

République Algérienne Démocratique et Populaire  
Ministère de l'Enseignement Supérieure et de la Recherche Scientifique

Université 20 Août 1955-Skikda

Faculté de Technologie

Département de Pétrochimie et Génie Des Procédés



# Mémoire

En vue de l'obtention du diplôme de

*Master*

**Filière :** Hygiène et sécurité industrielle

**Spécialité :** Hygiène et sécurité industrielle

## **Analyse des risques dans le ballon de séparation V3 Unité Topping RA1K SKIKDA**

Soutenu le 03/07/2023

Réalisé par:

**M<sup>lle</sup> .CHENIKI Manar**  
**M<sup>lle</sup> .BOUSSEHABA Sara**  
**Mr. CHALABI Yakoub**

Encadré par:

**M<sup>me</sup> .BENAISSA Amina**  
**M<sup>lle</sup> .BENHAMLAOUI Wafia**

Année Universitaire 2022- 2023



## Remerciements

Tout d'abord, on remercie Dieu Le Tout-Puissant de nous avoir donné la volonté et le courage de faire ce travail. Nous tenons à remercier notre faculté pour cette formation intéressante, et le chef de département M<sup>me</sup> F. KRID et nos encadrateurs M<sup>me</sup> Amina BENAÏSSA et Wafia BENHAMLAOUI, en espérant qu'il trouve dans ce mémoire l'expression de notre estime et de notre respect les plus profonds.

Nous exprimons gratitude sur les travailleurs de département HSE chacun de son nom et leur chef de département, leur chef service de prévention, avec tous les travailleurs de la Raffinerie de Skikda rencontrés lors de notre stage pratique et qui ont accepté de répondre à nos questions avec gentillesse.

Enfin nous aimerons de remercier toute personne ayant contribué à la réalisation de ce travail, et tous ceux qui sont intéressés à notre mémoire.

# Dédicace

*Avec l'expression de ma reconnaissance, je dédie ce modeste travail à ceux qui, quels que soient les termes embrassés, je n'arriverais jamais à leur exprimer mon amour sincère.*

*A l'homme, mon précieux offre du dieu, qui doit ma vie, ma réussite et tout mon respect : mon cher père **NOUR EDDINE**.*

*A la femme qui a souffert sans me laisser souffrir, qui n'a jamais dit non à mes exigences et qui n'a épargné aucun effort pour me rendre heureuse : mon adorable mère **FARIDA BOUSSIS**.*

*A notre encadrantes **Benaissa Amina** et **Benhamlaoui Wafia**.*

*A ma chère sœur **MARWA**, et mon frère **MAHDI**, qui n'ont pas cessée de me conseiller, encourager et soutenir tout au long de mes études. Que Dieu les protège et leurs offre la chance et le bonheur.*

*A mon adorable petite sœur **RAHMA**, qui sait toujours comment procurer la joie et le bonheur pour toute la famille.*

*A tous mes amies spécialement et camarades : **SARA.B**, **SARA.Z**, **RANIA.A**, **SARA.T**, **BOUCHRA.F**...*

*A moi-même.*

*A tous ceux que j'aime.*

**# MANAR**

# Dédicace

*Avant tout, je remercie Dieu Tout-Puissant de m'avoir donné la force de mener à bien ce travail et de le mener à son terme. Je veux consacrer mon travail*

*Au bonheur de ma vie, à mon père, que Dieu ait pitié de lui, à mon père qui veille sur ma réussite et mon bonheur, pour son sacrifice et son soutien qui m'ont donné confiance.*

*A ma chère maman qui a toujours été présente tout au long de mes études; Que Dieu la bénisse et prolonge sa vie pour nous*

*A mes chères sœurs :*

*A commencer par Shaima, qui m'a soutenu dans les périodes les plus difficiles de ma vie, Wiam et Hadjer*

*Mon frère houari chouaib.*

*Je n'oublierai pas mes petits Bahaa eddine et Anas et bien sûr*

*Mon frère, pas le mari de ma sœur, Mahdi*

*A mon futur marié*

*A mon ami et bien-aimé, sans qui ce travail n'aurait pas été Manar*

*Pour celui qui s'est battu pour moi, mon mentor, Nardjes*

*Mon amour et mon ami de vie Abir(khmisa) et besma (bakhoucha)*

*Mon bien-aimé Ramah, Maissa*

*A mon cher Bilal et son petit fils chéri wassim...*

*Othman et tous les ouvriers des jardins de la résidence universitaire 6*

*Le président Bulkamh Wahid et tous mes frères font partie de la coalition de l'organisation étudiante AREN*

*Ce ne sont pas seulement des amis d'étude, mais ils sont plus que cela,*

*Moussaab, Bachir, Lotfi, Lamin, Mouhamed .*

*Toute ma famille*

*A tous ceux qui m'ont encouragé ou aidé tout au long de mes études*

*A chacun des Dr Ben Issa Amina et Ben Hamlawi Wafia*

***A moi-même.***

*A toutes les personnes que je n'ai pas citées mais que je porte dans mon coeur*

**# SARA**

# *Dédicace*

*C'est avec grand plaisir que je dédie ce travail:*

*A l'être le plus cher de ma vie; ma mère.*

*A celui qui m'a fait de moi un homme; mon père.*

*A mes frères et sœur.*

*A ma chère femme et mes petits enfants*

*A tous les membres de la famille*

*CHALABI, GAHIT, AMARROUANA*

*Tous mes amis*

*Et tous ceux qui m'aiment...*

**YAKOUB**

## Résumé

Le monde connaît un grand développement au cours de siècle actuel en particulier dans le domaine de l'industrie pétrolière. Cette renaissance industrielle s'accompagne d'une augmentation des risques d'accidents.

Le but de ce mémoire est tout d'abord d'identifier les risques associés au ballon d'accumulation (10-V3) par l'application de la méthode HAZOP. Un deuxième objectif est la modélisation des effets surpression et thermique par le logiciel PHAST.

L'analyse des risques par la méthode HAZOP nous a permis d'identifier les différentes déviations, leurs causes et leurs conséquences sur les installations. De plus, les actions correctives pour maintenir le risque à un niveau aussi bas que raisonnablement praticable. L'utilisation du logiciel simulateur PHAST nous a permis de s'approfondir dans l'étude de danger et voir les effets de l'ampleurs des phénomènes majeur(explosion, incendie...).

**Mots clés :** risque, incendie, explosion, ballon, PHAST, HAZOP.

## Abstract

The world is experiencing great development in the present century, especially in the field of oil industry. This industrial renaissance is accompanied by an increase in the risk of accidents. The objective of this thesis is first of all to identify the risks related to the accumulation tank (10-V3) by applying the HAZOP method. A second objective is the modeling of overpressures and thermal effects by the PHAST software. The risk analysis according to the HAZOP method made it possible to identify the various deviations, their causes and their consequences on the installations. Additionally, corrective actions to keep the risk as low as reasonably possible. The use of the PHAST simulation software allowed us to deepen the study of the danger and to see the consequences of the magnitude of the major phenomena (explosion, fire, etc.).

Keywords: risk, fire, explosion, balloon, PHAST, HAZOP.

## المخلص

يشهد العالم تطورا كبيرا في القرن الحالي وخاصة في مجال صناعة النفط. هذه النهضة الصناعية مصحوبة بزيادة في مخاطر الحوادث.

الغرض من هذه الرسالة هو أولاً وقبل كل شيء تحديد المخاطر المرتبطة بخزان التراكم (V3-10) من خلال تطبيق طريقة HAZOP الهدف الثاني هو نمذجة الضغط الزائد والتأثيرات الحرارية بواسطة برنامج PHAST.

مكننا تحليل المخاطر بطريقة HAZOP من تحديد الانحرافات المختلفة وأسبابها ونتائجها على المنشآت. بالإضافة إلى ذلك ، الإجراءات التصحيحية لإبقاء المخاطر منخفضة قدر الإمكان عملياً. سمح لنا استخدام برنامج محاكاة PHAST بالتعمق أكثر في دراسة المخاطر ومعرفة تأثيرات حجم الظواهر الرئيسية (انفجار ، حريق ، إلخ).

