REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE YAHIA FARES DE MEDEA



Faculté de Technologie

Mémoire de fin d'études de Master

Filière : Hygiène et Sécurité Industrielle

Spécialité : Hygiène et Sécurité Industrielle

Evaluation des risques au niveau de l'industrie: application de la méthode AMDEC (Entreprise Sonatrach Direction de Oued-Noumer Ghardaïa)

Présenté par:

REZIGUI Ilias

SAROUTE Med Taha Abdelkader

Proposé et Dirigé par:

Dr. Sarrai Abdelaziz

Promotion 2022

REMERCIEMENTS

Nous tenons tout d'abord à remercier Dieu le tout puissant et miséricordieux, qui nous a donné la force et la patience d'accomplir ce Modeste travail.

En second lieu, nous tenons à remercier sincèrement

En second lieu, nous tenons à remercier sincèrement Mr. SARRAI Abdelaziz, MR. ZERROUKI Hamza et MR.TIDJANI Ahmed pour leurs soutiens, leurs conseils judicieux et leur grande bien vaillance durant l'élaboration de ce travail.

Nos vifs remerciements vont également aux membres du jury pour l'intérêt qu'ils ont porté à notre recherche en acceptant d'examiner notre travail Et de l'enrichir par leurs propositions.

Nous n'oublions pas nos parents pour leur contribution, leur soutien et leur patience, tous nos proches et amis, qui nous ont toujours soutenue et encouragée au cours de la réalisation de ce mémoire.

Nos sincères remerciements s'adressent aussi à tout le personnel du au niveau de direction de production ONR département HSE, où nous avons effectué ce projet.

Enfin, nous adressons nos sincères remerciements à tous les professeurs du Département de Méthodes et Génie de l'Environnement (YAHIA Farès de Médéa) qui nous ont enseigné pendant la phase de master, en particulier les professeurs de spécialisé Hygiène et sécurité industrielle.

Merci à tous et à toutes

Dédicaces

Nous dédie ce travail.

A nos chers parents qui ont toujours été là pour nous, et qui nous ont donné un magnifique modèle de labeur et de persévérance…

A notre encadreur MR.SARRAI Abdelaziz qui a crédité de sa confiance cette recherche et pour la somme de ses conseils et de ses recommandations…

A nos chers frères et sœurs…

A nos familles respectives pour leurs aides et soutient permanents...

A tout mes collègues de cette promotion

A nos meilleurs amis…

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

A tout la promotion HSI 2021-2022 et Tous ceux que nous aimons et respectons

Résumé

L'objectif principal de notre étude est d'analyser les risques industriels au sein du Direction de production de Sonatrach à Oued Noumer (ONR), une branche de la société Sonatrack Hassi R'mel spécialisée dans la production pétrolière et gaz.

Une fois les risques identifiés, des méthodes doivent être utilisées pour analyser et évaluer ces risques et essayer de trouver des solutions pour protéger les personnes et les équipements dans l'entreprise, dans ce cas, nous avons utilisé la méthode AMDEC, Cela nous a permis de déterminer les défaillances et leurs effets et conséquences potentiels dans le domaine du stockage de gaz.

Mots-clés :

Les sphères de stockage GPL, Analyse des Modes de Défaillances, Cause de la défaillance, Les effets des défaillances et leurs critiques, Actions préventives.

Abstract

The main objective of our study is to analyze the industrial risks within the Production Department of Sonatrach in Oued Noumer (ONR), a branch of the company Sonatrach Hassi R'mel specialized in petroleum and gas production.

Once the risks have been identified, methods must be used to analyze and assess these risks and try to find solutions to protect people and equipment in the company, in this case we have used the AMDEC method, This enabled us to determine the failures and their potential effects and consequences in the field of gas storage.

key words

GPL Storage sphères, Failure Mode Analysis, Cause of failure, Effects of failures and their criticisms, Preventive actions.

ملخص

الهدف الرئيسي من دراستنا هو تحليل المخاطر الصناعية داخل قسم الإنتاج بواد نومر (ONR) ، وهي فرع من شركة سونطراك حاسي رمل المتخصصة في إنتاج البترول والغاز.

بمجرد تحديد المخاطر ، يجب استخدام طرق لتحديد هذه المخاطر وتقييمها ومحاولة إيجاد حلول لحماية الأشخاص والمعدات في الشركة ، وفي هذه الحالة استخدمنا طريقة AMDEC (تحليل أنماط الفشل وتأثيراتها وخطورتها) والتي سمحتلنا بتحديد حالات الفشل وآثارها المحتملة وعواقبها في مجال تخزين الغاز .

كلمات مفتاحية

مجالات تخزين غاز البترول المسال ، تحليل أنماط الفشل ، سبب الفشل ، آثار الفشل وانتقاداتهم ، الإجراءات الوقائية.

Sommaire

Introduction générale…..... 01

Généralité 03

CHAPITRE I

Evaluation des risques industriels

Introduction 05

I.1- Dangers et risques…..... 06

I.1.2 Danger**…….. 06**

I.1.2 Risque **……06**

I.2 Les risques industriels……... 07

I.3 Les effets des risques industriels…….. 07

I.4 L'évaluation des risques……08

I.4.1 La phase d'identification**…… 09**

I.4.2 La phase d'évaluation**……. 09**

I.4.3 La phase de hiérarchisation**……... 10**

I.4.4 Les combinaisons des phases**……. 10**

Conclusion……11

CHAPITRE II

Les méthodes d'analyse des risques

Introduction……13

II.1 Les objectifs des méthodes d'analyse des risques……..13

II.2 Les critères de choix d'une méthode…….. 13

II.2.1 L'objectif de l'étude**…….. 14**

II.2.2 La nature du système à étudier**…… 14**

II.2.3 Les moyens d'études**…….. 14**

II.3 Les méthodes classiques d'analyse des risques…… 14

II.3.1 Analyse préliminaire des risques / dangers (APR/APD)……... 14

II.3.1.1 Principe **……...15**

II.3.1.2 Déroulement**……... 15**

II.3.1.3 Le principal avantage de l'Analyse…….. 16
II.3.2 La méthode HAZOP……16
II.3.2.1 L'objectif…… 16
II.3.2.2 Programme…… 16
II.3.2.3 Déroulement……... 17
II.3.2.4 Les avantages et les limites…… 17
II.3.3 La méthode What-if……..18
II.3.4 La méthode arbre de défaillance(AdD)……...19
II.3.4.1 Principe de l'AdD……... 19
II.3.4.2 Caractéristiques de l'AdD…… 19
II.3.4.3 L'objectif de l'AdD…… 20
II.3.4.4 Les avantages et les limites…… 20
II.3.5 La méthode arbre d'événement……...20
II.3.5.1 Description de l'analyse par arbre d'événement…… 20
II.3.5.2 L'objectif de l'arbre d'événement…… 21
II.3.5.3 Applications de l'arbre d'événement……... 21
II.3.5.4 Principe de l'arbre d'événement…… 21
II.3.5.5 Les avantages et les limites…… 22
II.3.6 La méthode Nœud Papillon…… 23
II.3.6.1 Objectif…… 23
II.3.6.2 Les avantages et les limites…… 24
II.3.7 Méthode proposée AMDEC……25
II.3.7.1 Introduction……25
II.3.7.2 L'histoire de la méthode (AMDEC)…… 25
II.3.7.3 Principe……... 26
II.3.7.4 Les type d'AMDEC……27
II.3.7.5 Déroulement……... 28
II.3.7.6 Le tableau AMDEC……... 29
II.3.7.7 Les cases de ce tableau s'utilisent de la façon suivante……...29
II.3.7.8 Limites et Avantages……..33
Conclusion……34

CHAPITRE III

L'application D'AMDEC

Section I : Présentation D'entreprise ONR…….. 36

Introduction……36
III.I.1 Le champ de Hassi R'mel……36
III.I.2 Direction Oued Noumer……..37
III.I.2.1 Situation géographique……37
III.I.2.2 Situation géologique……..38
III.I.2.3 Chronologie de développement……39
III.I.2.4 Capacité de production et de stockage……40
III.I.2.5 Organigramme d'Oued Noumer…… 41
III.I.2.6 Procéder pétrolier au champ de OUED NOUMER…….. 42
III.I.2.6.1. Unité de séparation des fluides (unité 20)**……... 42**
III.I.2.6.2. Unité de compression**…… 42**
III.I.2.6.3. Unité d'extraction GPL**…… 42**
III.I.2.7 Service HSE……... 43
III.I.2.7.1 Service prévention…… **43**
III.I.2.7.2 Service intervention…….. **43**
Section II : Description des Sphères de stockage…… 45
Introduction……45
III.II.1 Description générale de la sphère de stockage GPL (50 - T- 01 A)……45
III.II.1.1- Caractéristiques technique de la sphère (50 - T- 01 A)…….. 45
III.II.1.2- Équipements des sphères de stockage GPL……45
Section III : Application de la méthode AMDEC…… 48
Introduction……48
III.III.1-Application de la méthode AMDEC……... 48
III.III.1.1-Description du système Sphère (GPL)……48
III.III.1.1.1-Le sous-système 01 (La sphère et ces accessoires) **……... 48**
III.III.1.1.2-Le sous-système 02 (Refroidissement de la sphère) **……. 48**
III.III.1.1.3-Le sous-système 03 (Remplissage de la sphère) **……... 48**
III.III.1.1.4- Le sous-système 04 (Expédition de GPL) **…… 48**
Conclusion……65
Conclusion générale…… 66
Recommandations ……..67
Bibliographique ……...68

LISTE DES FIGURE

CHAPITRE II

Figure II.1: Exemple de l'arbre de défaillance 19

Figure II.2: Exemple d'arbre d'événements 23

Figure II.3: Représentation schématique d'un nœud papillon 24

Figure II.4:la démarche AMDEC..... 27

CHAPITRE III

Section I

Figure III.I.1: Plan de l'exploitation rationnelle du champ Hassi R'mel..... 36

Figure III.I.2: Le champ de Hassi R'mel..... 37

Figure III.I.3:Réseau de collecte des gisements à ONR avec 2,75 km de profondeur..... 39

Figure III.I.4: Organigramme de la direction Oued Nomme 41

Figure III.I.5 : Organigramme de Procéder pétrolier d'ONR..... 42

Section II

Figure III.II.1 : Exemple sphère de stockage..... 46

Figure III.II.2 : Sphère (50 - T- 01 A) 47

Figure III.II.3 :PSV vers (atmosphère et torche)..... 47

LISTE DES TABLEAUX

CHAPITRE II

Tableau II.1: Exemple de tableau de type «APR» 15

Tableau II.2: Exemple de tableau pour l'HAZOP 18

Tableau II.3: Exemple de tableau d'application de la méthode What-if 18

Tableau II.5: Exemple d'un tableau de type AMDEC 29

Tableau II.6: Modes de défaillance généraux (extrait du tableau II de la norme **CEI 60812:1985**) 30

Tableau II.7: Modes de défaillance génériques (extrait du tableau II de la norme **CEI 60812:1985**) 31

CHAPITRE III

Section I

Tableau III.I.1: capacité de production..... 40

Tableau III.I.2 : capacité de stockage.....41

Section III

Tableau III.III.1 : Le sous-système 01 (La sphère et ces accessoires) 50

Tableau III.III.2 : Le sous-système 01 (La sphère et ces accessoires) 51

Tableau III.III.3 : Le sous-système 01 (La sphère et ces accessoires) 52

Tableau III.III.4 : Le sous-système 01 (La sphère et ces accessoires) 53

Tableau III.III.5 : Le sous-système 01 (La sphère et ces accessoires) 54

Tableau III.III.6 : Le sous-système 01 (La sphère et ces accessoires) 55

Tableau III.III.7 : Le sous-système 01 (La sphère et ces accessoires) 56

Tableau III.III.8 : Le sous-système 01 (La sphère et ces accessoires) 57

Tableau III.III.9 : Le sous-système 02 (Refroidissement de la sphère) 58

Tableau III.III.10 : Le sous-système 02 (Refroidissement de la sphère) 59

Tableau III.III.11 : Le sous-système 03 (Remplissage de la sphère) 60

Tableau III.III.12 : Le sous-système 02 (Refroidissement de la sphère) 61

Tableau III.III.13 : Le sous-système 02 (Refroidissement de la sphère) 62

Tableau III.III.14 : Le sous-système 04 (Expédition de GPL) 63

Tableau III.III.15 : Le sous-système 04 (Expédition de GPL) 64

Liste des Abréviation

ADD : arbre de défaillance

ADE : arbre d'événements

AMDEC : analyse des modes de défaillance, de leurs effets et de leur criticité

APR/D : L'Analyse Préliminaire des Risques / Dangers

DP : Division Production

GPL : Gaz du Pétrole Liquéfié.

HACCP : Analyse des dangers et points de contrôle critiques

HAZOP : Hazard and Operability study

HSE : Hygiène, Sécurité et Environnement.

LIA H: Alarme haut niveau.

LIAL: Alarme bas niveau.

LSH : Indicateur de niveau haut

LZH: Alarme très haut niveau.

ONR : Oued Noumer

PSV : Pression sécurité valve

TIC : Température indicateur control.

TT : Transmetteur de température.

INTRODUCTION

Dans notre société, de plus en plus influencée par le concept de sécurité et de durabilité, les entreprises s'attachent à éviter les risques pouvant entraîner des incendies, des explosions et d'autres accidents à l'origine de dommages aux personnes, aux biens et à l'environnement. .. les risques inhérents aux activités de l'entreprise.

Parce que le risque n'est pas le résultat d'une cause unique, mais l'interaction de plusieurs situations, le processus de prise de décision dans la gestion des risques est essentiel. Ce processus itératif est conçu pour identifier, évaluer, éliminer et gérer les événements indésirables pouvant être causés par le système ou son environnement.

Étape essentielle de ce processus, une évaluation des risques industriels est une procédure permettant de déterminer si les tolérances sont respectées sur la base d'une analyse des risques, généralement effectuée de manière semi-quantitative en fonction du niveau des dangers potentiels et de leur gravité, et doit être effectuée pour hiérarchiser les risques en fonction du niveau de l'organisation et les comparer à des niveaux de sécurité prédéterminés. Bien entendu, l'acceptation de ce risque dépend de critères d'acceptation de risque prédéfinis. Ainsi, l'ingéniosité de l'estimation de l'ampleur du risque dépend en partie de ce critère.

Ainsi, l'évaluation de la gravité des risques est déterminée par un processus de comparaison qui comprend une table de notation qui détermine le nombre de risques en termes de fréquence et de gravité, et la structure de ces combinaisons de critères de risque qui les interprète. Choisissez d'évaluer.

- **PROBLÉMATIQUE :**

À quelles problématiques êtes-vous confronté et comment traitez-vous, évaluez-vous et prévenez-vous les risques liés à l'industrie et aux équipements de procédés de stockage de gaz ? Nous savons que la gestion et l'évaluation optimales des risques constituent un élément important du succès d'une entreprise.

- **OBJECTIF DU MEMOIRE :**

Nos travaux permettent de mener une étude basée sur l'évaluation et la gestion des risques industriels Cette analyse doit permettre d'élaborer un diagnostic suffisant pour :

- Comprendre les causes possibles des risques potentiels.

- Présenter les préoccupations, identifier les faiblesses de ce system et les hierarchies.
- Développement des contrôles.

• ORGANISATION DU MEMOIRE :

Le travail est divisé en trois chapitres comme suit :

- Les premier et deuxième chapitres traiteront de la partie théorique de notre étude :

  1. Evaluation des risques industriels

  2. Les méthodes d'analyse des risques

En mettant en œuvre le rôle et l'objectif de la gestion des risques dans une entreprise industrielle, nous décrivons dans le deuxième chapitre les objectifs des méthodes d'analyse des risques, les critères de choix de la méthode et les principaux outils d'analyse des risques.

- Le troisième chapitre comprend trois parties:

- Premier section Un bref aperçu de Sonatrach, qui nous a accueillis dans l'un de ses champs gaziers, Wad Noumer.
- La deuxième section contient une description générale et fonctionnelle de chaque appareil ou instrument du processus.
- La troisième section sera publiée sur la partie expérimentale de notre étude pour appliquer les méthodes d'analyse de risque que nous avons choisies au second semestre ; AMDEC, dans les résultats de ces tableaux sont représentés dans des graphiques à l'échelle.

Enfin, une conclusion générale synthétisera l'apport de ce travail.

