL) notamment dans la zone industrielle ZAAROURA au sud-ouest de la wilaya de Tiaret, ainsi que tout lieu de travail où l'accomplissement d'une tâche quelconque peut présenter un risque sur le personnel et les biens de l'entreprise.

III. Références et normes règlementaires

NAFTAL s'appui sur un ensemble des normes international et des textes réglementaire nationaux, leurs application permet de maitriser les risques industriels afin de garantir un haut niveau de qualité, de sécurité, de santé au travail et de protection de l'environnement.

- **La loi :**Règle général ,acte législatif à caractère général et impersonnel.[40]
- **Le décret :** est une norme réglementaire prise par le premier ministre parfois par le précédent de la république .Il peut être contre signé par les ministres concernés par son application. [40]
- **La norme :** selon l'AFNOR, une norme est un document de référence approuvé par un organisme reconnu, qui fournit des règles, lignes directrices ou caractéristique pour des produits ou des services. [41]

  ISO signifie l'organisation internationale de normalisation basée sur l'absence de risque inacceptable pouvant nuire à la santé des personnes.

Voici les principales normes et textes réglementaire déjà mise en œuvre par NAFTAL concernant notre étude :

1. **Art 69 de la Constitution**

- Le droit des travailleurs à la protection, à la sécurité et à l'hygiène dans le travail, est garanti par la loi.

2. Lois cadres [42]

- Loi n°88-07 du 26 janvier 1988 relative à l'hygiène, la sécurité et la médecine du travail.
- Décret exécutif n°91-05 du 19 janvier 1991, relatif aux prescriptions générales de protection applicables en matière d'hygiène et de sécurité en milieu de Travail.
- Décret exécutif n° 21-261 du 13 juin 2021 portant réglementation des Équipements sous pression(ESP) et des équipements électriques destinés à être intégrés aux installations relevant du secteur des hydrocarbures.
- Décret exécutif n°14-349 du 8 décembre 2014 fixant les conditions De mise en conformité des installations et des Équipements relevant des activités hydrocarbures.
- Décret exécutif n° 90-246 du 18 août 1990 portant réglementation des appareils à pression de vapeur.
- Décret exécutif n° 90-249 du 18 août 1990 modifiant le décret n° 88-119 du 21 juin 1988 relatif aux fonds de participation.
- Décret n°01-342 du 28 octobre 2001, relatif aux prescriptions particulières de protection et de sécurité des travailleurs contre les risques électriques au sein des organismes employeurs.
- Décret exécutif n° 05-08 du 8 janvier 2005, relatif aux prescriptions particulières applicables aux substances, produits ou préparations dangereuses en milieu de travail.
- Décret n°01-285 du 24 septembre 2001, fixant les lieux publics où l'usage du

Tabac est interdit et les modalités d'application de cette interdiction.

- Arrêté interministériel du 09 juin 1997, fixant la liste des travailleurs où les travailleurs sont fortement exposés aux risques professionnels.

4 Les normes [27].

Normes ISO apparait dans plusieurs domaine en HSE :

- **ISO 9001 :** Système de management de la qualité-principe essentiel et vocabulaire.
- **ISO 14001** : Système de management concernant l'environnement. Elle aide les organismes à améliorer leur performance environnementale.
- **ISO 45001** : Système de management de la santé et sécurité au travail.

IV. Démarche d'identification des dangers et d'évaluation des risques Professionnels EvRP[43]

La démarche EvRP représente la base fondamentale du système de management de santé, sécurité et de travail SST, a pour objectif d'identifier les dangers, d'évaluer les risques pour mettre en place une bonne gestion des risques. Cette démarche est composée de plusieurs étapes :

1. Préparation de l'EvRP

Consiste à définir tout d'abord le cadre d'évaluation et les moyens qui lui sont alloués, préalablement à son déroulement. Avant de commencer il faut organiser la démarche :

- Constitue une équipe compétente « Comité EvRP » qui coordonne et rassemble les informations et pilote la démarche.
- Définir le périmètre de l'étude (les unités de travail, les postes, les procédés ont utilisé).
- Analyse des retours d'expérience à partir des données issues des registres d'accidents du travail et incidents similaires
- Consultation des dossiers médicaux des employés affectés au poste concerné
- Audition des employés pour collecter des données sur les risques perçus et les situations dangereuses rencontrées

2. Identifier les dangers

Cela consiste a repéré toutes les sources potentiel de risque générer par les activités, cette identification se fait sur le terrain en observant les activités, en interrogeant les travailleurs et en analysant les procédés

3. Hiérarchisation des risques

Les deux principaux objectifs de cette étape sont :

- De débattre les priorités des risques.
- D'aider à planifier les actions.

4. Elaboration d'un plan SST

Une fois les risques hiérarchisés et classés par ordre de priorité, le groupe de travail définis les mesures appropriées qui répondant aux neuf principes de prévention