الكلمات المفتاحية: خطر، حريق ، انفجار ، بالون ، PHAST ، HAZOP.

## TABLE DES MATIERES

Liste des figures .....	I
Liste des tableaux .....	II
Liste des abréviations .....	III
Introduction générale.....	1

### Chapitre I : Généralités sur les risques et les installations en industrie pétrolière et gazière

Introduction .....	3
I.1. Notions générales sur le .....	3
I.1.1. Danger .....	3
I.1.2. Risque .....	3
I.1.3. Evènement indésirable.....	3
I.1.4. Situation dangereuse .....	3
I.1.5. Phénomène dangereux.....	4
I.1.5.1. Incendie .....	4
I.1.5.2. Explosion .....	4
I.1.5.3. Dispersion atmosphérique .....	4
I.1.6. Processus de gestion des risques .....	4
I.1.6.1. Analyse du risque .....	5
I.1.6.2. Evaluation du risque .....	6
I.1.6.3. Acceptation du risque.....	6
I.1.6.4. Réduction du risque.....	6
I.1.6.5. Matrice de risque.....	6
I.2. Généralités sur les installations en industrie Pétrolière et Gazière.....	8
I.2.1. Le four .....	8
I.2.1.1. Définition .....	8
I.2.1.2. Les différents types des fours .....	9
I.2.2. La pompe .....	9

I.2.3. Le dessaleur .....	9
I.2.4. Le splitter .....	9
I.2.5. Les compresseurs .....	9
I.2.6. La colonne Atmosphérique .....	10
I.2.7. Les ballons.....	10
I.2.8. Les tuyauteries.....	10
I.2.9. Le stabilisateur.....	10
I.2.10. Chaudière du Stabilisateur.....	10
I.2.11. Échangeur.....	10
Conclusion .....	11

## **Chapitre II : Approches et méthodes d'analyses des risques dans l'industrie Pétrolière**

Introduction .....	13
II.1. Méthodes d'analyses et d'évaluation des risques .....	13
II.1.1. Classification .....	13
II.1.1.1. Approche probabiliste .....	13
II.1.1.2. Approche déterministe .....	13
II.1.1.3. Démarche inductive .....	13
II.1.1.3.1. Définition .....	13
II.1.1.3.2. Les étapes de la démarche inductive .....	14
II.1.1.4. Démarche déductive .....	14
II.1.1.4.1. Définition .....	14
II.1.1.4.2. Les étapes de la démarche déductive .....	14
II.1.1.5. Méthodes quantitatives .....	15
II.1.1.6. Méthodes qualitatives .....	15
II.1.2. Exemples de méthodes d'analyse .....	15
II.1.2.1. Analyse Préliminaire des risques (APR) .....	15
II.1.2.2. Analyse des modes de défaillances, de leurs effets (AMDE) et de leur criticité (AMDEC) .....	16
II.2. HAZard and OPerability studies (HAZOP) .....	17

II.2.1. Objectif de la méthode HAZOP .....	18
II.2.2. Caractéristiques de la méthode HAZOP .....	18
II.2.3. Applications de la méthode HAZOP .....	19
II.2.4. Principe de la méthode HAZOP .....	20
II.2.5. Déroulement de la méthode HAZOP .....	21
II.2.6. Définition des mots-clés .....	21
II.2.7. Définition des paramètres.....	23
II.2.8. Avantages et limites de la méthode HAZOP .....	23
II.3. Description du Logiciel PHAST .....	24
Conclusion .....	24

### **Chapitre III : Analyse des risques et modélisation des phénomènes dangereux**

Introduction .....	26
III.1. Présentation de lieu de stage .....	26
III.1.1. Présentation du SONATRACH .....	26
III.1.1.1. Activité .....	26
III.1.1.2. Produits .....	26
III.1.2. Historique de l'Entreprise.....	26
III.1.3. Implantation de la raffinerie de Skikda.....	27
III.1.4. Présentation des unités de (RA1K) .....	29
III.1.5. Organisation générale de la sécurité.....	34
III.1.5.1. Présentation de la structure sécurité .....	34
III.1.5.1.1. Service intervention .....	34
III.1.5.1.2. Service prévention .....	35
III.1.5.1.3. Service environnement .....	35
III.1.6. Les ressources matérielles .....	35
III.1.6.1. Système d'alerte et de communication. ....	35
III.1.6.2. Moyens anti-incendie .....	36
III.1.6.2.1. Moyens Fixes.....	36
III.1.6.2.2. Moyens Semi-Fixes.....	39
III.1.6.2.3. Moyens Mobiles.....	40
III.1.6.2.4. Moyens mobiles affectes aux installations.....	41
III.1.7. Consignes Et Règles D'hygiène Et De Sécurité .....	42

III.1.7.1. Consignes Permanentes .....	43
III.1.7.1.1. Obligations .....	43
III.1.7.1.2. Interdictions .....	43
III.1.7.1.3. Extinction .....	44
III.1.7.1.4. Conduite En Cas D'urgence .....	45
III.1.7.1.5. Code Sirène .....	46
III.2.Présentation du ballon V3 .....	47
III.3. L'application de la méthode HAZOP sur le ballon V3 .....	50
III.3.1. Tableau HAZOP .....	52
III.3.2. Résultats de l'application HAZOP .....	60
III.4.Modélisation des phénomènes dangereux par PHAST.....	61
III.4.1. Détermination des effets thermiques et surpressions .....	61
III.4.1.1. Les effets thermiques .....	61
III.4.1.2. Les effets de surpressions .....	63
III.4.1.3. Détermination des données météorologiques .....	64
III.4.2. Modélisation des phénomènes dangereux liés au stockage du condensat ...	64
III.4.2.1. Dispersion atmosphérique .....	64
III.4.2.2. Feu de torche (Jet fire) .....	66
III.4.2.3. Feu de nuage (flash fire) .....	66
III.4.2.4. Feu de nappe (pool fire) .....	68
III.4.2.5. Explosion type VCE liée à la dispersion .....	69
Conclusion .....	71
<hr/>	
Conclusion générale .....	73
Recommandation .....	74

## ❖ LISTE DES FIGURES

### CHAPITRE I

Figure I.1 : Processus de gestion des risques.....	5
Figure I.2 : Matrice de risque définie par SONATRACH DP .....	7

### CHAPITRE III

Figure III.1 : Situation géographique de (RA1/K).....	28
Figure III.2 : Vue par satellite de la raffinerie de Skikda.....	28
Figure III.3 : Les différentes unités du complexe (RA1/K).....	29
Figure III.4 : Les principales installations de la Raffinerie.....	30
Figure III.5 : réserve d'eau anti incendie.....	37
Figure III.6 : Lance monitor à eau.....	38
Figure III.7 : Les camions anti-incendie (camion « sides »).....	39
Figure III.8 : Les différents types d'extincteurs à poudre dans les unités.....	40
Figure III.9 : Les Consignes de Sécurité Permanentes Au niveau de (RA1K).....	43
Figure III.10 : Plan de mouvement de La raffinerie.....	43
Figure III.11 : Plan De Transport Et Evacuation et Points De Rassemblement.....	45
Figure III.12 : Plan Des Issues De Sorties De La Raffinerie De Skikda.....	45
Figure III.13 : Ballon V3 et les valeurs de déclenchement d'alarme.....	46
Figure III.14 : P&ID ballons V2 et V3.....	47
Figure III.15 :Matrice d'évaluation de risques.....	48
Figure III.16 :Forme du nuage de dispersion.....	61
Figure III.17 :Intensité des radiations du feu de torche.....	62
Figure III.18 :Enveloppe du flash fire.....	63
Figure III.19: Intensité des radiations pour le feu de nappe précoce (early pool fire)....	64
Figure III.20: Intensité des radiations pour le feu de nappe tardif (late pool fire).....	65
Figure III.21 :Intensité des effets de surpression de l'explosion pour les trois niveaux (0,02068/0,1379/0,2068 bar).....	66