Généralité

La Qualité: Aptitude d'un ensemble de caractéristiques intrinsèques à satisfaire des exigences.

L'hygiène : L'hygiène du travail est la discipline qui s'occupe de l'environnement professionnel de manière à ce qu'il soit optimum pour la santé et le bien-être des travailleurs.

Sécurité: aptitude d'un système à ne pas générer, dans des conditions données, des évènements critiques ou catastrophiques.

Santé: La santé est un état de complet bien-être physique, mental et social, et ne consiste pas seulement en une absence de maladie ou d'infirmité.

Environnement: C'est l'ensemble des éléments externes susceptibles d'influencer l'activité et l'équilibre de l'entreprise.

Risque: Le risque est la combinaison de probabilité d'un évènement non désirable et de ses conséquences.

Le risque est l'effet de l'incertitude sur les objectifs.

Danger: C'est la capacité ou la propriété intrinsèque d'un équipement d'une substance,d'une méthode de travail , d'une situation particulière, susceptible de causer un dommage pour la santé des travailleurs.

Dommage : Un dommage est, en droit, un dégât matériel ou physique, à une chose ou une personne.

Prévention : La prévention est une attitude ou l'ensemble de mesures à prendre pour éviter qu'une situation (sociale, environnementale, économique..) ne se dégrade, ou qu'un accident, une épidémie ou une maladie ne survienne.

Protection : La protection se rapporte à l'action de protéger, de défendre quelqu'un, de veiller à ce qu'il ne lui arrive point de mal.

Accident: Evénement soudain et inattendu qui entraîne des dégâts et des dommages.

Incident : Évènement inattendu ayant une faible influence (à la différence de l'accident qui en a une forte) ou évènement peu important en lui-même, mais susceptible d'entraîner de graves conséquences.

CHAPITRE I : Evaluation des risques industriels

Introduction:

L'évaluation des risques comprend l'identification et l'analyse systématiques et continues des risques et des facteurs de risque présents dans le processus commercial ainsi que la situation commerciale spécifique sur le lieu de travail de l'entreprise.

Le danger n'est pas le résultat d'une cause, mais l'interaction de plusieurs conditions. Par conséquent, un processus décisionnel complet pour la gestion des risques est nécessaire. Ce processus est itératif et conçu pour identifier, évaluer, neutraliser et gérer les incidents d'impacts négatifs pouvant découler du système ou de son environnement.

L'évaluation des risques de l'industrie est une étape essentielle de ce processus et est une procédure pour déterminer si les risques qui peuvent être pris ont été atteints sur la base de l'analyse des risques. Ils sont généralement réalisés de manière semi-quantitative en fonction du niveau de potentiel de dommage et de gravité, et doivent être mis en œuvre pour hiérarchiser les risques identifiés et les comparer à des niveaux de sécurité préétablis. Bien entendu, l'acceptation de ce risque est régie par la définition précédente des critères d'acceptation du risque. Par conséquent, les techniques d'évaluation de l'ampleur des risques dépendent en partie de ces critères.

Ainsi, l'appréciation de la gravité du risque est déterminée par les processus de comparaison, notamment la définition de l'échelle d'appréciation de la magnitude du risque selon la fréquence (F) et la gravité (G) et cela explique la structure commune des les critères acceptés choisissent l'évaluation.

L'échelle de gravité comporte plusieurs niveaux définis en fonction des conséquences d'une situation dangereuse sur les personnes, les biens et l'environnement. De même, un certain nombre de niveaux sont affectés à la fréquence. La situation dans le réseau permet de visualiser la gravité des situations à risque pour juger de l'admissibilité (ou de la non-acceptabilité) du risque et décider des mesures d'amélioration à prendre pour le réduire. Il permet de distinguer entre les positions posées, celles qui nécessitent une amélioration prioritaire.

Dans ce chapitre, nous discutons des risques industriels et de la manière d'évaluer les risques.

I.1- Dangers et risques :

I.1.1-Le danger : Il se définit comme une situation qui a, en elle-même, un certain pouvoir (un potentiel) à causer des dommages aux personnes et aux biens, une situation susceptible d'engendrer des évènements indésirables.

Le danger peut être lié :

- aux produits : notamment s'ils sont toxiques, inflammables ou explosifs
- aux procédés : utilisation de températures ou pressions élevées par exemple
- aux équipements (installations)
- au facteur humain
- aux crises économiques nationales ou internationales
- aux crises sociale et/ou morale
- à l'environnement naturel et/artificiel
- à l'environnement biologique, physique, chimique, ….

I.1..2-Le risque : Il existe de nombreuses définitions du mot « risque » dans le vocabulaire courant. Ce terme est souvent confondu avec la notion de danger, hasard et péril. Le risque est l'évaluation d'un danger associant la probabilité d'occurrence redoutée et la gravité des conséquences; il est caractérisé par :

- **la gravité** de ses effets
- **la probabilité** pour qu'il survienne (son occurrence)

En d'autres termes, pour qu'il y ait atteinte, il faut que soient conjugués un danger, une cause accidentelle de libération de ce danger et un transfert depuis la source du danger jusqu'à une cible.

Autrement dit c'est la confrontation d'une probabilité d'un événement par la vulnérabilité de l'environnement au sens large

Donc ne pas confondre :

- **Danger : une menace réelle à laquelle on est physiquement exposé**

- **Risque : la probabilité d'être exposé à ce danger.**

Les risqués peuvent être regroupés :

a) Selon leur ORIGINE : - Naturelles –Techniques -Humaines

b) Par TYPES (les assurances) : Accidents – Erreurs - Malveillance

c) Par FAMILLES (les cyndinistes G-Yves Kervern) :

- D'origine industrielle : Risques technologiques
- Nature humaine : Risques psychologiques
- Nature militaire : Risques stratégiques
- Risques naturelles. [1]

I.2- Les risques industriels :

Pour notre étude, nous nous intéressons au risque industriel qui par définition se caractérise par un accident se produisant sur un site industriel et pouvant entrainer des conséquences graves pour le personnel, la population, les biens et l'environnement.
Le risque industriel se présente sous deux formes :
D'abord, les risques naturels, dus à un phénomène extérieur comme une catastrophe naturelle. Ce peut être un incendie déclenché par un feu de forêt, une avalanche, une inondation, un mouvement de terrain suite à un séisme, un cyclone, etc.

Viennent ensuite les risques technologiques, qui eux, sont engendrés par l'activité humaine. Un accident nucléaire peut survenir après la fuite de matière radioactive dans une cuve mal entretenue. Les exploitations minières sont soumises à la menace potentielle d'une rupture de barrage. Le transport de matières dangereuses comme des produits chimiques, par voie maritime, terrestre ou fluviale, comportent des risques : mauvaise manipulation, erreur humaine etc.

I.3- Les effets des risques industriels :

Les conséquences varient en fonction de la nature, de la gravité et de localisation de l'accident. Les effets sont classés selon trois typologies, qui peuvent se combiner.

Les effets thermiques sont liés à une combustion d'un produit inflammable ou combustible ou à une explosion.

Les effets mécaniques : aussi dits de surpression, résultent d'une onde de choc (déflagration ou détonation), provoquée par une explosion. Celle-ci peut être issue d'un explosif, d'une réaction chimique violente, d'une combustion violente, d'une décompression brutale d'un gaz sous pression ou de l'inflammation d'un nuage de poussières combustibles.

Les effets toxiques : résultent de l'inhalation d'une substance chimique toxique comme le chlore, l'ammoniac, le phosgène, etc., suite par exemple à une fuite sur une installation, à une réaction chimique ou à la combustion de produits dégageant des fumées toxiques. Les effets sur la santé peuvent se présenter sous la forme, par exemple, d'un œdème du poumon ou d'une atteinte au système nerveux.

Outre les effets directs sur les biens et les personnes, ces phénomènes entraînent généralement une pollution de l'air, une contamination des eaux ou laissent des sols pollués par des produits toxiques.[2]

I.4-L'évaluation des risques :

L'une des principales préoccupations des industriels dans le domaine de la sécurité est la gestion des risques générés par leurs installations. Pour traiter ce problème, les industriels et les autorités compétentes ont développé un ensemble de méthodes, plus ou moins spécifiques et approfondies.

Ces méthodes d'analyse et d'évaluation des risques permettent de réaliser une identification des sources de danger et d'estimer les risques associés soit de manière déterministe, soit de manière probabiliste. Les objectifs affichés des méthodes peuvent se synthétiser de la manière suivante:

- Un premier objectif est de réduire le niveau de risques d'une installation :
- en diminuant la gravité des accidents majeurs, soit en arrêtant la propagation de l'accident, soit en atténuant l'intensité de ce dernier, ou bien en réduisant l'occurrence de l'accident,
- Un deuxième objectif est de fournir une aide à la décision aux exploitants et aux autorités compétentes, notamment pour simplifier et clarifier les échanges entre ces deux parties.

- Un troisième objectif est de réaliser un classement des différents sites industriels en fonction de leur niveau de risque respectif. Par ailleurs, pour un site en particulier, les voies d'amélioration peuvent être testées et l'influence de modifications à effectuer pour diminuer le niveau de risque du site industriel peut être évaluée.

Les méthodes d'analyses de risques peuvent se composer des trois phases principales suivantes:

- La phase d'identification du risque : elle décrit le système et identifie les séquences d'accident majeur.
- La phase d'évaluation qualitative ou quantitative du risque : elle est déterministe et/ou probabiliste.
- La phase de hiérarchisation du risque qui permet de classer les risques identifiés.

La phase d'identification

I.4.1- La phase d'identification :

Est basée sur une approche descriptive du site (substances et activités dangereuses, équipements) et de son environnement. Ces données sont nécessaires pour le développement des différentes phases des méthodologies. La phase d'identification des dangers est primordiale car elle permet :

- De poser les bases de l'analyse de risque. En effet, le résultat de la phase d'identification des risques correspond aux données d'entrée des deux phases suivantes (phases d'évaluation et de hiérarchisation). Ainsi, la validité de ces données et leur exhaustivité ont une importance capitale pour parvenir à des conclusions se rapprochant de la réalité,
- D'identifier les zones à risques,
- Et de sélectionner les situations présentant un risque pour mener une analyse de risque de manière efficace.

I.4.2-La phase d'évaluation :

Permet de quantifier le risque de deux façons :

- soit en s'intéressant aux conséquences de scénarios prédéfinis d'un point de vue des dommages, cela correspond à une approche déterministe basée sur l'évaluation des conséquences (ou « conséquence base approché »)
- soit en s'intéressant aux probabilités d'occurrence d'accident, cela correspond à une approche probabiliste (ou « risk based approach »).

La phase d'évaluation a pour but de quantifier les impacts des situations dangereuses identifiées, sur le site industriel, les sites avoisinants ou sur l'environnement.

Grâce à une phase d'identification ou à l'enchaînement d'une phase d'identification et d'une phase d'évaluation, un ensemble de données plus ou moins important est obtenu. A ce stade, il peut être nécessaire d'approfondir l'analyse en triant ou en affectant des priorités aux éléments de cet ensemble de données. Ce traitement est réalisé par l'intermédiaire de la phase de hiérarchisation.

I.4.3-La phase de hiérarchisation :

La phase de hiérarchisation classe les données retenues dans les phases précédentes dans le but de mettre en avant les systèmes présentant les risques les plus sévères. La phase de hiérarchisation peut porter sur la source de danger ou sur son environnement et permet d'obtenir un niveau de risques ou de danger selon la méthode appliquée.

I.4.4-Les combinaisons des phases :

Une méthode d'analyse ne comporte pas obligatoirement l'ensemble de ces trois phases, elle peut être composée uniquement :

- d'une identification ou d'une évaluation ou d'une hiérarchisation
- d'une identification et d'une évaluation,
- d'une identification et d'une hiérarchisation,
- d'une identification, d'une évaluation et d'une hiérarchisation. [3]

Dans le cas où la démarche d'analyse de risque est constituée d'une seule étape d'identification,il est nécessaire de coupler cette approche avec une méthode complémentaire. Si seules, une phase d'évaluation ou de hiérarchisation sont utilisées, il est recommandé de mettre en œuvre une démarche formalisée pour identifier de manière

structurée les données qui vont subir le traitement lors de ces deux phases. Des méthodes, constituées d'une phase unique, peuvent être qualifiées de « méthodes simples ».

Dans les trois autres cas, c'est-à-dire si les méthodes sont constituées de plus d'une phase, elles peuvent se suffirent à elles-mêmes en fonction des objectifs établis et des types de résultats escomptés. Ces méthodes sont appelées « méthodes élaborées ». [3]

Indépendamment de la méthodologie utilisée pour effectuer une analyse de risques, trois points importants doivent être abordés, notamment en fonction des objectifs. Il s'agit :

- des résultats escomptés,
- des données d'entrée disponibles,
- de la méthode choisie.

Ces trois points sont interdépendants et permettent d'établir le niveau d'implication nécessaire en termes de temps, de moyens humains et techniques pour l'application de la méthode d'analyse de risques. Par exemple, en fonction des résultats escomptés, il faut un ensemble de données d'entrée spécifiques et une ou plusieurs méthodes sont applicables.

Dans le but d'étudier ces interactions et le mode de fonctionnement de ces méthodes, un classement de celles-ci a été réalisé.[3]

Conclusion :

L'évaluation et la gestion des risques nécessitent non seulement une compréhension approfondie de la science, des procédures, des normes et des documents juridiques, qui sont tous en constante évolution et nécessitent une surveillance et un suivi réguliers, mais également une expérience et une connaissance de la situation. (acquisition de données et retour d'expérience) La prise de décision peut être difficile, c'est pourquoi la prévention, la formation et l'information complémentaire, lorsqu'elles sont explicitement mises à jour régulièrement, restent des instruments essentiels.

CHAPITRE II : Les méthodes d’analyse des risques

Introduction:

L'évaluation et la gestion des risques est un processus itératif basé sur l'analyse des risques, les étapes impliquées dans l'identification et la mise en œuvre d'une évaluation initiale des risques. Afin d'appréhender au plus juste les risques liés à l'exploitation des installations industrielles, les principaux acteurs de la maîtrise des risques (industriels, militaires, universités, collectivités) développent depuis 40 ans des outils d'analyse des systèmes.

II.1-Les objectifs des méthodes d'analyse des risques:

Les méthodes d'analyse des risques décrites ci-après sont fréquemment utilisées dans le domaine de la prévention des risques. Ceci en donnant un caractère systématique à l'analyse, il permet ce qui suit :

• Déterminer les causes et conséquences possibles des événements liés à l'exploitation des installations industrielles

• Mettre en évidence les barrières de sécurité existantes ou envisageables par rapport aux risques.

• Parallèlement à l'approche d'évaluation semi-quantitative, elle vise à identifier les risques les plus importants et à envisager des propositions d'amélioration en conséquence.

• Permettre de viser une identification plus complète et donc la tendance à la maîtrise des risques majeurs.

Remarque : Il n'y a pas de bonne ou de mauvaise façon d'analyser les risques. Chaque méthode a ses avantages et ses inconvénients. Ainsi, un outil particulier est plus ou moins adapté au contexte de l'installation envisagée et aux objectifs recherchés.

II.2-Les critères de choix d'une méthode:

Les méthodes d'analyse des risques industrielles ne sont pas utilisées systématiquement dans les entreprises et n'intègrent pas les résultats des analyses de risque, d'où la question que nous soulevons : Comment intégrer une méthode d'analyse des risques et rendre son utilisation systématique dans les gestions des risques dans une entreprise ? [4]

Le choix des méthodes fait à travers des critères qui sont généralem ent liées à :

II.2.1-L'objectif de l'étude:

il s'agit d'une évaluation des paramètres de sûreté (fiabilité, de disponibilité, de maintenabilité...etc.) ou une intensification des risques et leurs effets ce qui précise le type de l'analyse (qualitative et /ou quantitative).

II.2.2-La nature du système à étudier:

La nature du système, son faible ou grand complexité n'est pas forcément liée au nombre des composants. Mais dépend plutôt de la nature des liaisons fonctionnelles et structurales des composants pouvant être regroupés en macro-composants peut se révéler facile à analyser.

II.2.3-Les moyens d'études:

vis-à-vis des objectifs fixés, ces méthodes ont des efficacités différentes et réclament des moyens différents. Il convient à adapter dès le départ les méthodes aux moyens disponibles**.** [4]

II.3-Les méthodes classiques d'analyse des risques:

Les principales méthodes d'analyse des risques d'accidents sont :

• l'Analyse Préliminaire des Risques (APR).