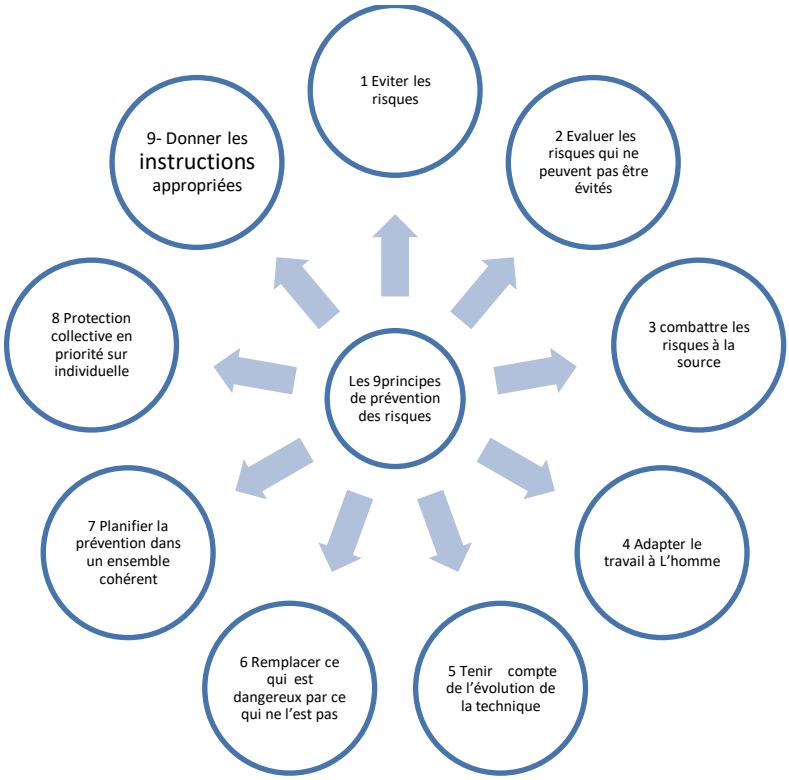


Figure 4.1 : ***Les neuf principes de prévention des risques***

5. Révision et mise à jour de l'EvRP

L'EvRP est une étude évolutive (qui nécessite une mise à jour périodique dans les cas suivants)

1) Les accidents et les incidents survenus au sein de l'entreprise.

2) Les modifications réglementaires.

3) Les remarques et les observations.

4) Les modifications opérationnelles sur les procédés, moyens et produits chimiques Utilisés.

5) Apparition d'un nouveau risque ou d'un nouveau danger non identifie.

6. Document unique

Les résultats de L'EVRP sont transcrits dans un dossier appelé (DU) qui contient :

- Le cadre de l'évaluation.
- La méthode d'analyse des risques choisie et les outils appliqués.
- Les mesures de prévention ou d'amélioration.
- Les actions à mettre en place.

V. RESPONSABILITES

- **Chef de service hygiène, sécurité et environnement(HSE):**est chargé de déclencher le processus de l'EVRP, de la vérification du plan de management SST issu de l'EVRP et de son approbation initiale.
- **Le Médecin de travail/Représentant OMP (organisme de médecine de travail)**
- **Le Directeur Général:** Chargé de l'approbation finale du plan d'action issu de l'EVRP

Partie pratique

I. Observation sur site

Dans le cadre de notre visite au sein de la société NAFTAL dans la zone industrielle ZAARORA, nous avons procédé à une observation approfondie des différentes installations de l'environnent de travail, tout en respectant les consignes de sécurité.

L'Organisation de l'entreprise repose sur plusieurs zones fonctionnelles à savoir :

- Bloc administratif
- Hangar magasin
- Atelier mécanique
- Un hall d'enfutage
- Sphère butane 2000 m^3
- Deux cigares propane 150 m^3/unité
- Pomperie GPL Bâtiment utilité (station d'air comprimé et groupe électrogène).
- Poste de chargement /déchargement des camions
- Réserves eau incendie 1500 m^3
- Transformateurs
- Deux postes de garde et 02 guérites pour agents de sécurité

Cette observation a facilité l'identification des dangers spécifique àcette zone,d'evaluer leursgravités et probabilitésafin de proposer des mesures preventives et des actions correctives adaptées.

III'insatallaion choisis

Nous nous sommes concentrés sur **la zone de chargement et déchargement de -camion citerne-**considérée comme une zone à haut risque en raison de la manupilation de substance inflamable et sous pression.

Au cours de l'observation nous avons analysé :

- Le déroulement de processus
- Les équipements présents (les bras,les vannes ,)
- L'exposition des opérateurs