## ❖ LISTE DES TABLEAUX

### CHAPITRE I

Tableau I.1 : Niveaux de risque selon la matrice de risque utilisée par SONATRACH DP.....	7
Tableau I.2 :Exemple d'échelles de la gravité (Entreprise-SONATRACH) .....	8
Tableau I.3 : Exemple d'échelle de la probabilité (Entreprise-SONATRACH) .....	8

### CHAPITRE II

Tableau II.1 : Exemple de tableau de type « APR » .....	16
Tableau II.2 : Exemple d'un tableau de type AMDEC .....	17
Tableau II.3: Exemple de tableau pour l'HAZOP .....	18
TableauII.4 :Exemples de mots-clés pour l'HAZOP.....	22

### CHAPITRE III

Tableau III.1 :Tableau Hazop du ballon de reflux V3. ....	50
Tableau III.2 : Effets thermiques sur les bâtiments et l'usine aux niveaux des conséquences.....	59
Tableau III.3 :Effets de surpressions sur les bâtiments et l'usine aux niveaux des conséquences spécifiés .....	60
Tableau III.4 : Classe météorologique.....	61
Tableau III.5:Paramètres du scenario « fuite dans le ballonV3 ».....	61
Tableau III.6:La dispersion atmosphérique du naphta suite à une fuite.....	62
Tableau III.7:Hauteur de la flamme du feu de torche.....	63
Tableau III.8:Résultats relatifs au flash fire.....	64
Tableau III.9:Caractéristiques de l'early pool fire.....	65
Tableau III.10: Caractéristiques du late pool fire.....	65
Tableau III.11:Résultats des effets de surpressions du VCE liés à la dispersion de naphta.....	66

## Liste des abréviations

<b>BLEVE</b>	Boiling Liquid Vapour Explosion
<b>BOIL OVER</b>	Eruption d'hydrocarbure à cause de vaporisation d'eau
<b>BRI</b>	Brut Réduit Importé
<b>B/D</b>	Blow down (ligne torche).
<b>BP</b>	Basse Pression
<b>C</b>	Colonne
<b>CSC</b>	Captage et stockage de CO <sub>2</sub> .
<b>CE</b>	Comité Européenne
<b>CFC</b>	Chloro Flouro Carbone
<b>CTE</b>	Centrale thermique
<b>CH<sub>4</sub></b>	Méthane
<b>CMA</b>	Concentration minimale d'oxygène
<b>CHSCT</b>	Comité d'hygiène de sécurité et des conditions de travail
<b>DEC</b>	Decrease
<b>E</b>	Échanger
<b>EA</b>	Aéro de réfrigérant
<b>EF</b>	Explosion de fumées
<b>EMI</b>	Énergie Minimale d'Inflammation
<b>ERDP</b>	Entreprise nationale de raffinage et distribution des produits pétroliers
<b>FV</b>	Flaw Valve
<b>FI</b>	Flaw Indicator
<b>G</b>	Gravité
<b>GPL</b>	Gaz Pétrolier Liquéfié
<b>GTK</b>	Compresseur
<b>HAZOP</b>	HAZard Operability study
<b>H<sub>2</sub></b>	Hydrogen
<b>HP</b>	Haute Pression
<b>HSE</b>	Hygiène et Sécurité d'Environnement
<b>ICI</b>	IMPERIALCHEMICALINDUSTRIES
<b>INC</b>	Increase

<b>LAH</b>	Level Alarm High
<b>LAHH</b>	Level Alarm High High
<b>LAL</b>	Level Alarm Low
<b>LALL</b>	Level Alarm Low Low
<b>LIC</b>	Level Indicator controller
<b>LII</b>	Limite inférieure d'inflammabilité
<b>LES</b>	Limite Supérieure d'explosivité
<b>LIE</b>	Limite inférieure d'explosivité
<b>LSI</b>	Limite Supérieure d'inflammabilité
<b>MP</b>	Pompe
<b>MP</b>	Moyenne pression
<b>NF</b>	Norme Française
<b>P&amp;ID</b>	Piping and Instrumentation Diagramme
<b>P</b>	Probabilité
<b>PHH</b>	Capteur de pression trop haute.
<b>PLL</b>	Capteur de pression très bas.
<b>POI</b>	Plan d'Organisation Interne
<b>PAM</b>	Plan d'Assistance Mutualisée
<b>PSV</b>	Pressure Safety Valve (soupape de sureté).
<b>PV</b>	Prêcher valve
<b>R</b>	Risques
<b>RA1K</b>	Raffinerie 01 de Skikda
<b>SPPPI</b>	Secrétariat Permanent pour la Prévention des Pollutions Industrielles
<b>SONATRACH</b>	Société nationale de transport des hydrocarbures.
<b>TLS</b>	Transport Layer Sécurité
<b>TIA</b>	Température Limite de Surchauffe.
<b>TOR</b>	Tout ou rien
<b>TVR</b>	Tension de Vapeur Reid.
<b>UTE</b>	l'unité de transport
<b>UV</b>	Utilité Valve
<b>UVCE</b>	Unconfined Vapeur Cloud Explosion
<b>VCE</b>	Vapor Cloud Explosion



## **Introduction générale**

Le risque industriel est une réalité omniprésente dans de nombreux secteurs d'activité. Il englobe un large éventail de dangers potentiels liés aux processus industriels, aux matériaux utilisés, aux machines et équipements, ainsi qu'aux interactions complexes entre les humains, les machines et l'environnement. Ces risques peuvent inclure des accidents tels que les explosions, les incendies, les fuites de produits chimiques ou les défaillances d'équipement, ainsi que des conséquences graves pour la santé et la sécurité des travailleurs, de la population environnante et de l'écosystème.

Durant les deux dernières décennies, le secteur industriel Algérien a enregistré des catastrophes industrielles marquantes ayant engendré des impacts et des effets destructeurs sur l'être humain et son environnement, telles que l'explosion de GL1/K Skikda en 2004 et le Boil Over du Terminal Skikda en 2005. Ces accidents majeurs devenus un vrai cauchemar pour l'industrie et la santé et sécurité des travailleurs.

Dans ce contexte on a utilisé une méthode quantitative d'analyse des risques HAZOP et un logiciel de simulation PHAST dans le but d'identifier les risques et les déviations associés aux paramètres du ballon d'accumulation (10-V3) et les dégâts qui peuvent causer par les différents phénomènes dangereux et bien sûr pour mettre en place des barrières de sécurité et réduire la probabilité d'occurrence.

Pour atteindre les objectifs de ce travail, nous proposons le plan suivant:

- Le premier chapitre c'est une généralité sur les risques, et les installations en industrie pétrolière et gazière ;
- Le deuxième chapitre présente une approche et méthodes d'analyses des risques dans l'industrie Pétrolière ;
- Le troisième chapitre c'est l'étude de cas de la raffinerie de Skikda «L'analyse des risques dans un ballon de séparation au niveau de la raffinerie en utilisant la méthode HAZOP et la simulation par PHAST ».

Enfin notre travail se termine par une conclusion générale

## **Chapitre I :**

# **Généralités sur les risques et les installations en industrie pétrolière et gazière**

## **Introduction**

Les risques industriels sont de nos jours assez importants de par leurs conséquences graves sur le personnel, les riverains, les installations et l'environnement. Pour pouvoir maîtriser les risques industriels, il est nécessaire de comprendre les notions relatives au risque et les différentes généralités qui lui sont liées, pour ensuite pouvoir appliquer une politique de gestion et maîtrise des risques. Dans ce chapitre nous allons passer en revue les généralités sur les risques et leurs processus de gestion. La dernière partie de ce chapitre se focalise sur les installations en industrie Pétrolière et Gazière, les types d'installations qu'on peut rencontrer, leurs utilités...

### **I.1. Notions générales sur le risque**

#### **I.1.1. Danger**

Un danger est une propriété ou une capacité d'un objet, d'une personne, d'un processus, pouvant entraîner des conséquences néfastes, aussi appelés dommages. Un danger est donc une source possible d'accident [1].