•l'Analyse des Modes de Défaillance, de leurs Effets et de leur Criticité (AMDEC).

•l'Analyse des risques sur schémas type HAZOP.

•la méthode « What-if ? ».

•l'Analyse par arbres des défaillances.

•l'Analyse par arbres d'évènements.

•l'Analyse par Nœud Papillon. [5]

II.3.1-Analyse préliminaire des risques / dangers (APR/APD):

L'Analyse Préliminaires des Risques(Dangers) a été développée au début desannées 1960 dans les Domaines aéronautiques et militaires. C'est une technique couramment utilisée pour l'identification des risques au stade préliminaire de la conception d'une installation ou d'un

projet. Par conséquent elle ne nécessite généralement pas une connaissance approfondie et détaillée de L'installation étudiée.

II.3.1.1-Principe:

L'Analyse Préliminaire des Risques nécessite dans un premier temps d'identifier les éléments dangereux de l'installation. Ces éléments dangereux désignent le plus souvent :

- Des substances ou préparations dangereuses, que ce soit sous forme de matières premières, de produit finis, d'utilités…
- Des équipements dangereux comme par exemple équipements sous pression, équipements de Stockage, équipements de zones de réception/expédition, réacteurs, fournitures d'utilités (chaudière…),
- Des opérations dangereuses associées au procédé. A partir de ces éléments dangereux, APR vise à identifier, pour un élément dangereux, une ou plusieurs situations, qui, si elles ne sont pas maîtrisées, peuvent conduire à l'exposition de cibles à un ou plusieurs phénomènes dangereux

II.3.1.2-Déroulement:

L'utilisation d'un tableau de synthèse constitue un support pratique pour mener la réflexion et résumer les résultats de l'analyse. Pour autant, l'analyse des risques ne se limite pas à remplir coûte que coûte un tableau. Par ailleurs, ce tableau doit parfois être adapté en fonction des objectifs fixés par le groupe de travail préalablement à l'analyse. Le tableau ci-dessous est donc donné à titre d'exemple :

Tableau II.1: Exemple de tableau de type «APR»

Function ou system:						Date:	
1	2	3	4	5	6	7	8
N°	Produit ou Equipment	Situation de danger	Causes	Conséquences	Sécurités existents	Propositions d'amélioration	Observations

II.3.1.3-Le principal avantage de l'Analyse:

Préliminaire des Risques est de permettre un examen relativement rapide des situations dangereuses sur des installations. Par rapport aux autres méthodes présentées ci-après, elle apparaît comme relativement économique en termes de temps passé et ne nécessite pas un niveau de description du système étudié très détaillé. Cet avantage est bien entendu à relier au fait qu'elle est généralement mise en œuvre au stade de la conception des installations.

En revanche, l'APR ne permet pas de caractériser finement l'enchaînement des évènements susceptibles de conduire à un accident majeur pour des systèmes complexes. [6]

Comme son nom l'indique, il s'agit à la base d'une méthode préliminaire d'analyse qui permet d'identifier des points critiques devant faire l'objet d'études plus détaillées. Elle permet ainsi de mettre en lumière les équipements ou installations qui peuvent nécessiter une étude plus fine menée grâce à des outils tels que l'AMDEC, l'HAZOP ou l'analyse par arbre des défaillances.

Toutefois, son utilisation seule peut être jugée suffisante dans le cas d'installations simples ou lorsque le groupe de travail possède une expérience significative de ce type d'approches.

II.3.2-La méthode HAZOP:

II.3.2.1-L'objectif:

La méthode HAZOP s'intègre dans une démarche d'amélioration de la sécurité et des procédés pour une installation existante ou en projet, avec ses avantages :

- Réalisation de l'étude au sein d'un groupe de travail rassemblant différents métiers : sécurité, ingénierie, exploitation, maintenance…
- Méthode d'analyse systématique liée aux installations avec circuits fluides
- Contribution au respect des normes en matière de sécurité. [7]

II.3.2.2-Programme:

Les Principes généraux de la méthode HAZOP sont:

- Définition, cadre d'application, historique de la méthode
- Notion de risques et d'opérabilité

La description de la méthode consiste à :

- Définition du système à étudier
- Prise de connaissance du système
- Eléments spécifiques à la méthode
- Présentation du tableau HAZOP
- Analyse des dysfonctionnements et mise en place de recommandations
- Quand utiliser HAZOP?
- Application de la méthode sur un cas d'école. [7]

II.3.2.3-Déroulement:

- Préparation de l'étude
- Constitution et conduite du groupe de travail
- Suivi des recommandations du groupe de travail.[7]

II.3.2.4-Les avantages et les limites:

L'HAZOP est un outil particulièrement efficace pour les systèmes thermo- hydrauliques. Cette méthode présente tout comme l'AMDE un caractère systématique et méthodique. Considérant, de plus, simplement les dérives de paramètres de fonctionnement du système, elle évite entre autres de considérer, à l'instar de l'AMDE, tous les modes de défaillances possibles pour chacun des composants du système.

En revanche, l'HAZOP ne permet pas dans sa version classique d'analyser les évènements résultant de la combinaison simultanée de plusieurs défaillances.

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

Enfin, L'HAZOP traitant de tous types de risques, elle peut être particulièrement longue à mettre en œuvre et conduire à une production abondante d'information ne concernant pas des scénarios d'accidents majeurs. [6]

Tableau II.2: Exemple de tableau pour l'HAZOP

Date : Ligne ou équipement :								
1	2	3	4	5	6	7	8	9
N°	Mot clé	Paramètre	Causes	Conséquences	Détection	Securities existants	Propositions d'amélioration	Observations
	. . .	- - -	- - -	- - -	- - -	- - -	- - -	- - -

II.3.3-La méthode What-if:

La méthode dite «What-if» est une méthode dérivée de HAZOP. Elle suit donc globalement la même procédure, que nous allons voir plus en détail plus loin restent donc valables ici. La principale différence concerne la génération des dérives des paramètres de fonctionnement. Ces dérives ne sont plus dans ce cas envisagées en tant que combinaison d'un motclé et d'un paramètre, mais fondées sur une succession de questions de type de la forme «Que(What) se passe-t-il Si(IF) tel paramètre ou tel comportement est différent de celui normalement attendu ?». Il apparaît ainsi que l'efficacité de la méthode «What-if» repose en grande partie sur l'expérience des personnes réunies au sein du groupe de travail. Cette méthode paraît donc moins fastidieuse à mener que HAZOP mais est réservée à une équipe expérimentée.[8]

Tableau II.3: Exemple de tableau d'application de la méthode What-if

Que se passe-t-il si … ?	Réponse	Probabilité/ vraissemblance	Conséquences	Recommandations
-	-	-	-	-

II.3.4-La méthode arbre de défaillance(AdD):

II.3.4.1- Principe de l'AdD:

Un arbre de défaillance représente de façon synthétique l'ensemble des combinaisons d'événements qui, dans certaines conditions produisent un événement donné, point de départ de l'étude. Construire un arbre de défaillance revient à répondre à la question « comment tel événement peut-il arriver ? », ou encore « quels sont tous les enchaînements possibles qui peuvent aboutir à cet événement ? ».[10]

II.3.4.2-Caractéristiques de l'AdD:

Un arbre de défaillance est généralement présenté de haut en bas (cf. figure 1 a). La ligne la plus haute ne comporte que l'événement dont on cherche à décrire comment il peut se produire. Chaque ligne détaille la ligne supérieure en présentant la combinaison ou les combinaisons susceptibles de produire l'événement de la ligne supérieure auquel elles sont rattachées. Ces relations sont représentées par des liens logiques OU ou ET. [10]

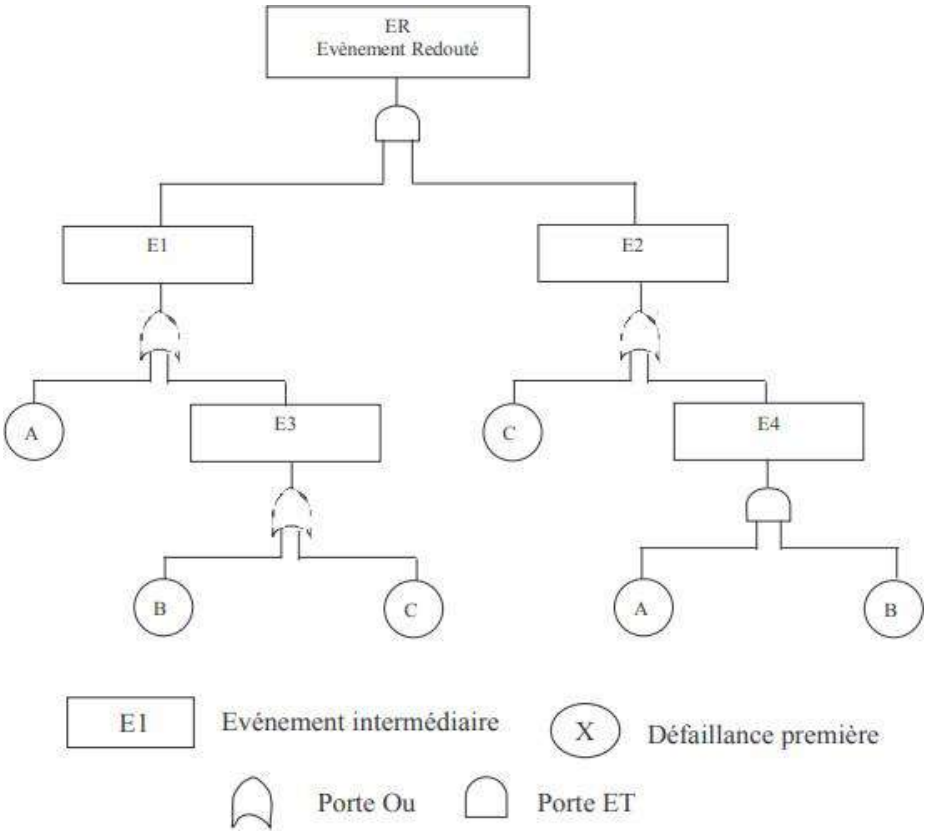


Figure II.1: Exemple de l'arbre de défaillance

II.3.4.3-L'objectif de l'AdD:

L'objectif « qualitatif » est de construire une synthèse de tout ce qui peut conduire à un événement redouté et d'évaluer l'effet d'une modification du système, de comparer les conséquences des mesures qui peuvent être envisagées pour réduire l'occurrence de l'événement redouté étudié.[9]

II.3.4.4-Les avantages et les limites:

Le principal avantage de l'analyse par arbre des défaillances est qu'elle permet de considérer des combinaisons d'évènements pouvant conduire enfin à un événement redouté.

Cette possibilité permet une bonne adéquation avec l'analyse d'accidents passésqui montre que les accidents majeurs observés résultent le plus souvent de la conjonction de plusieurs évènements qui seuls n'auraient pu entraîner de tels sinistres. De plus, la technique :

• Permet de quantifier la probabilité de défaillance d'un système

• Evalue les causes de vulnérabilité les plus communes

• Permet d'optimiser le déploiement des ressources nécessaires pour le control de la vulnérabilité D'un système.

Par ailleurs, l'analyse par arbre des défaillances porte sur un événement particulier et son application à tout un système peut s'avérer fastidieuse.

Les événements indésirables doivent être prévus et sont seulement analysés séparément Tous les éléments qui contribuent d'une manière significative à la défaillance doivent être anticipés Les initiateurs à un niveau donné d'analyse sous une porte commune doivent être indépendants l'un de l'autre .Les événements doivent être des contributeurs immédiats au prochain niveau d'événement.[9]

II.3.5-La méthode arbre d'événement:

II.3.5.1-Description de l'analyse par arbre d'événement:

L'arbre d'événements illustre graphiquement les conséquences potentielles d'un accident qui résulte d'un événement initiateur (une défaillance spécifique d'un équipement ou une erreur humaine). Une analyse par arbre d'événements (AAE) prend en compte la réaction des systèmes de sécurité et des opérateurs à l'événement initiateur lors de l'évaluation des

conséquences potentielles de l'accident. Les résultats de l'AAE sont des séquences accidentelles ; c'est-à-dire un ensemble de défaillance ou d'erreurs qui conduisent à l'accident. Ces résultats décrivent les conséquences potentielles en termes de séquence d'événements (succès ou défaillance des fonctions de sécurité) qui font suite à un événement initiateur. Une analyse par arbre d'événements est bien adaptée pour étudier des procédés complexes qui ont plusieurs barrières de protection ou procédures d'urgence en place pour réagir à un événement initiateur spécifique.[7]

II.3.5.2-L'objectif de l'arbre d'événement:

Les arbres d'événements sont utilisés pour identifier les divers accidents qui peuvent se produire dans un système complexe. À la suite de l'identification des séquences d'accidents individuels, les combinaisons spécifiques de défaillance qui peuvent conduire à des accidents peuvent être déterminées à l'aide de l'arbre d'événements. L'arbre d'événements permet :

- De rechercher toutes les causes et les combinaisons de causes conduisant à l'événement de tête.
- De déterminer si chacune des caractéristiques de fiabilité du système est conforme à l'objectif prescrit.
- De vérifier les hypothèses faites au cours d'autres analyses à propos de l'indépendance des systèmes et de la non-prise en compte de certaines défaillances.
- D'identifier le(les) facteur(s) qui a(ont) les conséquences les plus néfastes sur une caractéristique de fiabilité ainsi que les modifications nécessaires pour améliorer cette caractéristique.
- D'identifier les événements communs ou les défaillances de cause commune.[6]

II.3.5.3-Applications de l'arbre d'événement:

L'arbre d'événements est utilisé pour identifier les divers événements qui peuvent survenir dans un système complexe. À la suite de l'identification des séquences individuelles d'accident, les combinaisons spécifiques de défaillance qui conduisent à des accidents peuvent alors être déterminées en utilisant l'arbre de panne.[6]

II.3.5.4-Principe de l'arbre d'événements:

L'ADE évalue le potentiel d'accident résultant d'une défaillance d'un équipement ou d'un dérangement de procédé (événement initiateur). À la différence de l'analyse par arbre de

panne (une approche déductive) l'AAE est un raisonnement inductif où l'analyste commence par un événement initiateur et développe la séquence probable d'événements qui conduisent aux accidents potentiels, en tenant compte tant du succès que de la défaillance des barrières de sécurité au fur et à mesure que l'accident progresse. Les arbres d'événements fournissent une façon systématique d'enregistrer les séquences d'accidents et de définir la relation entre les événements initiateurs et la séquence d'événements qui peut résulter en accidents.

Les arbres d'événements sont bien indiqués pour analyser les événements initiateurs qui pourraient conduire à une variété de conséquences. Un arbre d'événements met en évidence la cause initiale d'accidents potentiels et fonctionne à partir de l'événement initiateur jusqu'aux effets finaux. Chaque branche d'un arbre d'événements représente une séquence séparée d'accident qui est, pour un événement initiateur donné, un ensemble de relations entre les barrières de sécurité. [6]

II.3.5.5-Les avantages et les limites:

L'analyse par arbre d'évènements est une méthode qui permet d'examiner, à partir d'un événement initiateur, l'enchaînement des évènements pouvant conduire ou non à un accident potentiel. Elle trouve ainsi une utilité toute particulière pour l'étude de l'architecture des moyens de sécurité (prévention, protection, intervention) existants ou pouvant être envisagés sur un site. A ce titre, elle peut être utilisée pour l'analyse d'accidents a posteriori.