La zone de chargement et déchargement

Figure4.2 : ***La zone industrielle de Tiaret***

III. Plan de masse de centre emplisseur TIARET CE141

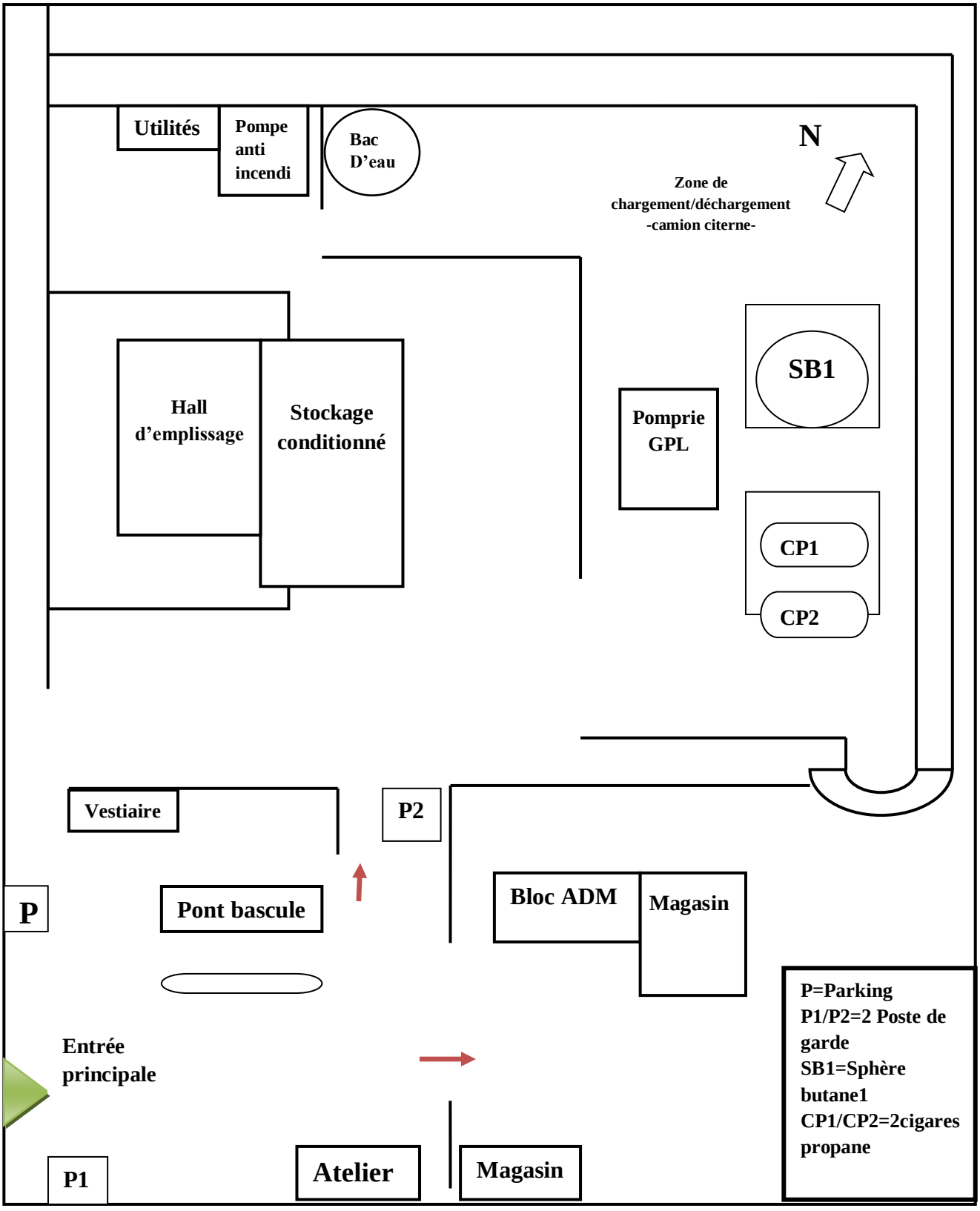


Figure 4.3 : ***Plan de masse du centre emplisseur CE141 Tiaret***

IV. Le processus opérationnel de chargement/déchargement GPL vrac

A la réception d'une citerne pleine, le respect strict et rigoureux des règles suivantes est à observer pour son dépotage :

a) Préparation de la citerne S/R au dépotage.

1. Stationnement de l'attelage au niveau de la rampe de dépotage

2. Arrêt du moteur du véhicule

3. Mise hors circuit électrique du véhicule

4. Calage des roues de la citerne

5. Etablissement de la liaison équipotentielle citerne - installation

6. Branchement des deux bras de dépotage (côté phase liquide et côté phase gazeuse) en utilisant des outils ADF. Si le raccordement est fait par brides, il faut utiliser au minimum, quatre boulons pour la fixation.

7. Ouverture de vannes et disposition du circuit de dépotage citerne -capacité de stockage

Les opérations **1, 2,3**et **4** sont exécutées par le chauffeur qui est obligé de rester près de son véhicule jusqu'à son dégagement.

Les opérations **5,6** et **7** sont exécutées par l'OMP (pompiste) auquel il fait obligation:

- De ne pas quitter son poste du début jusqu'à la fin de l'opération de dépotage
- De contrôler toute fuite de produit, de surveiller la pression et le niveau dans la sphère ou cigare.

b) Dépotage

Le dépotage de la citerne se fait par transvasement du produit contenu vers la capacité de stockage

Cette opération se fait à l'aide de compresseur qui aspire du gaz de la capacité de stockage et qui le refoule dans la citerne à dépoter pour "pousser" le produit vers le stockage.

Elle se déroule comme suit :

1. Ouverture des vannes de la conduite phase gazeuse de la capacité de stockage

2. Ouverture des vannes d'aspiration et de refoulement du compresseur

3. Ouverture des vannes du circuit vers la citerne

4. Démarrage du compresseur.

Tous les renseignements concernant la réception du produit (nature et quantité du produit, date et heure de dépotage etc....)

De même, avant tout dépotage, l'opérateur doit s'assurer de la conformité du produit par rapport au bon de chargement (nature et quantité).

Pendant toutes ces opérations, il est interdit de procéder à des interventions sur les véhicules au niveau du poste de dépotage.

c) Fin de dépotage

L'opération de dépotage terminée, l'opérateur doit :

1. Arrêter le compresseur
2. Redéposer le circuit (fermeture des vannes)
3. Décomprimer le circuit bras de dépotage/ citerne
4. Débrancher le bras de dépotage.
5. Débrancher la liaison équipotentielle
6. Enlever les cales des roues.
7. Faire dégager la citerne.

Concernent l'opération de chargement d'un camion-citerne à partir des sphères ou des cigares, le processus est similaire mais dans le sens inverse en respectant scrupuleusement la limite de remplissage (généralement 80% de la capacité totale du réservoir) pour éviter les surpressions liées à la dilatation du gaz.

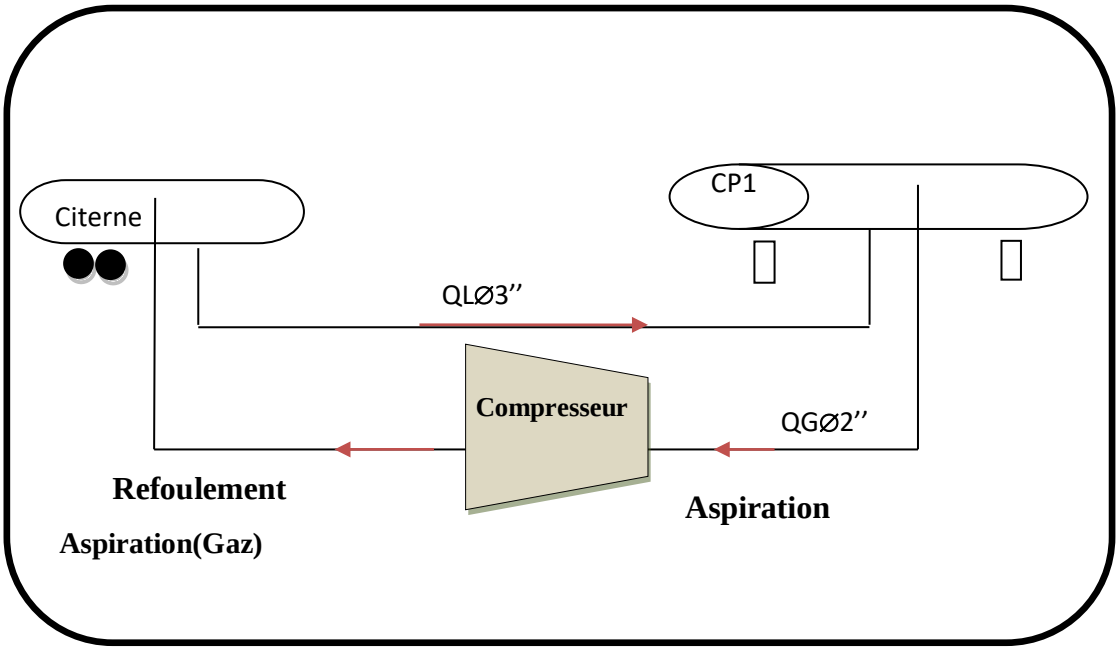


Figure 4.4 : ***Dépotage (Déchargement de camion –citerne)***

V. Tableau d'évaluation des risques professionnels **Périmètre de l'évaluation des risques :** zone de chargement/déchargement GPL vrac