#### **I.1.2. Risque**

Le risque est la probabilité que les conséquences néfastes, les dommages, se matérialisent effectivement [1]. Un danger ne devient un risque que lorsqu'il y a exposition et donc, possibilité de conséquences néfastes.

#### **I.1.3. Évènement indésirable**

- Évènement indésirable (EI) : Accident, incident ou dysfonctionnement dont les conséquences sont ou auraient pu être dommageables pour les patients, les professionnels, les visiteurs ou les biens.
- Évènement indésirable grave (EIG) : Accident, incident ou dysfonctionnement avec des conséquences, réversibles ou non, sur les personnes [2].

#### **I.1.4. Situation dangereuse**

La situation dangereuse peut être définie comme une condition, une circonstance ou un événement qui présente un risque potentiel de préjudice, de blessure, de dommage matériel ou d'impact sur l'environnement. Cela peut inclure des situations où des personnes, des

équipements ou des installations sont exposés à des dangers tels que des substances toxiques, des sources d'énergie dangereuses, des processus instables, des conditions environnementales extrêmes, etc[3].

### **I.1.5. Phénomène dangereux**

La définition du phénomène dangereux selon (ministère de l'environnement, de l'énergie et de la mer en France) est : « ...libération d'énergie ou de substance produisant des effets susceptible d'infliger un dommage à des cibles vivantes ou matérielles sans préjuger l'existence de ces dernières ... » [4].

#### **I.1.5.1. Incendie**

L'incendie est une combustion qui se développe d'une manière incontrôlée dans le temps et l'espace. Elle engendre de grandes quantités de chaleur, des fumées et des gaz polluants. L'énergie émise favorise le développement de l'incendie [5].

#### **I.1.5.2. Explosion**

Une explosion est une réaction brusque d'oxydation et de décomposition et d'augmentation rapide de volume et une libération d'énergie entraînant une élévation de température et de pression ou les deux simultanément [5].

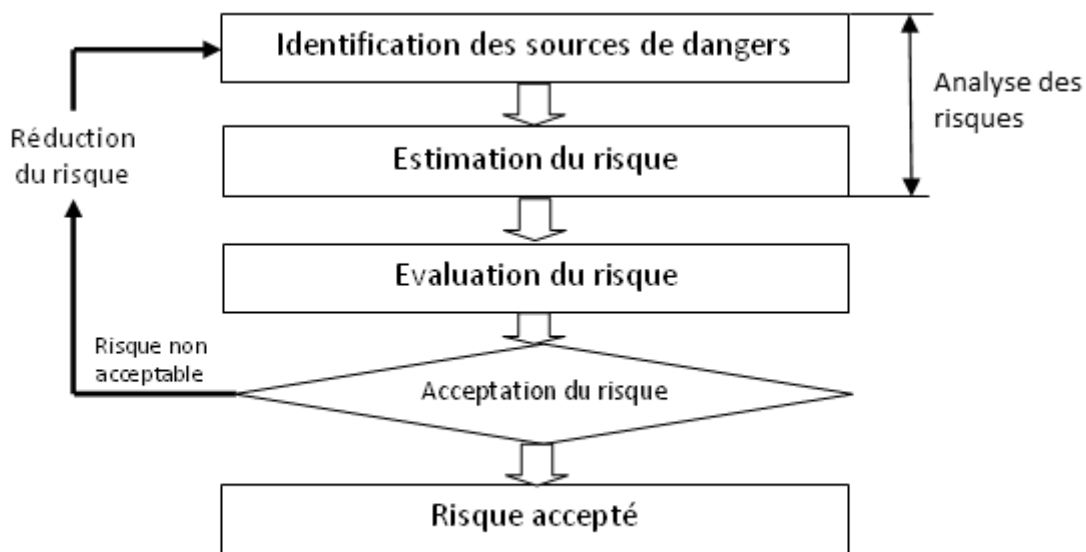
#### **I.1.5.3. Dispersion atmosphérique**

C'est le devenir dans le temps et dans l'espace d'un ensemble de particules (aérosols, gaz, poussières) rejetées dans l'atmosphère. En tant que phénomène dangereux, il désigne une libération dans l'atmosphère de substances néfastes pour l'homme et l'environnement. Le nuage dispersé peut être composé de fumées d'incendie, de substances ayant des propriétés inflammables et toxiques (ammoniac, chlore...). La dispersion dépend des conditions de rejet (mode d'émission, nature du produit...), des conditions météorologiques (vent, température...) et de l'environnement dans lequel elle se produit (topographie, présence d'obstacles...) [6].

### **I.1.6. Processus de gestion des risques**

La gestion des risques désigne l'ensemble des actions entreprises ayant pour objectif de réduire les risques, depuis le recensement et l'étude des accidents, la reconnaissance des situations

dangereuses, l'identification des risques correspondants, puis leur analyse, leur estimation et leur évaluation. Cette gestion des risques ne saurait bien entendu s'arrêter là, sans quoi elle serait vaine : il s'agit ensuite de traiter les risques ayant été ainsi appréciés, de façon à les réduire ou les maîtriser. La seule façon de supprimer un risque consisterait à en supprimer les sources, ce qui reviendrait à refuser ce risque [7].



**Figure I.1 :** Processus de gestion des risques

### **I.1.6.1. Analyse du risque**

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

Dans un premier temps, les principales sources de dangers et les scénarios d'accident doivent être recensés et identifiés. La complexité de certains systèmes étudiés requiert l'utilisation d'outils d'analyse aidant à l'identification des dangers [INERIS, 2003]. Citons par exemple HAZID (hazards identification) HAZOP (hazards and operability study) APD (analyse préliminaire de dangers) et d'autres. Ces outils d'analyse permettent aussi d'identifier les différentes barrières de sécurité existantes dans le système étudié. Une fois le danger identifié, le risque associé doit être évalué. L'estimation peut être qualitative, semi quantitative, et/ou quantitative en

terme de probabilité de son occurrence et de gravité de ses conséquences sur les personnes, les biens, et environnement [8].

#### **I.1.6.2. Evaluation du risque**

Il s'agit d'un processus de comparaison du risque estimé avec des critères de risque donnés pour déterminer l'importance du risque. La comparaison peut être menée par rapport à un référentiel préétabli dans l'objectif de permettre la prise de décision vis-à-vis de l'acceptation du risque ou de la nécessité de son traitement. Elle peut considérer le coût, les avantages, les préoccupations des parties prenantes, et d'autres variables requises selon le cas pour l'évaluation du risque (ISO/CEI Guide 73, 2002).

L'évaluation des risques est une procédure de classification de l'acceptabilité de ces risques en fonction des fréquences d'occurrence, gravités, expositions, etc. Il faut distinguer entre le concept d'évaluation (donner une valeur) et d'estimation (donner un avis sur une valeur) [9].

#### **I.1.6.3. Acceptation du risque**

La notion d'acceptabilité permet de distinguer ce qui peut être dans les pertes occasionnées par la manifestation d'un aléa, perçu comme tolérable par les parties prenantes. Cette notion peut évoluer avec le temps suivant la progression de l'information de même que la culture du risque[10].

Cette notion, définie à travers un ensemble de critères « critères d'acceptabilité » (appelés aussi « niveaux du risque ou niveaux d'intolérabilité ») et rendue opérationnelle au niveau de la grille de criticité permet d'améliorer de réviser ou de proposer des mesures de réduction du risque et de ce fait, de reconsidérer les pratiques d'analyse et d'évaluation des risques.

#### **I.1.6.4. Réduction du risque**

La réduction des risques comprend des mesures de précaution ayant pour objectif de limiter soit la probabilité d'occurrence d'un risque, soit les dommages liés à sa survenance (gestion des risques résiduels).

La réduction des risques ne s'inscrit pas dans le processus d'analyse des risques, mais dépend des résultats de ce processus. Déterminer quels sont les risques devant être réduits, de quelle façon et dans quelle mesure les réduire, relève d'une décision politique [11].