Cette méthode peut s'avérer lourde à mettre en œuvre. En conséquence, il faut définir avec discernement l'événement initiateur qui fera l'objet de cette analyse. [6]

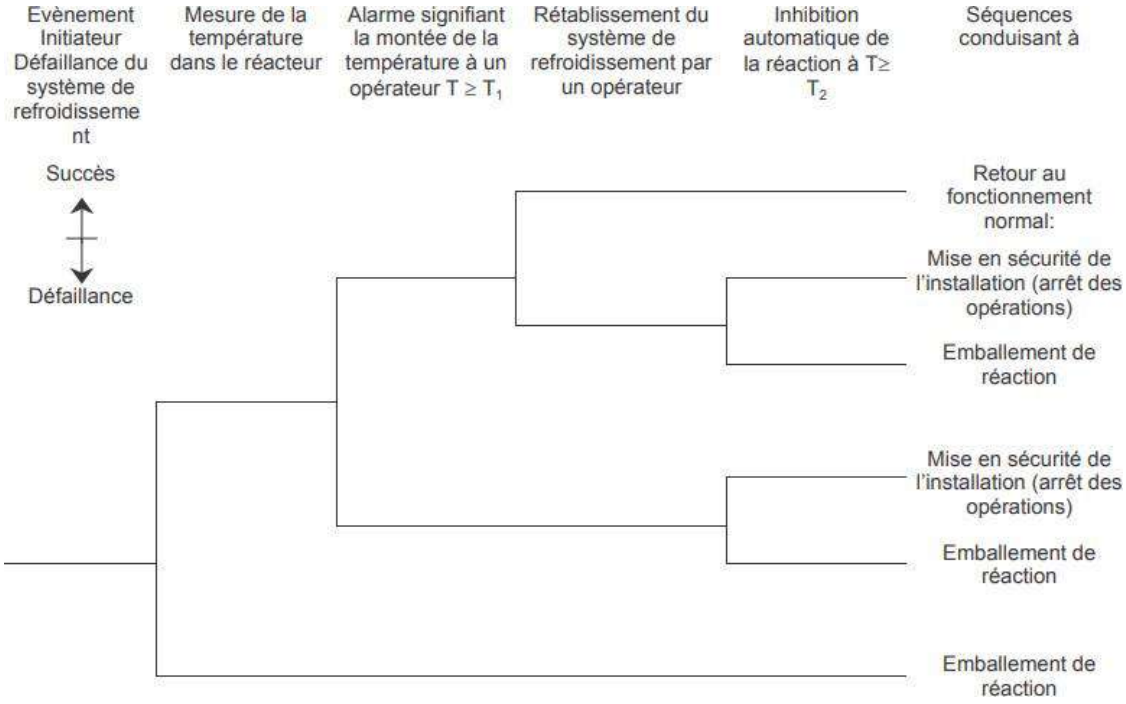


Figure II.2: Exemple d'arbre d'événements

II.3.6-La méthode Nœud Papillon:

Le nœud papillon utilisé dans de nombreux secteurs industriels a été développé par la compagnie Shell. L'approche est de type dit arborescente ce qui permet de visualiser en un coup d'œil les causes possibles d'un accident, ses conséquences et les barrières mises en place. L'accident non désiré (au centre) peut être le résultat de plusieurs causes possibles telles que la perte de confinement d'une substance toxique, une explosion, une rupture de canalisation, un emballement de réaction, une brèche dans un réservoir, une décomposition d'une substance, etc. Cet outil permet d'illustrer le résultat d'une analyse de risque détaillée (de type AMDEC, HAZOP ou What-if par exemple) donc plus complexe qu'une analyse préliminaire de risques.

II.3.6.1-Objectif:

La méthode du nœud papillon a pour principe de réunir un arbre de défaillances et un arbre d'événements centré sur un même événement redouté.

La partie en amont de l'événement redouté est constituée par un arbre de défaillances qui permet d'analyser les combinaisons de causes et de mettre en évidence l'effet des barrières de prévention sur le déroulement des séquences accidentelles aboutissant à la réalisation de l'événement redouté.

La partie en aval est quant à elle constituée par un arbre d'événements. Elle permet de déterminer la nature et l'ampleur des conséquences, en fonction que les barrières de mitigation remplissent ou non leur fonction de sécurité.

Le logigramme de construction d'un nœud papillon décrit le processus de construction d'un nœud papillon.

Le synoptique « Représentation schématique d'un nœud papillon » dépeint une arborescence de type nœud papillon. Les définitions associées à chacun des événements de cette figure sont explicitées dans le tableau « Définition des événements constitutifs d'un nœud papillon ».[10]

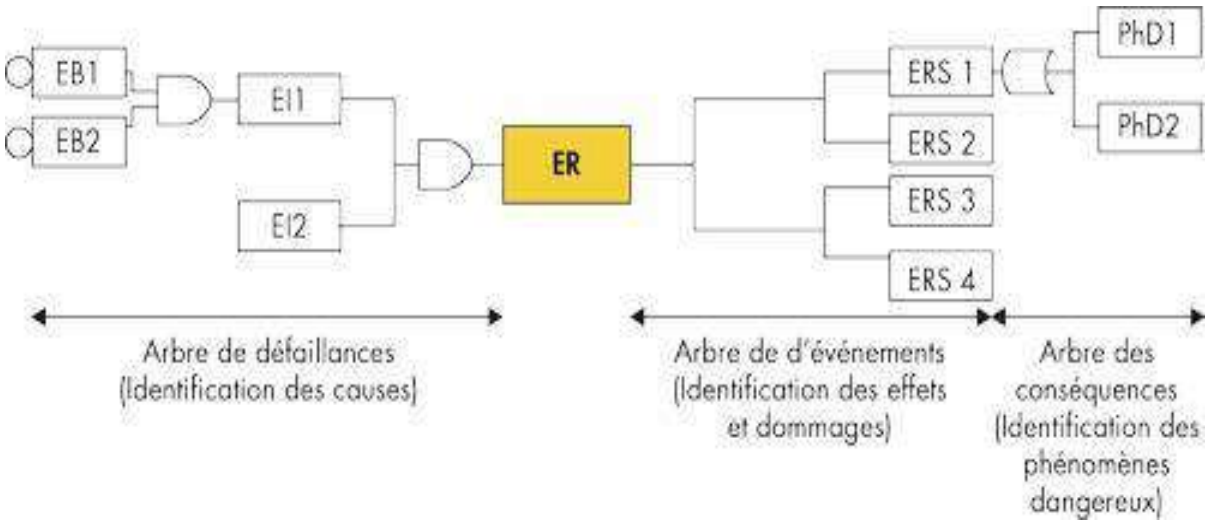


Figure II.3: Représentation schématique d'un nœud papillon

II.3.6.2-Les avantages et les limites:

Le nœud de papillon offre une visualisation concrète des scénarios d'accidents qui pourraient survenir en partant des causes initiales de l'accident jusqu'aux conséquences au niveau des éléments vulnérables identifiées. En revanche, il s'agit d'un outil dont la mise en œuvre peut être particulièrement coûteuse en temps.son utilisation doit donc être décidée pour des cas justifiant effectivement un tel niveau de détail.

II.3.7- Méthode proposée (AMDEC):

II.3.7-Introduction:

L'AMDE et l'AMDEC sont si connues et utilisées qu'elles sont pratiquement devenues le symbole de la sûreté de fonctionnement. L'AMDE (analyse des modes de défaillance et de leurs effets) étant incluse dans l'AMDEC (analyse des modes de défaillance, de leurs effets et de leur criticité), il est un outil systématique pour l'analyse systématique des défaillances potentielles d'un produit, d'un processus ou d'une installation. Cette approche offre un cadre d'équipe rigoureux qui réunit les compétences et l'expérience de tous les acteurs impliqués dans l'amélioration de la performance de l'entreprise. L'AMDEC permet de mobiliser les ressources de l'entreprise autour d'une préoccupation commune à tous.

II.3.7.1-L'histoire de la méthode (AMDEC):

L'AMDEC a été développé par l'armée américaine à la fin des années 1940. Je comprends leurs frustrations avec les dysfonctionnements des munitions les ont amenés à développer une méthodologie qui éliminerait toutes les causes profondes potentielles. Une méthode détaillée a été documentée: MIL-P-1629. Cela a fonctionné et a été adopté par l'industrie nucléaire et aérospatiale. La NASA a crédité le succès des atterrissages de la Lune à son utilisation. La NASA était également préoccupée par les aliments contaminés dans les missions spatiales qui ont développé une technique très similaire appelée HACCP (Analyse des dangers et points de contrôle critiques) spécifiquement pour l'industrie alimentaire. Dans les années 1970, les manœuvres à vitesse lente impliquant Ford Pinto ont entraîné des incendies mortels si le réservoir d'essence s'est séparé. Comme vous pouvez l'imaginer, il s'agissait d'un désastre de relations publiques. Pour éliminer une réapparition de ce problème et d'autres problèmes sérieux, Ford Motor Company a mis en œuvre l'AMDEC dans son processus de conception.

Plus d'organisations utilisaient l'AMDEC en tant qu'outil d'analyse de risque et en 1993, l'AIAG (Automotive Industry Action Group) l'a intégré dans la norme QS9000 pour la production automobile et ses fournisseurs. QS9000 est devenu TS16949 et depuis novembre 2016 IATF16949. Alors que l'AMDEC était spécifiquement destiné à l'automobile, d'autres industries qui exigent le plus haut niveau de fiabilité, par exemple, les semi-conducteurs et le pétrole et le gaz, l'ont implémenté. Ces normes de fiabilité s'étendent désormais aux produits blancs et aux produits électroniques quotidiens. Strictement, le format actuel est AMDEC (Modes de défaillance et Effets et Analyse Criticité), la criticité du défaut pour l'utilisateur

final est incorporée dans la méthode. À des fins pratiques, il s'agit d'une analyse de risque et d'une technique de réduction des défauts qui prend en compte trois éléments; La SEVERITÉ du défaut pour l'utilisateur final, l'OCCURENCE de la cause racine potentielle et notre DETECTION effective ou ELIMINATION de cette cause racine.

II.3.7.2-Principe:

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

- défaillance, soit la cessation de l'aptitude d'un élément ou d'un système à accomplir une fonction requise.
- mode de défaillance, soit l'effet par lequel une défaillance est observée sur un élément du système.
- cause de défaillance, soit les évènements qui conduisent aux modes de défaillances.
- effet d'un mode de défaillance, soit les conséquences associées à la perte de l'aptitude d'un élément à remplir une fonction requise.

En pratique, il est souvent difficile de bien distinguer ces différentes notions. La maîtrise de ce vocabulaire est néanmoins primordiale pour une bonne utilisation de cet outil.

Pour illustrer ces différents concepts, prenons l'exemple d'une pompe. Dans des conditions normales d'exploitation, la fonction de cette pompe est définie comme son aptitude à fournir un débit donné à sa sortie. Si le débit en sortie de pompe est nul ou nettement inférieur ou supérieur à ce débit défini, la pompe sera dite« défaillante ».

Si, en cours d'exploitation, la pompe s'arrête de façon non désirée, on assistera bien à une défaillance de la pompe. Le fait que la pompe s'arrête constitue donc un effet par lequel une défaillance est observée ; il s'agit d'un mode de défaillance.

La coupure de courant qui a entraîné l'arrêt de la pompe sera alors définie comme une des causes de ce mode de défaillance. L'arrêt de l'approvisionnement du réacteur alimenté par cette pompe suivi d'une dégradation du produit de synthèse constitueront des conséquences de cette défaillance.

L'AMDE est une méthode inductive d'analyse qui permet :

- d'évaluer les effets et la séquence d'évènements provoqués par chaque mode de défaillance des composants d'un système sur les diverses fonctions de ce système.

- déterminer l'importance de chaque mode de défaillance sur le fonctionnement normal du système et en évaluer l'impact sur la fiabilité et la sécurité du système considéré.
- hiérarchiser les modes de défaillance connus suivant la facilité que l'on a à les détecter et les traiter.

Lorsqu'il est nécessaire d'évaluer la criticité d'une défaillance (probabilité et gravité), l'Analyse des Modes de Défaillance, de leurs Effets et de leur Criticité (AMDEC) apparaît comme une suite logique à l'AMDE. L'AMDEC reprend en effet les principales étapes de l'AMDE et y ajoute une évaluation semi-quantitative de la criticité.

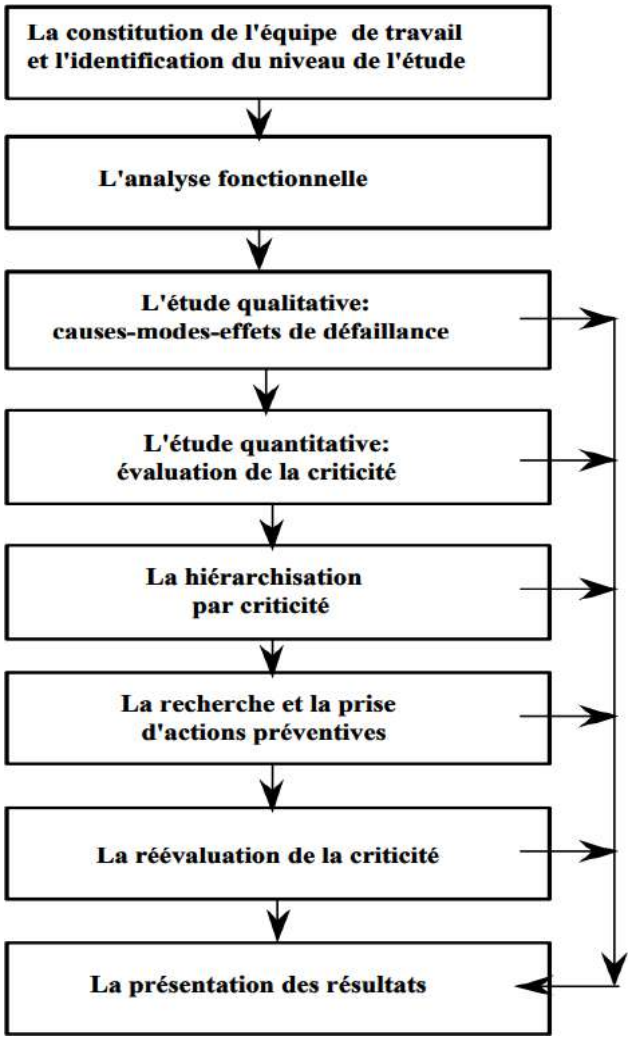


Figure II.4:la démarche AMDEC

II.3.7.3-Les types d'AMDEC:

Il existe différents types d'AMDEC, dont les trois principaux sont :

AMDEC Produit: c'est l'analyse des défaillances d'un produit, dues à sa conception, sa fabrication ou son exploitation, pour améliorer sa qualité et sa fiabilité.

AMDEC Processus: c'est l'analyse des défaillances sur les méthodes de production d'un produit ainsi que les procédures mises en œuvre pour accomplir une tâche.

AMDEC Moyens de Production: c'est l'analyse des défaillances des machines et équipements intervenants dans la réalisation d'un produit. [11]

II.3.7.4-Déroulement:

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

- Dans un premier temps, choisir un élément ou composant du système.
- Retenir un état de fonctionnement (fonctionnement normal, arrêt…).
- Pour cet élément ou composant et pour cet état, retenir un premier mode de défaillance.
- Identifier les causes de ce mode de défaillance ainsi que ses conséquences tant au niveau du voisinage du composant que sur tout le système.
- Examiner les moyens permettant de détecter le mode de défaillance d'une part, et ceux prévus pour en prévenir l'occurrence ou en limiter les effets.
- Procéder à l'évaluation de la criticité de ce mode de défaillance en terme de probabilité et de gravité.
- Prévoir des mesures ou moyens supplémentaires si l'évaluation du risque en montre la nécessité.
- Vérifier que le couple (P,G) peut être jugé comme acceptable.
- Envisager un nouveau mode de défaillance et reprendre l'analyse au point 4).
- Lorsque tous les modes de défaillances ont été examinés, envisager un nouvel état de fonctionnement et reprendre l'analyse au point 3).
- Lorsque tous les états de fonctionnement ont été considérés, choisir un nouvel élément ou composant du système et reprendre l'analyse au point 2).

Dans les faits, il est intéressant de se doter de tableaux tant en qualité de support pour mener la réflexion que pour la présentation des résultats. Un exemple de tableau est fourni ci-dessous.

II.3.7.5-Le tableau AMDEC:

Le travail d'analyse est généralement présenté dans des tableaux de colonnes. Il importe d'utiliser un tableau adapté à la démarche qu'on conduit et non d'emprunter un tableau tout fait. Le remplissage du tableau va guider la démarche ; il est donc essentiel qu'il reflète bien la démarche et les objectifs poursuivis.

Tableau II.5: Exemple d'un tableau de type AMDEC

Chapitre III :										
Système :			Sous-système :							Page :
Composent	Fonction et l'état	Mode de défaillance	Cause de la défaillance	Effets de la défaillance	Moyen de défaillance	criticité				Action de prévention
						F	G	N	C	
. . .	. . .	. . .	. . .	. . .	. . .	. . .	. . .	. . .	. . .	. . .