Tableau 4.1 : ***Tableau d'évaluation des risques professionnels***

Catégorie de danger	**Qui est exposé et comment**	**Que faites-vous déjà ?**	**Quels sont les contrôles/actions supplémentaires nécessaires ?**
-Incendie/Explosion (zone ATEX) Présence de gaz inflammable, source d'ignition potentielle Au cours de l'opération de dépotage	Tous les opérateurs au niveau de la zone de dépotage. Lors de dépotage, des fuites peuvent se produire au niveau des raccords, des bras de déchargement entrainant une présence de gaz dans l'air qui peut provoquer une explosion (BLEVE, UVCE) un incendie en cas de présence d'une source d'énergie.	- Plan de la maintenance préventive (IT manuel de gestion de la maintenance), - Contrôle règlementaire des appareils sous pression « gaz » par un organisme agrée « ENACT », - Mise en place d'une centrale de détection gaz et flamme, - Signalisation zone ATEX - Mise à la terre des équipements - Réseau anti incendie fonctionne en automatique et extincteurs disponible bien réparties.	-Vérification de conformité ATEX des équipements -Interdiction strict du tabac et objets électroniques non certifies -Formation ATEX renforcée -Simulation annuelle d'incendie - Maintenance des systèmes de détection et extinction par un personnel habilité, - Les équipements installés dans les zones classées ATEX doivent répond aux normes ATEX (adéquation) ''Marquage ATEX''.

Substances dangereux présence de gaz (GPL) durant l'opération de dépotage	Tous les opérateurs OMP EXT, agent prévention intervention, agent maintenance. Les opérateurs sont exposés aux risques lies aux substances dangereuses **en raison** : -Des fuites possibles lors des raccordements /déconnexion ou une défaillance d'équipement entrainant des asphyxies, vertiges -Du contact direct avec le gaz (Rupture d'un de raccordement entre les brides et vanne citerne, les extrémités des vannes du procès, piquage d'instrumentations (Manomètre. Vanne de purge) flexibles de purge - De la pression élèves dans les équipements, avec des projections violentes en cas de défaillance.	-Détecteurs de gaz installés -Systèmes de mise à la terre des camions -Contrôle des raccords et des bras -Arrêt d'urgence présente	-Installation de détecteurs portables pour les agents -Vérification des bras de dépotage avant chaque opération -Port obligatoire des EPI spécifiques -Formation régulières sur les gestes en cas de fuite -Contrôle périodique de l'étanchéité des raccords

Risque électrique	Tous les opérateurs au niveau de la zone de chargement et déchargement et les électriciens industriel Les operateurs sont exposés au choc électrique en raison : -Contact direct avec des équipements sous tension -Mauvaise mise à la terre -L'utilisation de matériel non certifies ATEX -Des câbles et des circuits défectueux	-Installation récente conforme -Appareils vérifies -Mise à la terre	-Port des EPI isolants -Etiquetage clair des circuits Formation habilitation électrique
Risques physiques (risque lies au bruit) Vibration	-Tous les opérateurs Qu'ils sont exposés à des niveaux sonores élèves a proximité des compresseurs lors de transfert de GPL -Operateurs en contact avec des équipements vibrants (bras, compresseur) lord de raccordement	-Protection auditives (casque anti bruit) -Maintenance préventive	-Fourniture de casque Anti bruit renforcé -Limitation du temps d'exposition -Choix d'équipement a faible vibration

VI. L'application de la méthode AMDEC sur les installations de la zone de chargement/déchargement camion-citerne

D'après la visite sur site, réalisé dans le cadre de notre stage nous avons pu

observer le fonctionnement des installations et les différents problèmes rencontrés sur le terrain ainsi que les différentes zones opérationnelles notamment la zone de chargement et déchargement de camion-citerne , cela nous a incité à faire une étude AMDEC visant à identifier et analyser tous les modes de défaillances possibles de ces équipements, et à remonter aux causes profondes susceptibles de provoquer ces défaillances.

Cette analyse a pour objectif de faciliter le diagnostic et aider par la suite à définir un plan d'action.

Cette analyse vise à identifier les causes potentielles d'un incident critique au niveau du poste vrac, où se déroule le chargement/déchargement des citernes GPL. Cette zone est classée ATEX (Zone 01) en raison du risque élevé d'atmosphères explosibles. L'opération est assurée par l'OMP (Opérateur de Mouvement de Produit).

1. Analyse des défaillances

Nous allons tous d'abord définir une échelle de cotation des déférents critères choisies, à savoir : la fréquence " F", la détectabilité "D"et la gravité " G .» L'indice de criticité "C "obtenues selon ces critères.

Les tableaux ci-dessous présents le barème de cotation de ces critères :

1.1 Gravité (G)

C'est l'impact de l'effet en cas de défaillance notée généralement par(G), elle permet d'évaluerà quel point les effets sont considérer comme critique ou dangereux pour les personnes, l'environnement et les biens.