### I.1.6.5. Matrice de risque

« Outil permettant de classer et de visualiser des risques en définissant des catégories de conséquences et de leur vraisemblance » [Guide ISO/CEI 73, 2009].

C'est un outil d'aide à la décision pour :

- Hiérarchiser de scénarios d'accidents
- Définir et contrôler les mesures de réduction des risques (techniques et/ou organisationnelles)

La matrice de risque (grille de criticité) permet d'estimer l'ampleur d'un risque, et de décider s'il est acceptable où inacceptable. A l'issue d'un tel résultat, qu'on décide de l'opportunité des mesures nécessaires pour maîtriser ce risque. La figure ci-après, représente un exemple de grille de criticité.

Gravité	1				
	2				
	3				
	4				
		1	2	3	4
		Probabilité			

**Figure I.2 :** Matrice de risque définie par SONATRACH DP [12].

**Tableau I.1 :** Niveaux de risque selon la matrice de risque utilisée par SONATRACHDP[12].

Classification de risque	Description
	Acceptable
	ALARP – améliorable
	Inacceptable

**Tableau I.2** : Exemple d'échelles de la gravité (Entreprise-SONATRACH) [12].

Gravité	Personnel	Environnement	Public	Production/biens
<b>G4</b>	Plusieurs décès	Pollution hors limites de longue durée	Décès	Domage important et arrêt total de la production
<b>G3</b>	Incapacité permanente ou un décès	Pollution interne non maîtrisée ou pollution hors limite maîtrisée	Blessures significatives	Domage localisé et arrêt partiel d'unité
<b>G2</b>	Blessures significatives	Pollution interne maîtrisée	Blessures mineures	Domages mineurs et arrêt bref de la production
<b>G1</b>	Blessure mineures	Mineure	Pas d'incidence	Pas de dommage, pas d'arrêt de production

**Tableau I.3** : Exemple d'échelle de la probabilité (Entreprise-SONATRACH) [12].

Probabilité	Description	Fréquence
<b>P4</b>	Très probable S'est produit fréquemment au sein de SONATRACH.	1/ an
<b>P3</b>	Probable S'est produit (ou pourrait se produire) au sein de SONATRACH, pourrait se produire pendant la durée de vie de l'installation	$10^{-2}$ à $10^{-1}$ /an
<b>P2</b>	Peu probable Déjà (ou pourrait se) rencontré dans une organisation similaire à SONATRACH	$10^{-4}$ à $10^{-2}$ /an
<b>P1</b>	Improbable Jamais rencontré ou entendu parler mais physiquement possible (ou rarissime)	$<10^{-4}$ /an

## I.2. Généralités sur les installations en industrie Pétrolière et Gazière

### I.2.1. Le four

#### I.2.1.1. Définition

Un four est un équipement utilisé dans l'industrie pétrolière et gazière pour le chauffage ou la combustion de substances telles que le pétrole brut, le gaz naturel, les produits chimiques, etc. Les fours peuvent être utilisés dans divers processus, tels que le craquage catalytique, la reformulation, la pyrolyse, etc [13].

### **I.2.1.2. Les différents types des fours**

Il existe de nombreuses dispositions des tubes, dans la zone de radiation et de convection, et d'une zone par rapport à l'autre. Il en résulte de nombreux types de fours. On peut, toutefois, distinguer les différentes catégories suivantes :

- Les fours cylindriques verticaux
- Les fours dits (boîtes) à tubes verticaux
- Les fours dits (cabines) à tubes horizontaux
- Les fours à chauffage par murs radiants
- Les fours à double chauffe [14].

### **I.2.2. La pompe**

Une pompe est un dispositif mécanique utilisé pour transporter des fluides, tels que le pétrole, le gaz naturel, l'eau, etc., d'un endroit à un autre. Les pompes fournissent l'énergie nécessaire pour surmonter les pertes de pression et déplacer le fluide à travers des tuyauteries et des équipements [15].

### **I.2.3. Le dessaleur**

Un dessaleur est une installation utilisée pour éliminer les sels dissous et l'eau du pétrole brut ou du gaz naturel. Il s'agit d'un équipement important pour garantir la qualité et la pureté des produits pétroliers [16].

### **I.2.4. Le splitter**

Un splitter, également appelé séparateur, est un équipement utilisé pour séparer les différents composants d'un mélange de produits pétroliers ou de gaz. Il est utilisé pour diviser un flux d'hydrocarbures en fractions plus légères ou plus lourdes, telles que l'essence, le diesel, le fioul lourd, etc [17].

### **I.2.5. Les compresseurs**

Un compresseur est un dispositif qui augmente la pression d'un gaz en le comprimant. Il est utilisé pour augmenter la pression du gaz naturel dans les pipelines, pour le traitement du gaz,

dans les unités de séparation et dans d'autres applications où la compression des gaz est nécessaire [18].

### **I.2.6. La colonne Atmosphérique**

Une colonne atmosphérique, également appelée tour de distillation atmosphérique, est un équipement utilisé dans les raffineries pour séparer les fractions légères du pétrole brut, telles que l'essence, le kérosène et le gaz de pétrole liquéfié (GPL), par distillation à pression atmosphérique [19].

### **I.2.7. Les ballons**

Les ballons, également connus sous le nom de réservoirs de stockage, sont des installations utilisées pour stocker des produits pétroliers, tels que le pétrole brut, les produits raffinés, les gaz liquéfiés, etc. Les ballons peuvent être de différentes tailles et formes, en fonction des besoins de stockage [20].

### **I.2.8. Les tuyauteries**

Les tuyauteries sont des canalisations utilisées pour transporter des fluides, tels que le pétrole, le gaz naturel, l'eau, etc., à travers les différentes installations d'une usine pétrolière ou gazière. Les tuyauteries sont essentielles pour le transfert des fluides entre les équipements et les unités de traitement [21].

### **I.2.9. Le stabilisateur**

Un stabilisateur est un équipement utilisé dans le traitement du pétrole brut pour éliminer les fractions légères, telles que les gaz naturels et les composants volatils, du flux de pétrole. Il est utilisé pour stabiliser le pétrole brut avant son transport et sa transformation ultérieure [22].

### **I.2.10. Chaudière du Stabilisateur**

La chaudière du stabilisateur est un équipement utilisé dans le processus de stabilisation du pétrole brut. Elle est utilisée pour générer de la vapeur qui est ensuite injectée dans la tour de stabilisation afin de faciliter la séparation des fractions légères du pétrole brut [23].

### **I.2.11. Échangeur**

Un échangeur, également appelé échangeur de chaleur, est un équipement utilisé pour transférer la chaleur d'un fluide à un autre. Dans l'industrie pétrolière et gazière, les échangeurs sont utilisés pour le refroidissement ou le chauffage de fluides tels que le pétrole, le gaz, l'eau, les vapeurs, etc [24].

### **Conclusion**

Nous avons consacré ce chapitre à la présentation des concepts théoriques de base qui ont un intérêt avec notre travail, en l'occurrence les notions générales sur les risques y compris les phénomènes dangereux tels que les incendies, explosions et la dispersion atmosphérique. Et également les différentes installations industriels présente dans les industries de pétrole et gaz. Ce chapitre est considéré comme une introduction au chapitre suivant qui sera focalisé majoritairement sur les méthodes d'analyse et d'évaluation des risques.

## **Chapitre II :**

# **Approches et méthodes d'analyses des risques dans l'industrie Pétrolière**

## **Introduction**

Pour réaliser une analyse des risques, il est important de bien choisir une méthode adéquate pour notre installation ou équipement. Ce chapitre est consacré aux méthodes d'analyses des risques existantes, leurs classifications et différentes approches, tout en donnant des explications sur certaines d'entre elles. Nous allons aussi expliquer la démarche qu'on va suivre pour réaliser notre étude, à savoir le choix de la méthode d'analyse des risques et l'outil informatique de modélisation des phénomènes dangereux.