II.3.7.6-Les cases de ce tableau s'utilisent de la façon suivante:

1) Composent:

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

2) Fonctions et états:

Pour chacun des équipements, il s'agit de lister ses fonctions et états de fonctionnements, Ces fonctions et états sont normalement identifiés au cours de la description fonctionnelle.

Afin de mener l'analyse de la manière la plus complète possible, il est indispensable de considérer l'ensemble des états susceptibles de survenir au cours de l'exploitation.

3) Modes de défaillance:

Pour chaque équipement et en fonction de l'état de fonctionnement, le groupe de travail doit envisager de manière systématique les modes de défaillance possibles (Colonne 3).

La définition des modes possibles de défaillance pour un équipement peut être réalisée à partir du retour d'expérience associé à l'exploitation d'équipements similaires, de tests ou essais.

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

- des utilisations du système.
- des caractéristiques de l'équipement considéré.
- du mode de fonctionnement.
- des spécifications relatives au fonctionnement.
- des délais fixés.
- de l'environnement.

Quel que soit le type d'équipement considéré, la liste suivante tirée de la norme CEI 60812:1985 : « Techniques d'analyse de la fiabilité des systèmes – Procédure d'analyse des modes de défaillance et de leurs effets (AMDE) » facilite l'identification des modes de défaillance par le groupe de travail.

Tableau II.6: Modes de défaillance généraux (extrait du tableau II de la norme **CEI 60812:1985**)

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

De plus, cette même norme propose une liste-guide de modes de défaillance génériques, qui permet d'aider le groupe de travail dans l'analyse. Cette liste est reprise ci-après. Elle présente une série de modes de défaillance génériques pouvant s'appliquer en théorie à tous les cas de figure envisageables. Néanmoins, elle pourra être utilement complétée en vue de tenir compte des spécificités du système étudié. [5]

Tableau II.7: Modes de défaillance génériques (extrait du tableau II de la norme **CEI 60812:1985**)

1	Défaillance structurelle (rupture)	18	Mise en marche erronée
2	Blocage physique ou coincement	19	Ne s'arrête pas
3	Vibrations	20	Ne démarre pas
4	Ne reste pas en position	21	Ne commute pas
5	Ne s'ouvre pas	22	Fonctionnement prématuré
6	Ne se ferme pas	23	Fonctionnement après le délai prévu(retard)
7	Défaillance en position ouverte	24	Entrée erronée(augmentation)
8	Défaillance en position fermée	25	Entrée erronée(diminution)
9	Fuite interne	26	Sortie erronée(augmentation)
10	Fuite externe	27	Sortie erronée(diminution)
11	Dépasse la limite supérieure tolérée	28	Perte de l'entrée
12	Est en dessous de la limite inférieure tolérée	29	Perte de lasortie
13	Fonctionnement intempestif	30	Court-circuit (électrique)
14	Fonctionnement intermittent	31	Circuit ouvert (électrique)
15	Fonctionnement irrégulier	32	Fuite (électrique)
16	Indication erronée	33	Autres conditions de défaillance exceptionnelles suivant les caractéristiques du système, les conditions de fonctionnements et les contraintes opérationnelles
17	Ecoulement réduit		

4) Causes de défaillance:

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

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

Enfin, il convient de tenir compte des défaillances possibles sur les équipements adjacents du système. L'évaluation des effets d'une défaillance d'un élément peut effectivement conduire à l'occurrence d'un mode de défaillance sur un autre élément du système. Il est ainsi nécessaire de veiller à l'adéquation entre les effets de défaillance considérés au cours de l'analyse et les causes d'autres modes de défaillance envisagés.[5]

5) Effets de la défaillance:

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

6) Moyens de détection:

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

7) Evaluation de la criticité:

Lorsque l'AMDE (globale ou pour un composant) a été réalisée, une cotation des risques est effectuée pour toutes les défaillances précédemment identifiées, criticité est une évaluation quantitative du risque constitué par le scénario (mode-cause-effet-détection) de défaillances analyse. La criticité est évaluée à partir de l'estimation des indices de fréquence, de gravité et de non-détection.

- Indice F : relatif à la fréquence d'apparition de la défaillance. Cette fréquence exprime l'habilité combinée d'apparition du mode de défaillance par l'apparition de la cause de la défaillance.
- Indice G : relatif aux conséquences provoquées par l'apparition du mode de la défaillance, l'indice sanctionne uniquement l'effet le plus grave produit par le mode de défaillance, même lorsque plusieurs effets ont été identifiés. L'indice G est déterminé à partir du barème de cotation, La note octroyée set comprise entre 1 et 4.

- indice D : relatif à la possibilité de détecter la défaillance (couple mode de défaillance-cause) avant qu'elle ne produise l'effet. L'indice Dest déterminé à partir du barème de cotation, La note est compris entre 1 et 4.
- Indice C=FxGxD: Qui permettra de hiérarchiser les défaillances et de recenser celles dont le niveau de criticité est supérieur à une limite constante et caractéristique du dispositif considéré. Il peut être contractuellement imposé. Le seuil de criticité varie en fonction des dispositifs de fiabilité ou des technologies traitées. [12]

II.3.7.7-Limites et Avantages:

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

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

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

Par ailleurs, l'AMDEC considère des défaillances simples et peut être utilement complétée, selon les besoins de l'analyse, par des méthodes dédiées à l'étude de défaillances multiples comme l'analyse par arbre des défaillances par exemple.[5]

Conclusion:

Les méthodes d'analyse des dangers sont fréquemment utilisées dans le domaine de la prévention des risques. En apportant un caractère systématique à l'analyse, ils permettent :

- Déterminer les causes et conséquences possibles des événements liés à l'exploitation des établissements industriels.
- Mettre en évidence les barrières de sécurité existantes ou envisageables par rapport aux risques.

Souvent associé au processus d'évaluation semi-quantitative, il vise à identifier les risques les plus importants et à envisager des propositions d'amélioration en conséquence, tous ces éléments sont systématiquement identifiés et présentés sous forme de tableau pour Image APR, AMDEC, un arbre tel qu'un Arbre de Défauts, ou des événements.

De plus, ces méthodes d'analyse des risques sont particulièrement recommandées dans le cadre de l'étude des risques, car elles permettent une identification plus complète et tendent ainsi vers la maîtrise des principaux risques.

Il n'y a pas de bonne ou de mauvaise façon d'analyser les risques. Chaque méthode a ses avantages et ses inconvénients. Ainsi, une méthode particulière est généralement plus ou moins adaptée au contexte de l'installation envisagée et aux objectifs recherchés.

Enfin, il faut rappeler que ces outils ne peuvent garantir l'exhaustivité complète de l'identification des causes potentielles de sinistres..

Nous avons appliqué la méthode AMDEC à sphère, que nous verrons dans le chapitre suivant.

CHAPITRE III : Application de l’AMDEC

Introduction :

L'Algérie est l'un des pays les plus riches au monde selon les potentiels des hydrocarbures. C'est un des pays incontournable de l'organisation des pays exportateurs de pétrole (OPEC) non seulement pour sa position géostratégique mais également pour la qualité et le type de ses produits. Plusieurs champs de gaz et de pétrole existent en Algérie. Nous citerons, entre autres, ceux de Hassi R'mel qui renferment respectivement d'importants gisements de gaz et de pétrole. Après l'indépendance, état algérienne a crée une entreprise pour le service pétrolier nommée Sonatrach a vu le jour et a pris en charge la production et la commercialisation des hydrocarbures, et elle a devenu la clé de voûte de l'économie algérienne.

Depuis le début des années 1990 dans le cadre d'une politique de valorisation maximale de ses ressources gazières, la société nationale Sonatrach a lancé un ambitieux programme de développement, en vue d'augmenter la contribution des GPL dans les exportations globales d'hydrocarbures et d'accroître ainsi les recettes en devises du payé.

L'un des champs qui ont bénéficié de ce programme est le champ de Oued Noumer, et cela a

été concrétisé par la construction d'une nouvelle unité pour produire du gaz pétrolier liquéfier (GPL) à partir des gaz associés au pétrole stocké dans ce champ-là, cette unité a été mise en service en 1997.

III.I.1- Le champ de Hassi R'mel :

Hassi R'mel porte du désert, se trouve à 525 km au Sud d'Alger, à une altitude moyenne de 760m, est une région relativement plate du Sahara où le paysage constitué d'un vaste plateau rocailleux et ne pousse qu'une faible végétation composée essentiellement de buissons et de pistachiers sauvages. Le champ découvert en 1956 s'étale sur plus de 3500 km^2, il est l'un des plus grands gisements de gaz à l'échelle mondiale.

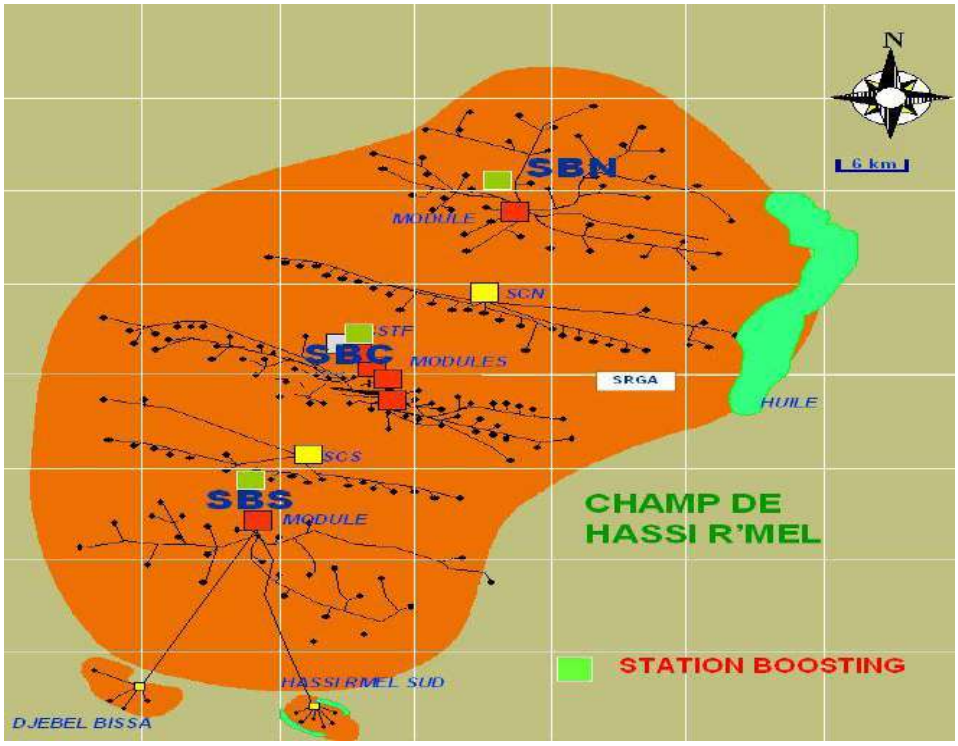


Figure III.I.1 : Le champ de Hassi R'mel

Le champ de Hassi R'mel possède plusieurs installations réparties sur trois secteurs :

- Secteur nord : Module 3 et station de compression nord.
- Secteur centre : Module 0, Module1, Module 4, CSTF, SRGA et le CNDG.
- Secteur Sud : Module 2, Station de compression sud, Djebel Bissa et Hassi R'melsud.

III.I .2- Direction Oued Noumer :

III.I.2.1 Situation géographique :

La direction Oued Noumer est situé à 140km au sud-est du champ gazier de hassi R'mel et à 220km à l'ouest-nord-ouest du champ pétrolier de Hassi Messaoud. Son siège administratif et sa basede vie sont installés à 5km au nord de la RN 49, axe routier reliant Ghardaïa à Ouargla et à environ 45km de la ville de Ghardaïa. Le champ s'étend sur une superficie de 110km2, il produit l'huile et dugaz à condensat. Il se composé des périmètres tel que : Oued Noumer, Ait Kheir, Sidi-Mezghich, Makouda, Djorf (abandonné), Glib El Djmel, Triefis, Oued El Ghofran, Hassi Bou Khellala Nord, Oued Noumer Sud et Chaabet El Nakhla.

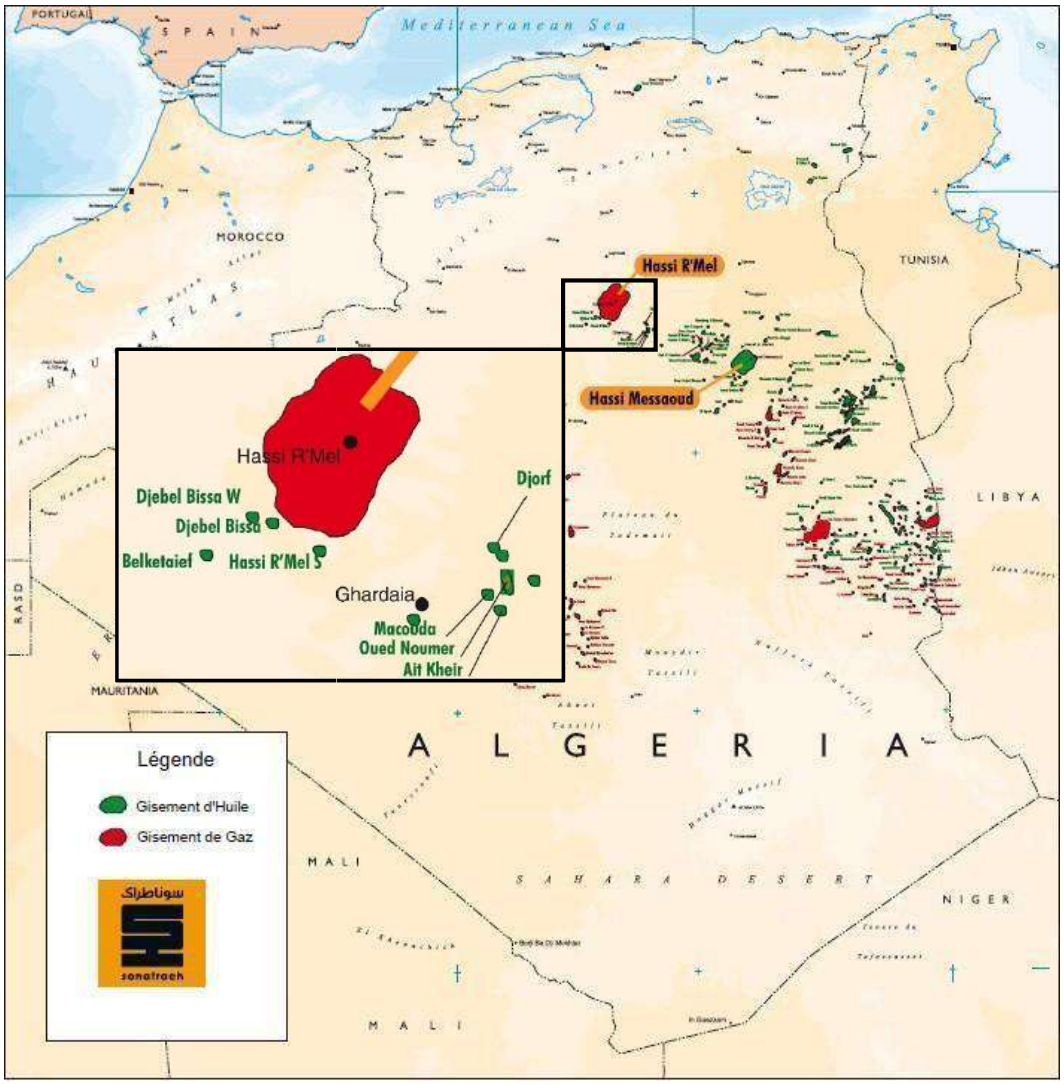


Figure III.I.2: Situation géographique des champs Oued Noumer et Hassi R'mel

III.I.2.1 Situation géologique :

La direction Oued Noumer incorpore deux champs producteurs majeurs, Oued Noumeret Ait Kheir. En tout 15 puits ont été forés dans la structure d'Oued Noumer, dont 06 producteurs. Dans la structure d'Ait Kheir, 28 puits ont été forés, dont 14 producteurs. En plus, 11 puits ont été forés dans les structures comprenant Makouda, Djorf, et Ras Sedra ; la production d'hydrocarbures à partir de ces structures a été très faible. La production provient des grès du Trias Argilo- Gréseux (TAG) qui se trouve en discordance sur des roches d'âge Ordovicien (BEICIP, 1980), suivant les résultats des analyses de carottes faites par BEICIP. On reconnaît 3 zones principales, TAG A, B et

C. Les grès de TAG A et B produisent du condensat de gaz et de l'huile légère, alors que les grès inférieurs de TAG C sont aquifères ,

La majorité de la production provient des grès fluviaux épais TAG de B ,Au-dessus de la zone TAG A se trouve l'Argile- Siliceux Supérieur. Cette unité est recouverte par une série évaporitique épaisse et la formation du Trais Salifère. La présence du sel pourrait expliquer les pressions de gisement épais qui ont le support d'un aquifère actif. Dans ce cas, le sel auraitjoué le rôle d'une barrière très étanche si la colonne rocheuse avait été soumise à un soulèvement profondeur d'enfouissement plus grande.