Tableau 4.2 : ***Tableau de gravité***[44]

Valeur G	**Niveau de gravité**	**Critère / Exemple3**
01	Mineur	Aucun impact sur les personnes ni sur la production
02	Faible	Impact léger : gêne, faible émission de GPL, signal d'alerte
03	Moyen	Interruption temporaire ou blessure mineure
04	Majeur	Arrêt de production ou blessure modérée
05	Critique	Risque de décès, explosion, blessure grave ou perte d'installation

1.2 Fréquence (F)

C'est la probabilité d'apparition de la défaillance, elle est évaluée à quel point une défaillance est susceptible de se produire durant l'utilisation normal du produit, du système ou de processus, noté généralement par (F)

Tableau 4.3 : ***tableau de fréquence***[44]

Valeur F	**Probabilité d'occurrence**	**Critère / Exemple**
01	Rare	Presque jamais vu ou impossible (1x/10 ans
02	Faible	Peu probable,mais déjà constaté
03	Moyenne	Occasionnel, constaté dans d'autres unités
04	Fréquent	Se produit chaque année
05	Très fréquent	Très courant, plusieurs fois par an

1.3 Détectabilité (D)

C'est la capacité à détecter la défaillance avant qu'elle ait un effet noté D. La question que nous poserons sera « quelle est la protection mise en place pour détecter la défaillance ? »

Tableau 4.4 *: tableau de détectabilité*[44]

Valeur D	Capacité de détection	Critère / Exemple
01	Très facile	Alarme fiable, système automatique testé régulièrement
02	Facile	Inspection visuelle ou check-list rigoureuse
03	Moyenne	Contrôle aléatoire ou partiel
04	Difficile	Dépend de l'humain, détection incertaine
05	Très difficile	Indétectable sans événement ou accident

1.4Seuils d'acceptabilité de criticité (C)

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

$$C = G \times F \times D$$

Tableau 4.5 : *Matrice de criticité*

C ≤ 10	Zone 1	Risque acceptable
10 < C ≤ 25	Zone 2	Risque à surveiller
C > 25	Zone 3	Risque inacceptable

2. Analyse AMDEC

Cette partie consiste à remplir les tableaux AMDEC

Tableau 4.6 : *tableau AMDEC*

Élément analysé	**Fonction des éléments**	**Mode de défaillance**	**Effets potentiels**	**Causes possibles**	**Evaluation**				**Actions préventives**
					G	**P**	**D**	**C**	
Flexible GPL	Sert à relier la citerne mobile (camion-citerne) aux installations fixes (cigares/sphère) pour le transfert de GPL	-Rupture	-Dégagement de GPL - Explosion/ incendie	Vieillissement, mauvais raccord	5	1	2	10	-Inspection visuelle régulière (fissures, usure)

Bras de chargement	Dispositif utilisé pour transférer le GPL depuis ou vert le camion citerne	-Mauvais raccordement	-Fuite (perte de produit)	-Mauvais positionnement -Mauvaise qualité des joints, boulons et écrous de raccordement. -erreur humain	4	2	2	16	-Vérification régulière de l'étanchéité des (joints, raccord) et de bon alignement. –Formation du personnel a la manipulation sécurisée.
Système de mise à la terre	Permet de relier électriquement la citerne pour éviter l'accumulation d'électricité statique lors des transferts de GPL	Mauvaise connexion	-Étincelle électrostatique -Explosion	-Non respect des procédures de raccordement -Pince de mise à la terre mal fixée ou desserrée -Absence de vérification ou d'entretien	5	3	1	15	-Vérification régulière de la continuité électrique - Entretien des bornes et pinces de mise à la terre

Vannes hydrauliques des clapets de fond citerne « Climax »	Contrôlent l'ouverture ou fermeture du clapet de fond de citerne généralement à commande à distance	-Vanne bloquée ou non étanche	-Fuite de GPL, incendie	-Clapets Mauvais entretien, usure du joint	5	2	2	20	-Essai systématique avant chaque opération (test d'ouverture/fermeture du clapet) -Contrôle du système hydraulique (pression/flexible/fuite)
Vannes (GPL installation fixes ou citerne, vanne hydraulique « climax »	Contrôlent manuellement ou automatiquement l'ouverture et la fermeture des conduites de GPL pour démarrer ou arrêter le transfert	Fermée ou ouverte accidentellement	-Surpression -Rupture (canalisation, jointure, package instrumentation)	-Erreur humaine -Non-respect des procédures d'exploitation	5	2	3	30	-Inspection périodique de l'étanchéité -Essais de la manœuvrabilité et de fermeture -Signalisation claire de la position (ouverte/fermée) pour éviter toute erreur humain

Compresseur GPL	Maintiennent ou augmentent la pression dans le système pour permettre le transfert de du GPL	Surchauffe, arrêt brutal	-Arrêt de l'opération -Surpression	-Usure des pièces. -Non-respect du plan de la maintenance préventive. -Moteur en panne.	2	1	1	2	-Réaliser une maintenance régulière selon les recommandations du fabricant -Installer des capots de sécurité et des protection acoustique pour réduire les risques physiques et sonores
Détection gaz	Détecte la présence de fuite de GPL dans l'air et déclenche des alarmes ou des actions automatiques en cas de seuils critique	Le système ne fonctionne pas	-Présence d'une ATEX Atmosphère explosive non détectée	- Absence alimentation « Batterie » - Obstruction du détecteur (poussière) - Défaillance du détecteur (carte électronique)	5	2	3	30	-Inspecter et entretenir régulièrement le bon fonctionnement de détecteur -Nettoyer régulièrement le capteur pour éviter l'accumulation des poussiers

Réseau électrique	Alimenter les différents équipements de l'installation en énergie él ectrique	Faiblesse « dégradation de la jointure » dans la protection ADF des armoires et coffrets électriques	-Étincelle -échauffement -incendie.	-Intervention de personnel non qualifié (habilité). -Absence de la maintenance préventive (serrage des bornes). -Non prise en charge des recommandations portées sur les rapports de contrôle règlementaires des appareils électriques 'DE 91-05'	5	1	2	10	-Mise aux normes ATEX des installations électrique en zone dangereuse -maintenance préventive des câbles et des coffrets -utilisation d'équipement antidéflagrant

Manomètres	Mesurent la pression dans les circuits GPL pour permettre le suivi des conditions de fonctionnement et la prévention des suppressions	Défectuosité Fausse indication	-Surpression sur la canalisation. -Crachement des soupapes lignes, des compresseurs, citernes et réservoirs de stockage. -Cisaillement des boulons de fixation des brides et détachement des bras	-Non-respect de la périodicité de l'étalonnage des manomètres édictée par le constructeur. - Manque entretien (contrôle périodique absent) -Manque de vigilance de l'opérateur 'OMP' (Observateur)	5	2	1	10	-Contrôle périodique de la calibration des manomètres -Contrôle de la pression selon plage autorisée -Remplacement préventive des éléments usés