## **II.1. Méthodes d'analyses et d'évaluation des risques**

### **II.1.1. Classification**

#### **II.1.1.1. Approche probabiliste**

L'approche probabiliste fait intervenir le calcul de probabilités relatives à l'occurrence d'événements faisant partie du processus de matérialisation d'un scénario d'accident donné. Il s'agit d'une approche complémentaire qui permet d'analyser le dispositif de défense en profondeur décidé à l'issue d'une approche purement déterministe, ceci a été le cas dans le domaine nucléaire où les techniques probabilistes viennent appuyer l'approche déterministe [25].

#### **II.1.1.2. Approche déterministe**

L'approche déterministe a généralement été adoptée dans les domaines à haut risque tels que nucléaire, militaire, transports guidés, où le moindre risque significatif est traqué et réduit à la source. Elle consiste à recenser les événements pouvant conduire à un scénario d'accident en recherchant le pire cas possible (The Worst Case) et en affectant une gravité extrême à ses conséquences potentielles. Par conséquent, les sous-systèmes critiques (systèmes de sauvegarde, de protection et de prévention) sont dimensionnés pour éviter toute défaillance dangereuse et organisés rigoureusement selon une stratégie de défense en profondeur [25].

#### **II.1.1.3. Démarche inductive**

##### **II.1.1.3.1. Définition**

La démarche inductive est une méthode d'analyse des risques qui consiste à partir d'observations spécifiques pour tirer des conclusions générales et identifier les risques potentiels. Elle se base sur l'expérience et les données disponibles pour formuler des hypothèses sur les risques et les causes possibles [26].

### **II.1.1.3.2. Les étapes de la démarche inductive**

1. Observation : Collecte des données et des faits pertinents sur les activités, les processus ou les situations étudiés.
2. Identification des événements : Identification des événements passés ou potentiels qui peuvent entraîner des risques.
3. Analyse des causes : Analyse des causes possibles des événements identifiés pour comprendre les facteurs qui les ont générés.
4. Classification des risques : Classification des risques identifiés en fonction de leur probabilité d'occurrence et de leur gravité.
5. Évaluation des risques : Évaluation de l'ampleur des risques identifiés en tenant compte de leur probabilité et de leur gravité.
6. Priorisation des risques : Classement des risques par ordre de priorité pour identifier ceux qui nécessitent une attention immédiate.
7. Proposition de mesures de prévention ou de mitigation : Proposition de mesures visant à réduire ou à éliminer les risques identifiés [26].

### **II.1.1.4. Démarche déductive**

#### **II.1.1.4.1. Définition**

La démarche déductive est une méthode d'analyse des risques qui consiste à partir d'hypothèses générales pour déduire des conclusions spécifiques sur les risques potentiels. Elle se base sur des modèles logiques, des lois scientifiques ou des règles établies pour évaluer les risques et leurs conséquences [27].

#### **II.1.1.4.2. Les étapes de la démarche déductive**

1. Identification des objectifs : Détermination des objectifs et des critères de sécurité à atteindre pour l'analyse des risques.
2. Analyse des systèmes : Analyse des systèmes, des processus et des opérations pour identifier les composants et les interactions qui peuvent contribuer aux risques.
3. Identification des scénarios de défaillance : Identification des scénarios de défaillance possibles qui pourraient entraîner des risques.
4. Analyse des conséquences : Évaluation des conséquences potentielles des scénarios de défaillance identifiés en termes de dommages humains, matériels, environnementaux, etc.

5. Évaluation des probabilités : Évaluation des probabilités d'occurrence des scénarios de défaillance identifiés en utilisant des données historiques, des modèles probabilistes, des expertises, etc.
6. Évaluation des risques : Combinaison des informations sur les conséquences et les probabilités pour évaluer les risques associés à chaque scénario de défaillance.
7. Proposition de mesures de prévention ou de mitigation : Proposition de mesures visant à prévenir ou à atténuer les risques identifiés en fonction des résultats de l'évaluation des risques [27].

#### **II.1.1.5. Méthodes quantitatives**

Les méthodes quantitatives d'analyse des risques sont des approches qui utilisent des données quantitatives et des modèles statistiques pour évaluer les risques de manière chiffrée. Elles sont basées sur des calculs probabilistes et des techniques de modélisation pour estimer les probabilités d'occurrence des événements indésirables et évaluer les conséquences associées[28].

#### **II.1.1.6. Méthodes qualitatives**

Les méthodes qualitatives d'analyse des risques sont des approches qui se concentrent sur la description et l'évaluation qualitative des risques sans utiliser de données quantitatives précises. Elles sont basées sur des expertises, des connaissances subjectives et des évaluations qualitatives des probabilités et des conséquences des événements indésirables [29].

### **II.1.2. Exemples de méthodes d'analyse**

Dans cette partie, nous allons voir quelques méthodes d'analyse des risques qu'on peut utiliser dans le milieu industriel :

#### **II.1.2.1. Analyse Préliminaire des risques (APR)**

L'analyse Préliminaire des risques (APR) est une méthode d'usage très général couramment utilisée pour l'identification des risques au stade préliminaire de la conception d'une installation ou d'un projet. L'analyse Préliminaire de Risque nécessite dans un premier temps d'identifier les éléments dangereux de l'installation. L'utilisation d'un tableau de synthèse constitue un support pratique pour mener la réflexion et résumer les résultats de l'analyse. Par ailleurs, ce tableau doit parfois être adapté en fonction des objectifs fixés par le groupe de travail préalablement à l'analyse [30].

Le tableau ci –dessous est donc donné à titre d'exemple

**Tableau II.1** : Exemple de tableau de type « APR » [31].

Fonction ou système :							
1	2	3	4	5	6	7	8
N °	Produit ou équipement	Situation de danger	Causes	Conséquences	Sécurité existante	Propositions d'amélioration	Observation

Le principal avantage de L'Analyse Préliminaire des Risques est permettre in examen relativement rapide de la situation dangereuse sur des installations. Par rapport aux autres méthodes présentées ci-après, elle apparait comme relativement économiques en terme de temps passé et ne nécessite pas un niveau de description du système étudié très détaillé.

En revanche, l'APR ne permet pas de caractériser finement l'enchaînement de l'événement susceptible de conduire à un accident majeur pour des systèmes complexes. Elle permet de mettre en lumière l'équipement ou installation 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.

#### **II.1.2.2. Analyse des modes de défaillances, de leurs effets (AMDE) et de leur criticité (AMDEC)**

L'Analyse des Modes de D' défaillance et de leurs Effets (AMDE) est essentiellement adaptée à l'étude des défaillances de matériaux et d'équipements et peut s'appliquer aussi bien à des systèmes de technologies différentes qu'à des systèmes alliant plusieurs techniques. L'Analyses des Modes de défaillances et de leurs Effets repose notamment sur les concepts de:

- défaillance,
- mode de défaillance,
- causes de défaillance,
- effet d'un mode de défaillance.

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

- d'évaluer les effets et de la séquence d'événements,
- déterminer l'importance de chaque mode de défaillance,
- hiérarchiser les modes de défaillance,

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) apparait comme une suite logique à l'AMDE [30].

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.

**Tableau II.2** : Exemple d'un tableau de type AMDEC [31].

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Equipment Repéré	Fonction	Mode de Défaillance	Causes de défaillance	Effet local	Effet final	Moyens de détection	Dispositifs de Remplacement	P	G	Remarque

L'AMDEC s'avère très efficace lorsqu'elle est mise en œuvre pour l'analyse de défaillance simple d'éléments conduisant à la défaillance globale du système.

## II.2. HAZard and OPerability studies (HAZOP)

Cette méthode requiert notamment l'examen de schémas et plans de circulation des fluides ou schémas P&ID (Piping and Instrumentation Diagram). L'HAZOP considère les dérives potentielles des principaux paramètres liés à l'exploitation de l'installation. Pour chaque partie constitutive du système examiné (ligne ou maille), la génération des dérives est effectuée de manière systématique par la conjonction : **Mot-clé+Paramétré=Dérive**

Le groupe de travail doit ainsi s'attacher à déterminer les causes et les conséquences potentielles de chacune de ces dérives et à identifier les moyens existants permettant de détecter cette dérive, d'en prévenir l'occurrence ou d'en limiter les effets.