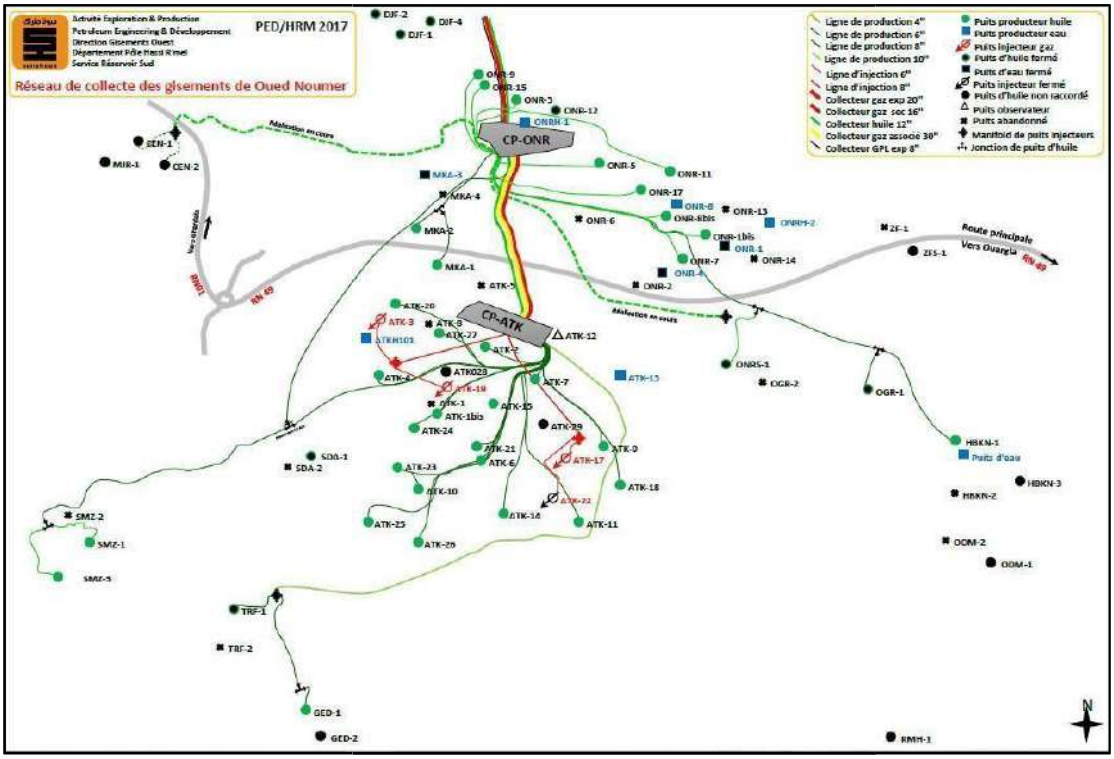


Figure III.I.3:Réseau de collecte des gisements à Oued Noumer avec 2,75 km de profondeur

III.I.2.3 Chronologie de développement :

Les dates clés qui ont ponctués le développement de la direction Oued Noumer sont :

- **1969 :** La Première découverte d'un puits d'huile et de gaz à Oued Noumer. Jusqu'à présent 17 puits ont été forés (ONR 1 à ONR 15 plus ONR 1bis et ONR 8bis) dont quatre sont noyés (ONR 2, 4, 6, 10), deux abandonnés (ONR 13 et 14), un puits fermé ONR 12, un puits sec ONR 15 et le reste des puits producteurs sont reliés au Centre de production ONR.
- **1972 :** Mise en service première unité de séparation (démarrage des champs ONR/ATK). Suiteà la découverte d'ATK 1, vingt-sept puits qu'ont été forés dont cinq sont des puits injecteurs de gaz (ATK i3, ATK i10, ATK i17, ATK i 19,

ATKi22).

- **1974 :** El Djorf a été découvert par le puits DJF1, quatre puits ont été forés dont DJF 3 est trouvé noyé. Actuellement tous ces puits sont fermés et ce depuis les années 80 à cause de leurs faibles potentiels.
- **1975 :** Makouda a été découvert par le puits MKA 1, quatre puits ont été forés dont deux (MKA 3, 4) sont trouvés noyés. MKA 1 et MKA 2 sont reliés au centre de production ONR.
- **1976 :** Sidi Mezghiche a été découvert par le puits SMZ 1, trois puits ont été forés dont SMZ2 est trouvé noyé. Les puits SMZ et SMZ 1 sont relié via une collecte de 4"vers centre de production d'Ait Kheir.
- **1986 :** Démarrage de la nouvelle unité de séparation de brute et de récupération de gaz.
- **1997 :** Démarrage de l'unité d'extraction de GPL.

Et plus récemment, d'autres petites structures ont été découvertes par des forages d'exploration au voisinage et au sud du gisement de Ait El Kheir, dont en :

- **2012 :** Glib El Djemel le puits GED 1 découvert suite au résultat positif du DST. Tréfis, deuxpuits ont été foré TRF 1 et TRF 2, ce dernier et trouvé sec Les deux puits TRF 1 et GED 1 sontraccordé via une collecte 10" au centre de production d'Ait El Kheir.
- **2014 :**Hassi Boukhellala Nord découvert en janvier 2014 par le puits HBKN 1 suite au résultatpositif du DST, le puits est raccordé au centre de production ONR via un pipe 6".

III.I.2.4 Capacité de production et de stockage :

- **Production :**

Tableau III.I.1: capacité de production

GPL :	2 400 m3/jour (1 200 T/J)
HUILE/CONDENSAT :	2 750 T/Jour
GAZ	9 x 106 Millions de SM3/jour

- **Stockage :**

Tableau III.I.2 : capacité de stockage

Désignation	Nombre	Volume (m3)	Pression	Capacité globale (m3)
Oued noumer				
Bacs stockage brut	4	4880	Atm	20520
Sphère GPL	2	540	13 bar	1080
Ait Kheir				
Bac de stockage brut	1	1000	Atm	1000

III.I.2.5 Organigramme d'Oued Noumer :

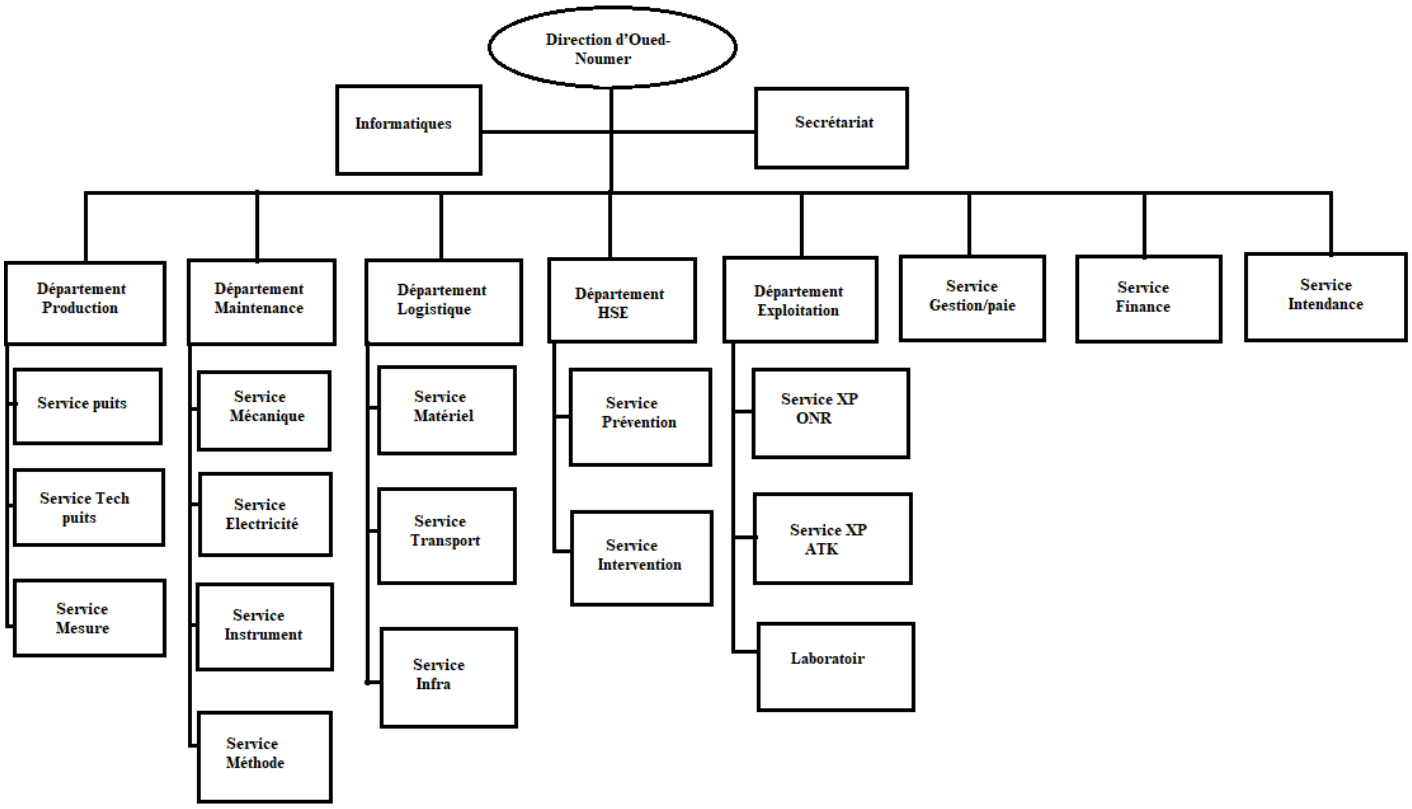


Figure III.I.4: Organigramme de la direction Oued Nomme

III.I.2.6 Procéder pétrolier au champ de OUED NOUMER

III.I.2.6.1. Unité de séparation des fluides (unité 20) :

Cette unité a pour but de collecter les effluents gaz et/ou huile provenant de différents centres de production (ATK, ONR, MKD) ; l'unité aussi séparer le gaz de l'huile brute ainsi que stabiliser l'huile pour réaliser le dégazage dans les bacs de stockage ;permettre la mise à la torche des gaz à haute pression provenant d'ATK et du séparateur de brut à haute pression lors de l'arrêt des unités de compression.

III.I.2.6.2. Unité de compression :

L'unité de compression a pour but d'augmenter la pression des gaz effluents pour assurer le fonctionnement de l'unité GPL.

III.I.2.6.3. Unité d'extraction GPL :

Production de GPL, condensat, de gaz traité et un courant gazeux de recyclage.

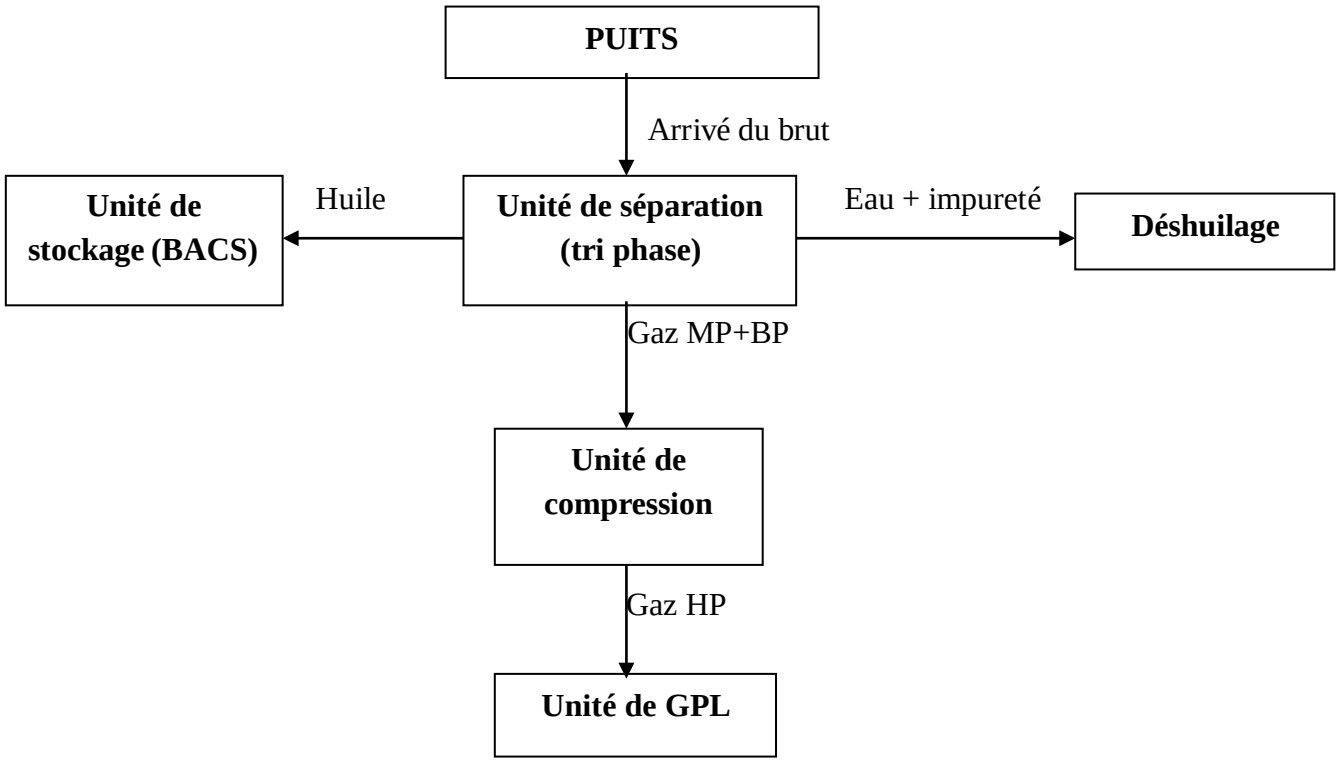


Figure III.I.5 : Organigramme de Procéder pétrolier d'ONR

III.I.2.7 Service HSE :

Le contrôle, l'organisation et le maintien d'un haut niveau de sécurité du personnel et des biens, sont les principales taches du service sécurité.

La politique de département HSE au niveau de la direction de ONR :

C'est la politique de SONATRACH en géniale que est d'avoir un 0 accident sur

- La santé du personnel
- La sécurité des équipements
- La protection de l'environnement

III.I.2.7.1 Service prévention:

- D'assurer les conditions de sécurité favorisant le travail.
- De participer a toute modification concernant les déférentes installations
- De rédiger les consignes de sécurité générale et particulière.
- De participer a la politique globale de la prévention de l'entreprise dans les déférentes compagnes de sensibilisation.
- De travailler en collaboration avec le médecin de travail pour améliorer les conditions de travails.
- D'analyser les statistiques d'incidents et d'accidents de travail et en tirer les recommandations nécessaires.
- Formation et information de travailleurs.

III.I.2.7.2 Service intervention:

- D'intervention en cas d'incendie.
- D'assiste aux travaux dangereux qui nécessitent la présence d'agent de service.
- D'appliquer les plans d'intervention au terrain de feu .
- De maintenir en bonne état tous les véhicules et les équipements d'intervention.
- Vérification et entretien des extincteur dans tous les locaux , les ateliers et les engins.

SERVICE SURVEILLANCE

- De contrôler toutes personnes entrant et sortant du complexe administratif, complexe industriel et les bacs de vie.
- De contrôler les accès des véhicules.
- De coordonner et organiser la circulation des véhicules en cas d'urgence.

Introduction :

Les sphères sont généralement utilisées pour stocker des liquides et des gaz comprimés en dessous de la température ambiante tels que l'ammoniac, le propène, le GPL, le butadiène, etc. La plupart des sphères, ou un bon nombre d'entre elles, fonctionnement à de basses températures avec une limite maximale de -50 °C (-58 °F). Les gaz sont stockés sous pression à une température inférieure à leur température de liquéfaction.