Arrêts d'urgence	Dispositif de sécurités permettant d'arrêter immédiatement l'installation en cas d'incident ou d'anomalie critique	Non fonctionnel	-Pertes matérielles -Incendie/ explosion -Danger pour les opérateurs	-Défaillance électrique -Vieillissement ou usure des composants -Manque d'entretien ou absence de test périodique	5	2	2	20	-Test de fonctionnement régulier -Boutons d'arrêt d'urgence facilement accessible, clairement signales -Formation des operateursa l'usage et a la localisation des arrêts d'urgence
PSV (soupapes de sureté)	Protègent le système contre les suppressions en relâchant automatiquement, afin d'évacuer l'excès de pression	Non réponse de la soupape	-Surpression sur la canalisation, compresseur, citerne et réservoirs de stockage	-Calibrage incorrect (mauvais réglage de la pression d'ouverture) -Absence d'entretien préventive	5	2	3	30	-Vérification de l'étanchéité et du bon fonctionnement des soupapes de sécurité -Vérification des seuils de déclanchement des soupapes

2.1 Discussion

Cette étude menée sur la zone de chargement et déchargement des camions citerne GPL nous a permis d'identifier les équipements critique susceptible d'engendrée des défaillances majeures impactant la sécurité, la fiabilité des opérations, en se basant sur le calcul du niveau de criticité par la formule (C=FxGxD).

Parmi ceux- ci, les soupapes de sureté(PSV), la Détection de gaz et les Vannes (GPL installation fixes ou mobile (la citerne), vanne hydraulique « climax »se sont révélés être les plus critiques en terme de sécurité et de bon fonctionnement de processus.

L'approche AMDEC s'est révélée efficace pour prioriser les interventions et renforcer la maitrise des risques dans cette zone a haut potentiel de dangers.

Remarque

Dans notre étude les équipements de la zone de chargement et déchargement de camion-citerne peuvent présenter plusieurs modes de défaillance. Toutefois, notre analyse s'est focalisée uniquement sur les défaillances les plus critique et présentant les plus grands risques pour la sécurité et le bon fonctionnement de l'installation.

2.2Calcul de criticité

Suite à l'analyse AMDEC portant sur les équipements de la zone de chargement et déchargement de camion-citerne, on va calculer les cumuls de criticité et de leurs pourcentages. Ces résultats serviront à la construction du diagramme ABC de Pareto afin de mettre en évidence les équipements les plus critique et de définir les priorités d'action pour renforcer la fiabilité et la sécurité dans cette zone.

Tableau 4.7 : ***Calcul de criticité cumulée***

Equipement défaillant	Criticité	Cumul de criticité	Cumul de pourcentage
PSV (soupapes de sureté)	30	30	16%
Détection gaz	30	60	31%
Vannes (GPL installation fixes ou citerne, vanne hydraulique « climax »	30	90	47%
Vannes hydrauliques des clapets de fond citerne « Climax »	20	110	57%
Arrêts d'urgence	20	130	67%
Bras de chargement	16	146	76%
Système de mise à la terre	15	161	83%
Flexible GPL	10	171	89%
Réseau électrique	10	181	94%
Manomètres instrumentation	10	191	99%
Compresseur GPL	2	193	100%
Totale	193		

Suite à ce tableau nous allons tracer le diagramme de Pareto « diagramme ABC »

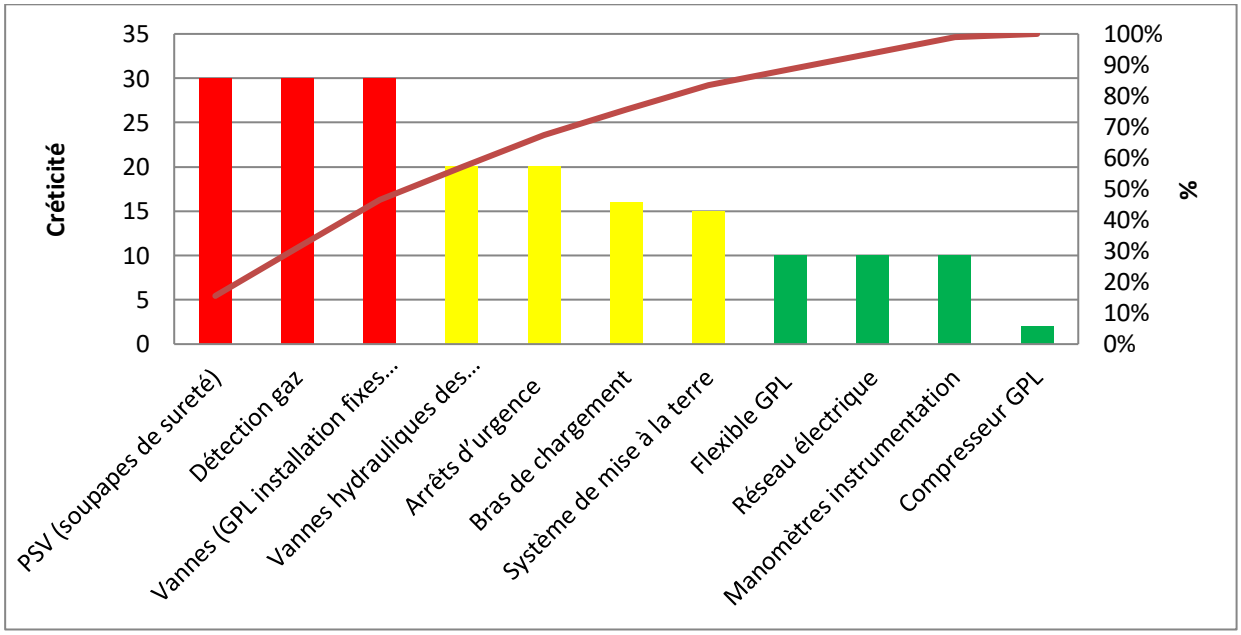


Figure 4.5 : ***Diagramme ABC Pareto***

2.3 Analyse de diagramme de Pareto

A partir du diagramme ABC et du tableau de criticité cumulée, permet de classifier les équipements selon leur criticité globale.