Tout comme pour l'APR et l'AMDEC présentées dans les paragraphes précédents, un tableau de synthèse se révèle souvent utile pour guider la réflexion et collecter les résultats des discussions menées au sein du groupe de travail [32].

Un exemple de tableau est présenté dans les paragraphes suivants :

**Tableau II.3:** Exemple de tableau pour l'HAZOP [30].

Date :								
Ligne ou équipement :								
1	2	3	4	5	6	7	8	9
N°	Mot Clé	Paramètre	Causes	Conséquences	Détection	Sécurités existantes	Propositions d'amélioration	Observations

Les paramètres auxquels sont accolés les mots-clés dépendent bien sûr du système considéré. De manière fréquente, les paramètres sur lesquels porte l'analyse sont : La température, la pression, le débit... .

La combinaison de ces paramètres avec les mots clé permet donc de générer des dérives de ces paramètres. L'HAZOP permet difficilement d'analyser les événements résultant de la combinaison simultanée de plusieurs défaillances.

### **II.2.1. Objectif de la méthode HAZOP**

L'objectif de la méthode HAZOP est à l'origine, d'identifier les dysfonctionnements de nature technique et opératoire dont l'enchaînement peut conduire à des événements non souhaités. Il s'agit donc de déterminer pour chaque sous-ensemble ou élément d'un système bien défini les conséquences d'un fonctionnement hors du domaine d'utilisation pour lequel ce système a été conçu [33].

### **II.2.2. Caractéristiques de la méthode HAZOP**

La méthode HAZOP (Hazard and operability studies) consiste à décomposer un système donné en sous-ensembles appelés «nœuds» puis à l'aide de mots-clés ou mots guides spécifiques et à faire varier les paramètres du système étudié par rapport à ses points de consignes appelés « intentions du procédé ». Les déviations ainsi obtenues sont examinées par une équipe pluridisciplinaire dédiée afin d'en déduire leurs conséquences potentielles pour l'ensemble du système et de déterminer celles conduisant à des risques potentiels pour la sécurité des personnes, des biens et de l'environnement. Le groupe de travail examine et définit ensuite les actions recommandées pour éliminer en priorité la cause ou atténuer voire éliminer les conséquences.

L'analyse des déviations fait l'objet d'un enregistrement sous forme de tableaux base indispensable pour la mise en place ultérieure des actions recommandées par le groupe de

travail.

Les principales caractéristiques d'une étude HAZOP sont :

- L'étude est un processus créatif. Elle consiste à utiliser une série de mots guides pour identifier des déviations potentielles par rapport à l'intention de conception et à employer ces déviations comme « déclencheurs » stimulant l'imagination des membres de l'équipe dans la recherche des causes de la déviation et dans l'évaluation des conséquences qu'elles peuvent engendrer ;
- L'étude se déroule sous la direction d'un chef d'étude qualifié et expérimenté. Celui-ci s'assure de mener un examen exhaustif du système en s'appuyant sur une pensée logique et analytique. De préférence, le chef d'étude est assisté par un scribe qui note les dangers et/ou les perturbations identifiés en vue de leur évaluation et de la recherche de solutions ;
- La qualité de l'étude repose sur les qualifications et l'expérience des spécialistes formant l'équipe. Ces spécialistes de diverses disciplines doivent faire preuve d'intuition et de perspicacité ;
- Il convient d'effectuer l'examen dans un climat de pensée positive et de franche discussion ;
- Lorsqu'un phénomène est identifié, il est noté pour être ultérieurement évalué et résolu.
- Les solutions aux problèmes ne constituent pas le principal objectif de l'étude HAZOP, mais elles peuvent, le cas échéant, être notées et transmises aux responsables de la conception [34].

### **II.2.3. Applications de la méthode HAZOP**

À l'origine, l'étude HAZOP était une technique développée pour les systèmes impliquant le traitement d'un milieu fluide ou autres flux de matière dans les industries de transformation, notamment l'industrie des procédés chimiques et pétroliers. Cependant, son domaine d'application n'a cessé de s'étendre au cours des dernières années, et la technique HAZOP s'applique aujourd'hui, par exemple :

- Aux applications logicielles, y compris les systèmes électroniques programmables;
- Aux systèmes assurant le déplacement des personnes par différents modes, tels que

le transport routier et le transport ferroviaire;

- A l'examen de différentes séquences de fabrication et aux procédures d'exploitation;
- A l'évaluation des procédures administratives dans différentes industries;
- A l'évaluation de systèmes spécifiques, tels que les appareils médicaux.

L'étude HAZOP est particulièrement utile dans l'identification des faiblesses des systèmes nécessitant la circulation de matières, de personnes ou de données, nécessitant un certain nombre d'événements ou d'activités d'une séquence planifiée ou des procédures contrôlant cette séquence. L'étude HAZOP n'est pas seulement un outil précieux pour la conception et le développement de nouveaux systèmes. Elle peut être utilisée avec profit pour l'examen des dangers et des problèmes potentiels liés à différents états de l'exploitation d'un système donné (démarrage, attente, fonctionnement normal, arrêt normal, arrêt d'urgence, etc.). Elle peut également être employée dans le processus et les séquences de fabrication par lot et en régime instable, ainsi que dans les séquences continues. L'étude HAZOP peut être considérée comme une partie intégrante du processus global de bonne ingénierie et de la gestion du risque [34].

#### **II.2.4. Principe de la méthode HAZOP**

Le principe de l'HAZOP consiste, en premier lieu, à identifier toutes les dérives potentielles des principaux paramètres de fonctionnement d'une installation. Le recensement de ces diverses dérives est effectué de manière systématique par l'association de « mots guides » à chacun des paramètres de l'installation. Puis la seconde étape consiste, d'une part, à déterminer les causes et les conséquences possibles de chacune des dérives décelées, et d'autre part, à identifier les moyens existants pour prévenir ou détecter ces dérives. La troisième étape consiste à émettre des recommandations d'amélioration des mesures existantes ou définir des mesures à mettre en place pour rendre l'exploitation de l'installation plus sûre [34].

### **II.2.5. Déroulement de la méthode HAZOP**

Le déroulement d'une étude HAZOP se fait en suivant les étapes suivantes :

- Dans un premier temps, choisir une ligne ou une maille. Elle englobe généralement un équipement et ses connexions, l'ensemble réalisant une fonction dans le procédé identifié au cours de la description fonctionnelle ;
- Choisir un paramètre de fonctionnement ;
- Retenir un mot-clé et étudier la dérive associée ;
- Vérifier que la dérive est crédible. Si oui, passer au point 5, sinon revenir au point 3
- Identifier les causes et les conséquences potentielles de cette dérive ;
- Examiner les moyens visant à détecter cette dérive ainsi que ceux prévus pour en prévenir l'occurrence ou en limiter les effets ;
- Proposer, le cas échéant, des recommandations et améliorations ;
- Retenir un nouveau mot-clé pour le même paramètre et reprendre l'analyse au point 3 ;
- Lorsque tous les mots-clés ont été considérés, retenir un nouveau paramètre et reprendre l'analyse au point 2 ;
- Lorsque toutes les phases de fonctionnement ont été envisagées, retenir une nouvelle ligne et reprendre l'analyse au point 1 [34].
- 

### **II.2.6. Définition des mots-clés**

Les mots clés utilisés dans la méthode HAZOP sont définis dans le tableau suivant :

**Tableau II.2** : Exemples de mots-clés pour l'HAZOP [34].

Type de déviation	Mot guide	Exemples d'interprétation
<b>Négative</b>	Ne pas faire	Aucune partie de l'intention n'est remplie
<b>Modification quantitative</b>	Plus	Augmentation quantitative
	Moins	Diminution quantitative
<b>Modification qualitative</b>	En plus de	Présence d'impuretés- Exécution simultanée d'une autre opération/étape
	Partie de	Une partie seulement de l'intention est réalisée
<b>Substitution</b>	Inverse	S'applique à l'inversion de l'écoulement dans les canalisations ou à l'inversion des réactions chimiques
	Autre que	Un résultat différent de son originale est obtenu
<b>Temps</b>	Plus tôt	Un événement se produit avant l'heure prévue
	Plus tard	Un événement se produit après l'heure prévue
<b>Ordre séquence</b>	Avant	Un événement se produit trop tôt dans une séquence
	Après	Un événement se produit trop tard dans une séquence

### **II.2.7. Définition des paramètres**

Les paramètres auxquels sont accolés les mots-clés dépendent bien sûr du système considéré. Généralement, l'ensemble des paramètres pouvant avoir une incidence sur la sécurité de l'installation doit être sélectionné. De manière fréquente, les paramètres sur lesquels portel'analyse sont : [36]:

- la température ;
- la pression ;
- le débit ;
- le niveau ;
- la concentration ;
- le temps ;
- des opérations à réaliser.