L'avantage principal des installations sphériques est que la concentration de contrainte sous une forme sphérique sera minime pendant le stockage de gaz comprimés, car la résistance de contrainte sera uniforme sur toute la surface. Un autre avantage est la surface extérieure réduite pour un volume de stockage donné par rapport à toutes les autres formes possibles.

En raison des températures de stockage froides, des températures ambiantes souvent élevées et de l'humidité à l'extérieur de la sphère, il est primordial d'avoir un système d'isolation thermique bien conçu et correctement installé afin de maintenir une température constante à l'intérieur de la sphère.

III.II.1 Description générale de sphère de stockage GPL (50 -T- 01 A):

III.II.1.1- Caractéristiques technique de la sphère (50 - T- 01 A):

Diamètre intérieur : D= 23,9314 m
Tolérance de Corrosion : 3,175 mm
Température de calcul: -17,8 –93,3 °C
Matériel: SA-537 CL. 2
Pression nominal PN= 5,34 Kg /Cm^2
Température nominale TN = 21 Kg/Cm^2
Pression de calcul P=5,98 Kg/Cm^2

III.II.1.2- Équipements des sphères de stockage GPL:

- Ligne de remplissage 14'
- Ligne de vidange 12" : calorifugée
- Lige de purge d'eau: calorifugée et équipée de deux résistances (traçage électrique) pour éviter le givrage de la conduite
- Ligne de prise d'échantillon

- Ligne de récupération des vapeurs GPL: BOIL OFF
- 2 Soupapes PSV vers atmosphère
- 2 Soupapes PS V vers torche
- 2 Trou d'homme : un trou en bas et l'autre en haut équipés d'une conduite de vidange
- 2 Indicateurs de pression PG (haut et bas)
- 2 Indicateurs de température TG (haut et bas)
- 2 jauges avec indicateur local
- LIA H: alarme haut niveau.
- LZH: alarme très haut niveau.
- LIAL: alarme bas niveau .
- LZL: alarme très bas niveau 2 Eclairages ATEX haut et bas
- Une mise à la terre et parafoudre.
- Une passerelle pour accès au sommet de la sphère

Le schéma ci-dessous représente les principaux équipements d'un des sphères de stockage :

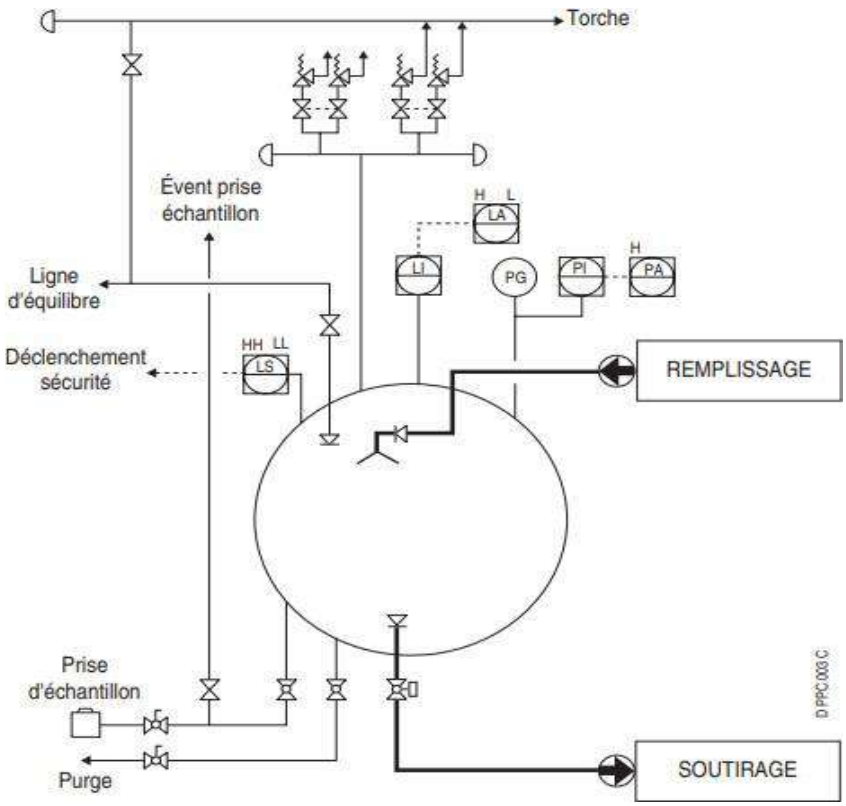


Figure III.II.1 : Exemple sphère de stockage

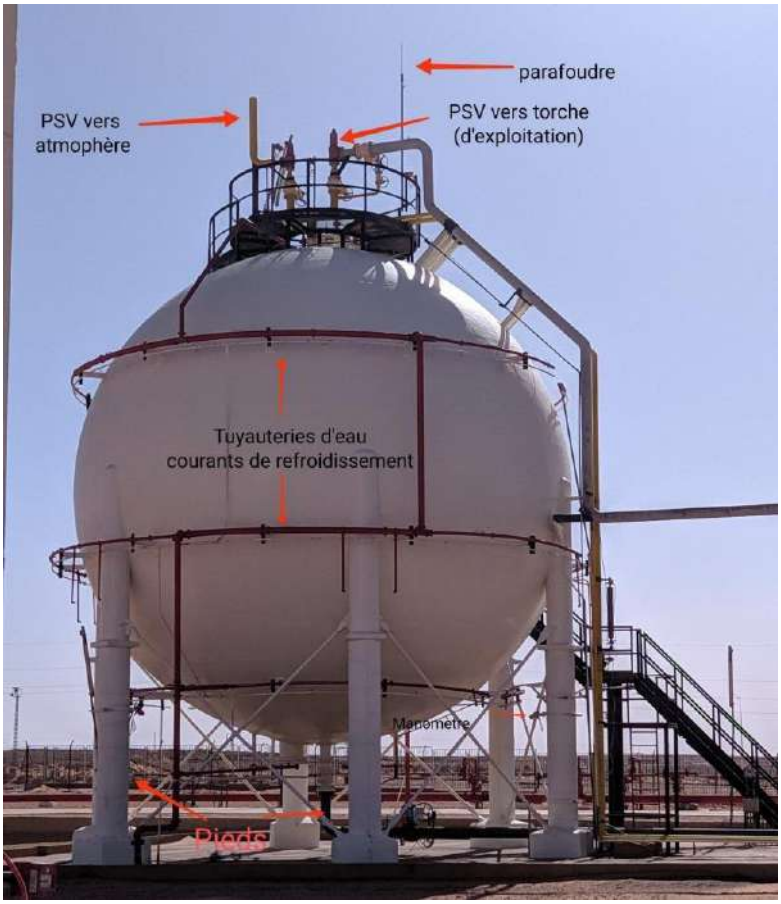


Figure III.II.2 : Sphère (50 - T- 01 A)

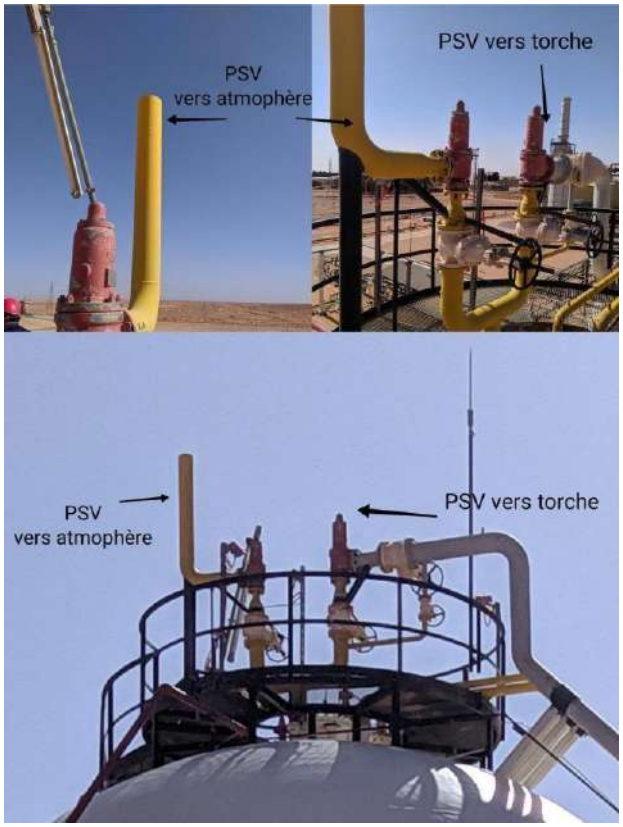


Figure III.II.3 :PSV vers (atmosphère et torche)

Introduction :

Dans le domaine du stockage de GPL, les risques sont toujours présents et pour connaître la nature, les causes et les conséquences de ce risque, nous appliquerons la méthode d'analyse des risques « AMDEC ».

III.III.1-Application de la méthode AMDEC :

III.III.1.1-Description du système Sphère (GPL) :

Les installations sphériques se caractérisent par le fait que la concentration des contraintes dans une forme sphérique sera négligeable lors du stockage des gaz comprimés, car la résistance aux contraintes sera uniforme sur toute la surface

Il contenir de plusieurs parties ou sous-systèmes :

III.III.1.1.1-Le sous-système 01 (La sphère et ces accessoires) :

Son principale fonction stockage des gaz, il se compose de :

- Corps de la sphère
- Soupape d'exploitation
- La soupape de sécurité (vers atmosphère).
- La mise à la terre et parafoudre.
- Thermomètre
- Indicateur de niveau LSH et LSHH
- Manomètre.

III.III.1.1.2-Le sous-système 02 (Refroidissement de la sphère) :

Son principale fonction est de refroidir la circonférence de la sphère lorsque sa température augmente (réseaux anti-incendie), il compose de :

- Tuyauteries
- D'eau (courants de refroidissement).
- Pompes Jockey électrique (2 pompes)

III.III.1.1.3-Le sous-système 03 (Remplissage de la sphère) :

Il compose de :

- Tuyauteries.
- Pompe centrifuge (moteur asynchrone).
- Vanne HV 5101 (vanne d'ouverture et de fermeture à air comprimé).

III.III.1.1.4- Le sous-système 04 (Expédition de GPL) :

Il compose de :

- Débitmètre
- Pompe centrifuge (moteur asynchrone).

Les tableaux ci-dessous résument l'application de la méthode sur Sphère de GPL:

Tableau III.III.1 : Sous-système 01 (La sphère et ces accessoires)

CHAPITRE III **Section III**										
Système: Stockage et Expédition de GPL			**Sous-système 01:** La sphère et ces accessoires							**Page : 01**
Identification du Composent	**Fonctions et l'états**	**Mode de Défaillance**	**Cause de la défaillance**	**Effets sur le système élémentaire**	**Effets sur le système sur les autres systèmes élémentaires**	**criticité**				**Actions préventives**
						F	**G**	**D**	**C**	
corps de la sphère	**Fonction :** Stockage du GPL. **Etat :** - Ouvert en état de remplissage et d'expédition -Fermé en état stationnaire	Rupture	- Trop de pression en remplissage - Effets externes (ex : projectiles)	-Détérioration de la sphère	-BLEVE -Incendie -Perte de produit (GPL) -Perte de matériels -- -Pollution environnementale	**1**	**4**	**2**	**8**	-système de la torche (dépressurisation automatique à la torche) -Système de décharge et de commande le niveau de produit par des vannes régulatrice -Double soupape de sécurité -Système d'arrêt automatique
		Fissure	- Effets externe - Corrosion (interne ou externe)	- Dégradation ultérieure du corps de la sphère	-BLEVE -Fuit de GPL	**1**	**3**	**3**	**9**	-Maintenance et nettoyage périodique de la sphère -Détection les fissures (par par rayonnement ultrasonique) -Utilisez une peinture spéciale pour couvrir les fissures(de type thermolag)

Tableau III.III.2 : Sous-système 01 (La sphère et ces accessoires)

CHAPITRE III **Section III**										
Systéme: Stockage et Expedition de GPL			**Sous-système 01:** la sphère et ces accessoires							**Page : 02**
Identification du Composent	**Fonctions et l'états**	**Mode de Défaillance**	**Cause de la défaillance**	**Effets sur le système élémentaire**	**Effets sur le système sur les autres systèmes élémentaires**	**criticité**				**Actions préventives**
						F	**G**	**D**	**C**	
Pied de la sphère **(6 pied)**	**Fonction :** Supportent la sphère	Rupture	-Cause Corrosif -Les effets externes -causes naturelles (tremblement de terre) -Plateforme inconfortable	Déstabilisation -détérioration ultérieur des pieds	-BLEVE -Rupture des tuyauteries attachés au sphère -perte la sphère (Déformation) - Fissure dans la sphère (donc fuite de GPL) - Dommages aux personnes, au matérielet à l'environnement	**1**	**3**	**1**	**3**	- Contrôle périodique -Ajouter des conduites en acier les supports entre eux

Tableau III.III.3 : Sous-système 01 (La sphère et ces accessoires)

CHAPITRE III **Section III**										
Système: Stockage et Expédition de GPL			**Sous-système 01:** La sphère et ces accessoires							**Page : 03**
Identification du Composent	**Fonctions et l'états**	**Mode de Défaillance**	**Cause de la défaillance**	**Effets sur le système élémentaire**	**Effets sur le système sur les autres systèmes élémentaires**	**criticité**				**Actions préventives**
						F	**G**	**D**	**C**	
Soupape d'exploitation	- **Fonction** : Evacuation de gaz en cas de surpression (p> 15,7bars). - **Etat :** -Fermée en fonctionnement normale. -Ouverte si (p> 15,7bars)	La Soupape ne s'ouvre pas.	-Les éléments de soupape Ne fonctionne pas comme il se doit - corrosion des éléments de soupape	-Défaillance de la soupape	-Ouverture de soupape de Sécurité	**3**	**4**	**3**	**36**	-Vérification de soupape chaque 3 ans
		La Soupape ne se ferme pas.	-Coincement de ressort. -Défaillance de clapet.	-Défaillance de la soupape	-Perte de GPL -pollution de l'air -Mauvaise qualité de GPL	**2**	**2**	**2**	**8**	-Tarage après chaque crachement.

Tableau III.III.4 : Sous-système 01 (La sphère et ces accessoires)

CHAPITRE III **Section III**										
Système: Stockage et Expédition de GPL			**Sous-système 01:** La sphère et ces accessoires							**Page : 04**
Identification du Composent	**Fonctions et l'états**	**Mode de Défaillance**	**Cause de la défaillance**	**Effets sur le système élémentaire**	**Effets sur le système sur les autres systèmes élémentaires**	**criticité**				**Actions préventives**
						F	**G**	**D**	**C**	
La soupape de sécurité (vers atmosphère)	**-Fonction :** Evacuation du gaz vers atmosphère. **-Etat :** -Fermée en fonctionnement normal -Ouverte si (p> 16 bars)	La Soupape ne s'ouvre pas.	-Les éléments de soupape ne fonctionne pas comme il se doit - corrosion des éléments de soupape	-Défaillance de la soupape	-la pression monte à l'intérieur de la sphère -la pression monte à l'intérieur de tuyauteries	**2**	**4**	**3**	**24**	-Ajouter une autre soupape de sécurité
		La Soupape ne se ferme pas.	-Les éléments de soupape ne fonctionnent pas comme il se doit - corrosion des éléments de soupape	-Défaillance de la soupape	-Dépression de la sphère. -Fuite importante de GPL. -Pollution de l'atmosphère. -BLEVE possible	**2**	**2**	**2**	**8**	-Tarage après chaque crachement.