- **Répartition des zones selon la méthode ABC**

Tableau 4.8 : ***Classification des équipements selon leur criticité (méthode Pareto)***

Zone	Equipements concerné	Nombre de défaillance	Pourcentage totale de défaillance	Pourcentage de criticité cumulé
A	-PSV (soupapes de sureté) -Détection gaz -Vannes (GPL installation fixes ou citerne, vanne hydraulique « climax »	**3/11**	**27,27%**	**46,63%**
B	-Vannes hydrauliques des clapets de fond citerne « Climax » -Arrêts d'urgence -Bras de chargement -Système de mise à la terre	**4/11**	**36 ,36%**	**36,78%**
C	-Flexible GPL -Réseau électrique -Manomètres instrumentation Compresseur GPL	**4/11**	**36 ,36%**	**16,58%**

Commentaire

Zone A : regroupe les défaillances à plus forte criticité, 27.27% des défaillances présentent 46,63% de la criticité. Leur fiabilité doit être prioritairement renforcée par des actions ciblées (maintenance préventive, amélioration de conception, etc.)

Zone B, C Les catégories de moindre importance peuvent être traité par la suite, si nécessaire.

2.4 Les Recommandation

D'après l'analyse et le digramme de Pareto la Vannes (GPL installation fixes ou citerne, vanne hydraulique « climax »), Détection de gaz et la soupape de sureté (PSV) sont identifiés comme des dispositifs critiques dans notre système, voici quelques recommandations spécifiques pour Améliorer leur fiabilité et leur disponibilité :

1. détection gaz

1-Entretien et calibration régulière : mettre en place un programme d'inspection et de nettoyages réguliers des détecteurs pour éliminer les obstructions et les résidus qui pourraient affecter ses performances, conformément aux recommandations du fabricant

2- Test fonctionnel périodique : mise en place des tests de déclanchement (test au gaz étalon) pour contrôler le bon fonctionnement du capteur de l'alarme sonore.

3-Protéger les détecteurs contre les chocs mécaniques et S'assurer qu'ils sont installés dans des zones appropries.

4- Intégration système : relier a une centrale électronique intelligente qui surveiller la concertation du gaz et qui réagit selon des niveaux d'alerte, elle active automatiquement des mesures des sécurités appropries, tout en alertant le post de sécurité pour une intervention rapide

2. soupape de sureté (PSV)

1- Inspection et vérification périodique : Effectuez des inspections régulières au moins une fois par an, ou selon les recommandations du fabricant. Ces vérifications doivent inclure des tests de déclenchement pour s'assurer que la soupape s'ouvre a la pression de tarage prévue.

Vérifier que la soupape installer en point haut du réservoir, afin d'assurer un déchargement optimal de la surpression

2-calibrages et réglage conforme : assurez-vous que la soupape est correctement réglée en fonction de la pression de service de l'installation (régler légèrement au-dessus de la pression de fonctionnement normale).

3-Nettoyage et Surveillance de l'usure : Surveillez l'usure des pièces internes de la soupape telle que le ressort, l'étanchéité des joints.

Nettoyer les composants internes de la soupape et Supprimer toute trace de corrosion, poussière pouvant bloquer la soupape.

4-Identification et traçabilité : chaque soupape doit être clairement identifiée à l'aide d'une plaque signalétique lisible comportant la pression de tarage, date de la dernière vérification.

3. Vannes (GPL installation fixes ou citerne, vanne hydraulique « climax »

1-Entretien préventif régulier : intégration de la vanne dans un plan de maintenance préventive et vérification de l'étanchéité avec un test de manœuvrabilité.

Remplacer immédiatement les joints défectueux, les garnitures usées et toute vanne présentant des signes de défaillance ou dont la manœuvre est difficile.

2- Identification et traçabilité : chaque vanne doit être munie d'une plaque signalétique précisant (pression nominale, type de produit et la date de mise en service)

Les interventions doivent être consignées dans un registre de maintenance dédié.

3- Utilisation sécurisé

La formation du personnel : l'operateur doit être formé à :

- La manœuvre correcte des différents types de vanne.
- Les procédures d'urgence en cas de blocage de vanne.

Installer des dispositifs de verrouillage pour empêcher les manœuvres non autorise.

Conclusion

L'analyse AMDEC appliquée à l'installation de chargement et de déchargement a permis d'identifier de manière précise les défaillances potentielle set facilite la compréhension des interactions entre les causes et les effets et les conséquences des défaillances. Grâce à ces méthodologies d'analyse, nous avons pu identifier les composants critiques susceptibles d'affecter son bon fonctionnement, tout en orientant efficacement les efforts vers les priorités d'action.

Les résultats obtenus sont servi de base à la formulation des recommandations visant à optimiser la fiabilité des équipements et à améliorer sa disponibilité et sa performance globale sur le long terme.

Conclusion générale

Conclusion

Notre projet de fin d'étude traite l'évaluation des risques professionnels de l'entreprise NAFTAL, au cours de cette étude pour compléter notre recherche nous avons effectué une visite au niveau de centre emplisseur CE 141 TIARET. Parmi les différentes zones de centre, la zone de chargement et déchargement GPL vrac a été retenue pour notre étude, en raison du risque élevé d'atmosphères explosibles.

Nous avons constaté l'existence de risques et dangers de nature différente, entraine plusieurs dégâts matériels et humains, afin de maitriser ces risques il est nécessaire de comprendre comment surviennent les accidents et les atteintes à la santé.

Dans ce travail on a déterminé que l'analyse des risques est une étape très essentielle pour l'identification des différentes sources des risques grâce à des méthodes qui facilite l'analyse.

Nous avons abordé notre pratique par choisir la méthode AMDEC (Analyse des Modes de Défaillance de leurs Effets et de leurs Criticité), parce qu'elle est une méthode qui permis une évaluation approfondie sur les équipements de la zone choisis.

L'application de la méthode AMDEC a permis d'identifier les modes de défaillance potentiels, évaluer leurs effets et déterminer leurs criticités. Ce qui nous a permis d'élaborer un tableau indiquant les équipements ayant une criticité plus élevée et de prioriser les actions correctives à prendre. Ces actions incluent notamment, des contrôles périodique, entretien préventive, vérification techniques …etc.

Dans ce contexte L'EvRP a pour objectif d'améliorer les conditions de travail, garantir la sécurité et préservé la santé des employé, augmenter la productivité et la satisfaction des employé.

En conclusion cette étude nous a offert l'opportunité de découvrir concrètement la réalité du terrain, et de mettre en œuvre ce que nous avons appris au cours de notre formation universitaire.

Bibliographie

[1] « https://biblio.univ-annaba.dz/ingeniorat/wp-content/uploads/2022/03/memoire-M2-amel-et-nada-2021.pdf ».

[2] « https://fr.scribd.com/document/737090694/mimore-fin-d-etude-sur-sphere-1-1-1-1 ».

[3] « https://www.naftal.dz/fr/index.php/produits ».

[4] « https://fr.wikipedia.org/wiki/Lubrifiant ».

[5] « https://fr.wikipedia.org/wiki/Bitume ».

[6] N. G. CE Tiaret, « étude de dangers ».

[7]« https://fr.m.wikipedia.org/wiki/Gaz_de_p%C3%A9trole_liqu%C3%A9fi%C3%A9 ».

[8] « https://www.connaissancedesenergies.org/fiche-pedagogique/gaz-de-petrole-liquefies-gpl ».

[9] « https://selectra.info/energie/propane/butane ».

[10] « https://www.xpair.com/lexique/definition/gaz-propane.htm ».

[11] H. Tires, « Cours: simulation feu incendie-M2 SIE ». Université Oran 2.

[12] Z. MADANI, « Formation interne: rôles et responsabilités HSE spécifiques », présenté à NAFTAL GPL, Centre emplisseur CE 141 Tiaret, 23 avril 2025.

[13] « S. e. S. a. travail, “Les différents concepts de prévention des ri sques professionnels.” [Online]. Available: https://www.officiel-prevention. [Accessed 26 3 2024]. »

[14] youceffeddaoui,merabetimededdine, « Mémoire: étude de cas de l’entreprise ALFAPIPE ANNABA ». Universitébadjimokhtar-ANNABA, 2019.

[15] « https://itm.public.lu/fr.html ».

[16] F. zohra Derias, « Sécurité des procédés: les dangers de l’industrie ». Université Oran 2, 2024.

[17] open Al, « Définition de risque mécanique générer par chatgpt ». [En ligne]. Disponible sur: https://chatopenai.com

[18] Boubezari,R.F, « Les accidents d’électrisation », CHU Mustapha-Service des urgences.

[19] « Ambiances acoustique ». Institut de maintenance et sécurité industrielle(IMSI).

[20] « https://www.inrs.fr/risques/explosion/conditions-survenue-consequences.html ».

[21]« https://www.actuenvironnement.com/ae/dictionnaire_environnement/definition/boiling_liquid_expanding_vapor_bleve.php4 ».

[22] M. hennini, « Définition de L'EVRP »,NAFTAL-GPL Tiaret, 21 avril 2025.

[23] « https://www.scribbr.fr/methodologie/etude-quantitative/ ».

[24] « https://www.scribbr.fr/methodologie/demarche-inductive/ ».

[25] « https://fr.scribd.com/document/484290161/La-methode-deductive-et-la-methode-inductive#sidebar ».

[26] AFNOR, « NF EN 60812:Analyse des modes de défaillance et de leurs effets (AMDE)-guide pour l'analyse (AMDEC) », AFNOR edition, 2006. [En ligne]. Disponible sur: https://www.botique.afnor.org/fr-fr/norme/nf-en-60812

[27] ahmedDjebali, « Guide de préparation aux concours de recruement - HSE ». [En ligne]. Disponible sur: https://eu.docworkspace.com/d/sInfw7uSYAsa568EG

[28] « https://www.isek.fr/cest-quoi-la-methode-amdec/#:~:text=La%20m%C3%A9thode%20AMDEC%20%3A%20g%C3%A9n%C3%A9ralit%C3%A9s.,Failure%20Mode%20and%20Effects%20Analysis). »

[29] « https://fr.m.wikipedia.org/wiki/Arbre_de_d%C3%A9faillances »,

[30] INERIS-DRA, « Méthode d'analyse des risques générer par une installation industrielle », INERIS, oct. 2006.

[31]« https://www.previnfo.net/sections.php?op=viewarticle&artid=38#google_vignette ».

[32] « https://fr.scribd.com/search?query=LOPA+Abdelkarim+SLIMANI ».

[33] « https://www.consiltant.com/en/process-safety/lopa/ ».

[34] « https://www.odz-consultants.com/risques-industriels/qra/ ».

[35] « https://www.infoqualite.fr/fiche-outil-la-methode-mosar/ ».

[36] « https://www.infoqualite.fr/fiche-outil-la-methode-mosar/ ».

[37] « Manager-go.com/ressources-humaines/dossiers-methodes/arbre-des-causes ».

[38] « https://www.causeway.com/fr/insights/qhse-top-10-des-m%C3%A9thodes-danalyse-des-risques?hs_amp=true. »

[39]« http://ressources.unit.eu/cours/cyberrisques/etage_3_aurelie/co/Module_Etage_3_synthese_75.html ».

[40] C. Hebbar, « Module AJARNS-approche juridique et aspect réglementaire et normatif de la sécurité industrielle », Université oran2(IMSI), 2024.

[41] AFNOR, « Normes et certification-comprendre la normalisation », Afnor. [En ligne]. Disponible sur: https://www.afnor org/metiers/normee-et-certificaion/

[42] « https://www.joradp.dz/FTP/Jo-Francais/1990/F1990036.pdf ».

[43] bilel fellag, « démarche d'identification des dangers et d'évaluation des risques professionnels(EvRP) », Société TAYAL(Textile Algérien-turque), Relizane, Algérie, 2024.

[44] Z. MADANI, « Grille de cotation », Tiaret –Société NAFTAL GPL-, 21 avril 2025.