Tableau III.III.5: Sous-système 01 (La sphère et ces accessoires)

CHAPITRE III **Section III**										
Système: Stockage et Expédition de GPL			**Sous-système 01:** La sphère et ces accessoires							**Page : 05**
Identification du Composent	**Fonctions et l'états**	**Mode de Défaillance**	**Cause de la défaillance**	**Effets sur le système élémentaire**	**Effets sur le système sur les autres systèmes élémentaires**	**criticité**				**Actions préventives**
						F	**G**	**D**	**C**	
La mise à la terre et parafoudre	**- Fonction :** - Evacuation des charges électriques vers la terre.	Pas de liaison à la terre.	-mauvaise qualité des câbles. -Mauvaise installation du système		-Les effets de la foudre(ex :incendie, BLEVE) -Les charges statiques causer l'étincelle.	**1**	**2**	**2**	**4**	-Assurer le bon serrage - Contrôlé les câbles

Tableau III.III.6 : Sous-système 01 (La sphère et ces accessoires)

CHAPITRE III **Section III**										
Système: Stockage et Expédition de GPL			**Sous-système 01:** La sphère et ces accessoires							**Page : 06**
Identification du Composent	**Fonctions et l'états**	**Mode de défaillance**	**Cause de la défaillance**	**Effets sur le système élémentaire**	**Effets sur le système sur les autres systèmes élémentaires**	**criticité**				**Actions préventives**
						F	**G**	**D**	**C**	
Thermomètre	**- Fonction :** -Mesure de la température.	-Ne fonction pas.	-Bouchage Dans le thermomètre - Défaillance de transmetteur	-Défaillance de thermomètre.	-Augmentation de pression dans la sphère (Parce que la température est élevée)	**3**	**3**	**2**	**12**	-Visite et contrôle périodique -Ajouter Thermomètre ou Remplacer par un autre en cas de défaillance.

Tableau III.III.7 : Sous-système 01 (La sphère et ces accessoires)

CHAPITRE III **Section III**										
Système: Stockage et Expédition de GPL			**Sous-système 01:** La sphère et ces accessoires							**Page : 07**
Identification du Composent	**Fonctions et l'états**	**Mode de défaillance**	**Cause de la défaillance**	**Effets sur le système élémentaire**	**Effets sur le système sur les autres systèmes élémentaires**	**criticité**				**Actions préventives**
						F	**G**	**D**	**C**	
Indicateur de niveau LSH et LSHH	**Fonction :** -Si le niveau de produit GPL est de 80% donne un signe sonore à la salle de contrôle LSH.	-Les indicateurs ne fonction pas.	-Défaut mécanique -Il n'y a pas d'alimentation électrique	-Défaillance de Les indicateurs	- BLEVE -Augmentation de pression dans la sphère -Remplissage excessif de la sphère -Exporter une mauvaise qualité de GPL.	**2**	**3**	**2**	**12**	-Mettre un autre détecteur de niveau - Maintenance et Remplacement en cas de défaillance - vérification et contrôle périodique

Tableau III.III.8 : Sous-système 01 (La sphère et ces accessoires)

CHAPITRE III **Section III**										
Système: Stockage et Expédition de GPL			**Sous-système 01:** La sphère et ces accessoires							**Page : 08**
Identification du Composent	**Fonctions et l'états**	**Mode de Défaillance**	**Cause de la défaillance**	**Effets sur le système élémentaire**	**Effets sur le système sur les autres systèmes élémentaires**	**criticité**				**Actions préventives**
						F	**G**	**D**	**C**	
Manomètre	**Fonction :** -Indication de la pression.	Pas d'indication	-Bouchage de Manomètre - Défaillance les éléments de la Manomètre (bobinage, transmetteur)	-Défaillance de manomètre	-Sur pression ou dépression de la sphère pas détecté	**2**	**2**	**2**	**8**	- Changement de Manomètre en cas de panne
		Indication erronée	-Erreur humain. -Mauvais réglage	-Défaillance de manomètre	-Sur pression ou dépression de la sphère (pas détecté)	**4**	**2**	**3**	**24**	- Changement de Manomètre en cas de panne

Tableau III.III.9 : Sous-système 02 (Refroidissement de la sphère)

CHAPITREIII **Section III**										
Système: Stockage et Expédition de GPL			**Sous-système 02:** Refroidissement de la sphère							**Page : 09**
Identification du Composent	**Fonctions et l'états**	**Mode de défaillance**	**Cause de la défaillance**	**Effets sur le système élémentaire**	**Effets sur le système sur les autres systèmes élémentaires**	**criticité**				**Actions préventives**
						F	**G**	**D**	**C**	
Tuyauteries d'eau (courants de refroidissement)	**Fonction :** Circulation d'eau de refroidissement .	Bouchage	-Corrosion à l'intérieur du Tuyau -Bouchage par des éléments étrangers	-Fissure et rupture dans le réseau de refroidissement	Les Tuyauteries de refroidissement ne fonction pas en cas la température de la sphère a augmenté	**3**	**3**	**3**	**27**	- maintenance périodique du courant
		Fissure	-Corrosion à l'intérieur Du Tuyau -erreur humain –Chocs mécanique	- Défaillance Le systéme de refroidissement	-Fuite d'eau.	**1**	**2**	**3**	**6**	-Vérifier les Tuyauteries d'eau tous les 6 mois - Utilisation de systèmede détection de fissure
		Rupture	-Corrosion à l'intérieurdu Tuyau -erreur humain	- Défaillance Le système de Refroidissement	-Fuite d'eau. - Les Tuyauteries de refroidissement ne fonction pas en cas La température de lasphère a augmenté	**2**	**3**	**2**	**12**	- Vérification et Contrôle périodique.

Tableau III.III.10: Sous-système 02 (Refroidissement de la sphère)

CHAPITRE III **Section III**										
Système: Stockage et Expédition de GPL			**Sous-système 02:** Refroidissement de la sphère							**Page : 10**
Identification du Composent	**Fonctions et l'états**	**Mode de Défaillance**	**Cause de la défaillance**	**Effets sur le système élémentaire**	**Effets sur le système sur les autres systèmes élémentaires**	**criticité**				**Actions préventives**
						F	**G**	**D**	**C**	
Pompes Jocky électrique (2 pompes)	**Fonction :** Maintien le réseau incendie à 8 bars.	-panne de la pompe (Arrêt de la pompe)	-Erreur humain. -Défaut électrique. ou mécanique au niveau de la pompe -Absence d'alimentation électrique.	-Défaillance de la pompe Jocky	-Absence de la pression dans le réseau incendie - Mauvais intervention en cas d'un incendie	**2**	**3**	**2**	**12**	- Ajouter d'autres pompes diesel - Ajouter des Manomètres Et connectez avec la salle de contrôle -maintenance périodique de réseau incendie

Tableau III.III.11 : Sous-système 03 (Remplissage de la sphère)

CHAPITRE III **Section III**										
Système: Stockage et Expedition de GPL			**Sous-système 03:** Remplissage de la sphère							**Page : 11**
Identification du Composent	**Fonctions et l'états**	**Mode de Défaillance**	**Cause de la défaillance**	**Effets sur le système élémentaire**	**Effets sur le système sur les autres systèmes élémentaires**	**criticité**				**Actions préventives**
						F	**G**	**D**	**C**	
Tuyauteries	**Fonction :** -trajet de produit GPL à stocker	Fissure	-Erreur humain (ex : Chocs mécanique) -Corrosion à l'intérieur du Tuyau	-Défaillance des tuyauteries	- BLEVE possible -Fuit de produit (GPL)	**2**	**3**	**3**	**18**	- Utilisation des Tuyauteries de haute qualité
		Rupture	- Corrosion. -Erreur humain (Les travaux à coté de ces tuyauteries)	-Défaillance des tuyauteries	-BLEVE - Incendie - perte une grande quantité de produit (GPL)- La pollution de l'environnement	**2**	**3**	**3**	**18**	- Utilisé Les moyens de préventions et de protection en cas des travaux au voisinage de tuyauteries.

Tableau III.III.12 : Sous-système 03 (Remplissage de la sphère)

CHAPITRE III **Section III**										
Système: Stockage et Expedition de GPL			**Sous-système 03:** Remplissage de la sphère							**Page : 12**
Identification du Composent	**Fonctions et l'états**	**Mode de Défaillance**	**Cause de la défaillance**	**Effets sur le système élémentaire**	**Effets sur le système sur les autres systèmes élémentaires**	**criticité**				**Actions préventives**
						F	**G**	**D**	**C**	
Pompe centrifuge (moteur asynchrone)	**Fonction :** Pompé le GPL vers stockage	-Arrêt de la pompe	-Absence d'alimentation électrique. -Défaut mécanique. -Présence de l'air ou gaz dans le GPL.	- La défaillance de la pompe	- le remplissage de sphère faible. -Pas de production.	**3**	**2**	**2**	**12**	-Ajouter une autre pompe avec celle qui marche. (stand-by)

Tableau III.III.13 : Sous-système 03 (Remplissage de la sphère)

CHAPITRE III **Section III**										
Système: Stockage et Expédition de GPL			**Sous-système 03:** Remplissage de la sphère							**Page : 13**
Identification du Composent	**Fonctions et l'états**	**Mode de Défaillance**	**Cause de la défaillance**	**Effets sur le système élémentaire**	**Effets sur le système sur les autres systèmes élémentaires**	**criticité**				**Actions préventives**
						F	**G**	**D**	**C**	
Vanne HV 5101 (vanne d'ouverture et de fermeture à air comprimé)	**Fonction :** Permettre le passage de GPL dans la section de stockage.	-Ne s'ouvre pas.	-Corrosion de la Vanne - Problème dans les éléments de la Vanne HV (transmetteur ou actionneur)	-Défaillance de la vanne HV	- le niveau de GPL dans la sphère inconnu	**2**	**3**	**3**	**18**	- Vérification et contrôle périodique

Tableau III.III.14 : Sous-système 04 (Expédition de GPL)

CHAPITRE III **Section III**										
Système: Stockage et Expédition de GPL			**Sous-système 04 :** Expédition de GPL							**Page : 14**
Identification du Composent	**Fonctions et l'états**	**Mode de Défaillance**	**Cause de la défaillance**	**Effets sur le système élémentaire**	**Effets sur le système sur les autres systèmes élémentaires**	**criticité**				**Actions préventives**
						F	**G**	**D**	**C**	
Débitmètre	**Fonction :** Indication du débit de la ligne d'expédition.	-Pas d'indication.	-Bouchage	-Défaillance de débitmètre	- Les pompes d'expédition tombent en panne en cas de débit élevé -Débit d'expédition inconnue	**2**	**3**	**2**	**12**	- Ajouter un autre Débitmètre à côté du premier -Contrôle et visite périodique.

Tableau III.III.15 : Sous-système 04 (Expédition de GPL)

CHAPITRE III **Section III**										
Système: Stockage et Expédition de GPL			**Sous-système 04 :** Expédition de GPL							**Page : 15**
Identification du Composent	**Fonctions et l'états**	**Mode de Défaillance**	**Cause de la défaillance**	**Effets sur le système élémentaire**	**Effets sur le système sur les autres systèmes élémentaires**	**criticité**				**Actions préventives**
						F	**G**	**D**	**C**	
Pompe centrifuge (moteur asynchrone)	**Fonction :** Pompé le GPL vers le pipe d'expédition	-Arrêt de la pompe.	-Absence d'alimentation électrique. -Défaut mécanique. -Présence de l'air ou gaz dans le GPL.	-Défaillance de la pompe.	-Arrêt de l'expédition.	**2**	**2**	**3**	**12**	-Assurer Maintenance -Ajouter d'autres pompes en cas d'une panne
		-Vibration	-Défaut mécanique. -Tension d'alimentation est trop élevé. - Présence l'air ou gaz dans le liquide	- Défaillance de la pompe.	- Perturbe le bon fonctionnement de système.	**3**	**2**	**2**	**12**	-Assurer Maintenance

Conclusion :

Le tableau AMDEC nous permet d'identifier toutes les défaillances associées aux systèmes de stockage et de transport de GPL.

Nous savons que l'AMDEC nous a permis de classer la gravité des modes de défaillance en fonction de leur gravité, de leur fréquence d'occurrence et de l'indétectabilité de ces modes.

Par conséquent, nous constatons que l'événement le plus effrayant et le plus catastrophique est le BLEVE, qui a les caractéristiques suivantes :

• Sa gravité, il provoque des conséquences catastrophiques affectant les personnes, les biens et l'environnement.

• Fréquence, rare.

En outre, nous observons que la corrosion est la cause immédiate de la plupart des modes de défaillance, même l'erreur humaine du second degré provoquant les modes de défaillance.

En bref, pour un résultat précis, il est nécessaire d'ajouter la propriété d'importance.

Conclusion générale

Au cours de ce travail, la question est que la réponse appropriée au problème de représentation et de traitement des incertitudes est plus souvent utilisée par les méthodes d'évaluation et d'analyse des risques industriels, est connue comme méthode de simplification et est largement utilisée dans l'industrie.

- **Travail réalisé:**

Deux parties font l'objet de cette mémoire, la première partie est la partie théorique qui comprend les recherches initiales sur l'approche globale de la gestion des risques et les principales méthodes qualitatives et semi-quantitatives appliquées dans cette approche. La méthodologie d'analyse des risques « AMDEC » qui constitue ce cadre a été détaillée.
La deuxième partie de cette thèse est consacrée à l'application de la méthode AMDEC à la Sphère de la GPL « Stockage de Gaz ». Nous avons réalisé une description technique et fonctionnelle du système et nous avons appliqué la meilleure méthode d'analyse, l'AMDEC.

Les résultats obtenus dans les tableaux indiquent qu'il existe des risques qui sont pris en compte et des risques inacceptables qui peuvent avoir des effets catastrophiques sur l'industrie, les biens et l'environnement qui de Critique (36.27) comme les dangers des composants du sous-système 1 par exemple la Soupape d'exploitation de tableau 3.

- **Perspectives:**

Présent mémoire devrait être vus comme une première étape pour évaluer puis améliorer les faiblesses du système et enfin prendre d'autres actions correctives. D'autres aspects importants peuvent faire l'objet de l'organisation de la maintenance.

Recommandations

En va proposer des solutions pour diminuer la criticité des risques, qui sont :

- Appliquer et respecter les exigences des normes et les réglementations concerne le stockage de Gaz
- Utilisation des matériaux de bonne qualité
- Respecter les procédures de travail
- Formation et sensibilisation des personnels sur tous les risques
- En cas d'un risque majeure (incendie, explosion, boil-over) il faut protéger les installations voisins.
- Maintenance et contrôler périodique pour tous les équipements de Sphère.
- Effectuons des évaluations de risque pour toutes les opérations et activités nouvelles et existantes et nous mettrons en œuvre les moyens de contrôle appropriés.
- Faire des études des risques à haut niveau pour la création des données de fiabilité des systèmes (gravité, fréquence ….).
- Faire des simulations pour vérifier le système anti incendie.

Bibliographique

[1] Rachid Chafi, Maîtrise du risque par la mise en place d'une culture de sécurité au sein de l'activité Aval/Sonatrach,Thèse Magister en Gestion des Risques Industrielle ET environnement Université d'Oran Es-Sénia,2010.

[2] https://www.legarrec.com/entreprise/le-risque-industriel-definition-et-gestion-des-risques-industriels/. visite le 15/05/2022

[3] TIXIER Jérôme Méthodologie d'évaluation du niveau de risque d'un site industriel de type Seveso, basée sur la gravité des accidents majeurs et la vulnérabilité de l'environnement,Thése de docteura en Biosciences de l'Environnement,Chimie et Sante,UNIVERSITE D'AIX - MARSEILLE I,2002.

[4] https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-00806215/document. visite le 17/05/2022

[5] https://www.ineris.fr/sites/ineris.fr/files/contribution/Documents/rapport_omega_7-2.pdf

[6] Bennedjai Nouh ,Douahi Oussama Abdelghafour, Etude et analyse des risques industriels (Etude de cas), Mémoire Master en Électromécanique Université Badji Mokhtar Annaba,2019.

[7] Formation SF6 la Méthode HAZOP. visite le 15/05/2022

[8] mémoire /BERRABAH MOHAMED ,SAADI BELQASSIM.pdf

[9] Jean-Pierre.D, François.F, Didier.G, Jean-Louis.G, André.L, Yves.M, Jean-Paul.P méthode danalyse des risques. Décembre 2017

[10] https://www.techniques-ingenieur.fr/fiche-pratique/environnement-securite-th5/icpe-repondre-aux-exigences-reglementaires-dt27/le-n-ud-papillon-une-methode-d-analyse-de-risques-0537/#. visite le 17/05/2022

[11] https://www.manager-go.com/management-de-la-qualite/amdec.htm.visite le 23/05/2022

[12] SLIMANI Tarek, BOUCHAMA Hamza, Gestion des risques liés aux opérations de déshydratation de gaz au niveau de Reg CPF In Salah Gaz, en Hygiène et Sécurité Industrielle Université El-Hadj Lakhdar – Batna,2009-2010.