La combinaison de ces paramètres avec les mots clé précédemment définis permet donc de générer des dérives de ces paramètres. Par exemple :

- « Plus de » et « Température » = « Température trop haute » ;
- « Moins de » et « Pression » = « Pression trop basse » ;
- « Inverse » et « Débit » = « Retour de produit » ;
- « Pas de » et « Niveau » = « Capacité vide ».

### **II.2.8. Avantages et limites de la méthode HAZOP**

L'HAZOP est une méthode accessible et facile à mettre en œuvre, rigoureuse et logique, exhaustive grâce à ses mots guide particulièrement efficace pour les systèmes thermo hydrauliques. Cette méthode présente, toute comme l'AMDE, un caractère systématique et méthodique. Considérant, de plus, simplement les dérives de paramètres de fonctionnement du système, elle évite entre autres de considérer, à l'instar de l'AMDE, tous les modes de défaillances possibles pour chacun des composants du système. En revanche, l'HAZOP permet difficilement d'analyser les évènements résultant de la combinaison simultanée de 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. Elle peut donc nécessiter un outil complémentaire [35].

## **II.2. Description du Logiciel PHAST**

PHAST est l'acronyme anglais de Process Hazard Analysis Software Tool, PHAST est un logiciel qui a été développé et mis à jour par DNV software pour évaluer les conséquences des fuites de gaz, des incendies, des explosions, de la toxicité et des autres dangers technologiques reliés à diverses industries.

Les scénarios de perte de confinement des équipements sous pression, des réservoirs de stockage, des canalisations et des pipelines sont faciles à créer. Il simule l'évolution d'un rejet accidentel d'un produit toxique et/ou inflammable, depuis la fuite initiale jusqu'à la dispersion atmosphérique en champ lointain, incluant la modélisation de l'épandage et de l'évaporation de flaque. Une gamme de modèles "autonomes", de sources définies par l'utilisateur et de paramètres ajustables est également prise en charge, donnant un contrôle total pour spécifier des scénarios de perte de confinement [37].

## **Conclusion**

L'analyse des risques est une étape très importante dans le domaine de la sécurité qui permet l'identification des différentes sources des risques et dangers grâce à diverse outils et méthodes. Pour appliquer une méthode d'analyse des risques, il faut tout d'abord faire une description générale de risque pour l'identifier, et localiser les zones les plus dangereuses et aussi pour choisir la méthode la plus précise et la plus adéquate.

C'est pourquoi, l'analyse des risques est devenue pour de nombreuses organisations une préoccupation majeure et un élément indispensable non seulement à la réussite de l'entreprise mais également à leur développement.

## **Chapitre III :**

# **Analyse des risques et modélisation des phénomènes dangereux**

## **Introduction**

Notre stage pratique a été effectué au niveau de la raffinerie (RA1K) de Skikda. La variété des produits raffinés et leurs natures (GPL, bitumes, aromatiques ; des paraxylènes et des carburants...) font de cette entreprise un lieu de travail à haut risque. Dans ce chapitre, nous allons donner un aperçu général sur complexe (RA1K) de SKIKDA, l'unité dans lequel notre stage est effectué.

### **III.1. Présentation de lieu de stage**

#### **III.1.1. Présentation du SONATRACH**

« Société Nationale pour la Recherche, la Production, le Transport, la Transformation, et la Commercialisation des Hydrocarbures » est une entreprise publique algérienne créée le 31 décembre 1963, un acteur majeur de l'industrie pétrolière surnommé la major africaine. Sonatrach est classée la première entreprise d'Afrique. Sonatrach doit répondre au souci de mobiliser les ressources de la rente pétrolière perçue très tôt comme un élément moteur dans le développement de l'Algérie. Au fil des années, elle devient un puissant élément d'intégration nationale, de stabilité et de développement économique et social.

##### **III.1.1.1. Activité**

- Production d'hydrocarbures
- Transport maritime

##### **III.1.1.2. Produits**

- Pétrole
- Gaz naturel (GN)
- Gaz naturel liquéfié (GNL)
- Gaz de pétrole liquéfié (GPL)

##### **III.1.2. Historique de l'Entreprise**

- Le 3 avril 1974, Signature d'un contrat avec SNAM PROGETTI Italie pour la construction de la raffinerie de Skikda.

- À la fin du mois de mars 1980, les travaux de mise en service ont été achevés et la raffinerie a commencé progressivement.
- Avant janvier 1982 le complexe de raffinage de pétrole (RA1/K) de SKIKDA était géré par la société nationale SONATRACH.
- A partir du 02 janvier 1982 la société SONATRACH a été restructurée en 13 entreprises, parmi ces entreprises ; l'Entreprise nationale de raffinage et de distribution de produits pétroliers l'E.R.D.P créée par décret 80-101 du 06 avril et mise en place le 02 janvier 1982. L'E.R.D.P est placée sous tutelle du ministère de l'énergie et des industries pétrochimiques.
- A partir du 02 février 1985 l'E.R.D.P a été transformée sous le nom commercial NAFTAL. Cette dernière est subdivisée en quatre unités à savoir :
  - Unité NAFTAL de raffinage ;
  - Unité NAFTAL de distribution ;
  - Unité NAFTAL portuaire ;
  - Unité NAFTAL de maintenance.
- A compter du 25 août 1987 et par décret 87-190 fut créé l'entreprise nationale NAFTEC qui a pris en charge une des activités dévolues initialement à NAFTAL, en l'occurrence la promotion, le développement, la gestion et l'organisation de l'industrie du raffinage par notamment le traitement du pétrole brut et du condensat ainsi que du brut réduit importé en vue d'obtenir des produits raffinés destinés à la consommation nationale et à l'exportation.
- En septembre 2011, la société nationale de raffinage de pétrole NAFTEC a été dissoute et reprise par SONATRACH.
- le 4 juillet 2009, la raffinerie de Skikda a connu un projet de réhabilitation et d'adaptation des unités de traitement. Engineering India Limited (EIL) a réalisé la partie ingénierie, SAMSUNG Engineering a assuré la partie construction ; Pour améliorer la sécurité des installations et augmenter les taux de production [38].

### **III.1.3. Implantation de la raffinerie de Skikda**

Le complexe de la raffinerie de pétrole de Skikda, baptisé (RA1/K) et implanté sur la zone industrielle à 07 Km à l'Est de la ville de Skikda et à 02 Km de la mer. Elle est aménagée sur une superficie de 230 hectares environ (projet de réhabilitation inclus). Cette Raffinerie a

pour mission de transformer le pétrole brut provenant de Hassi Messaoud à travers un pipeline de 760Km.

Sa capacité de traitement est de 16,5 millions t/an de pétrole et de 277000 t/an de brut réduit importé (BRI). Le raffinage de SKIKDA est conçu pour :

- Raffiner le pétrole brut provenant de Hassi Messaoud ;
- Traiter le naphta pour produire des essences, des hydrocarbures aromatiques ;
- Traiter le brut réduit importé (BRI) pour produire des bitumes routiers et oxydés [38].

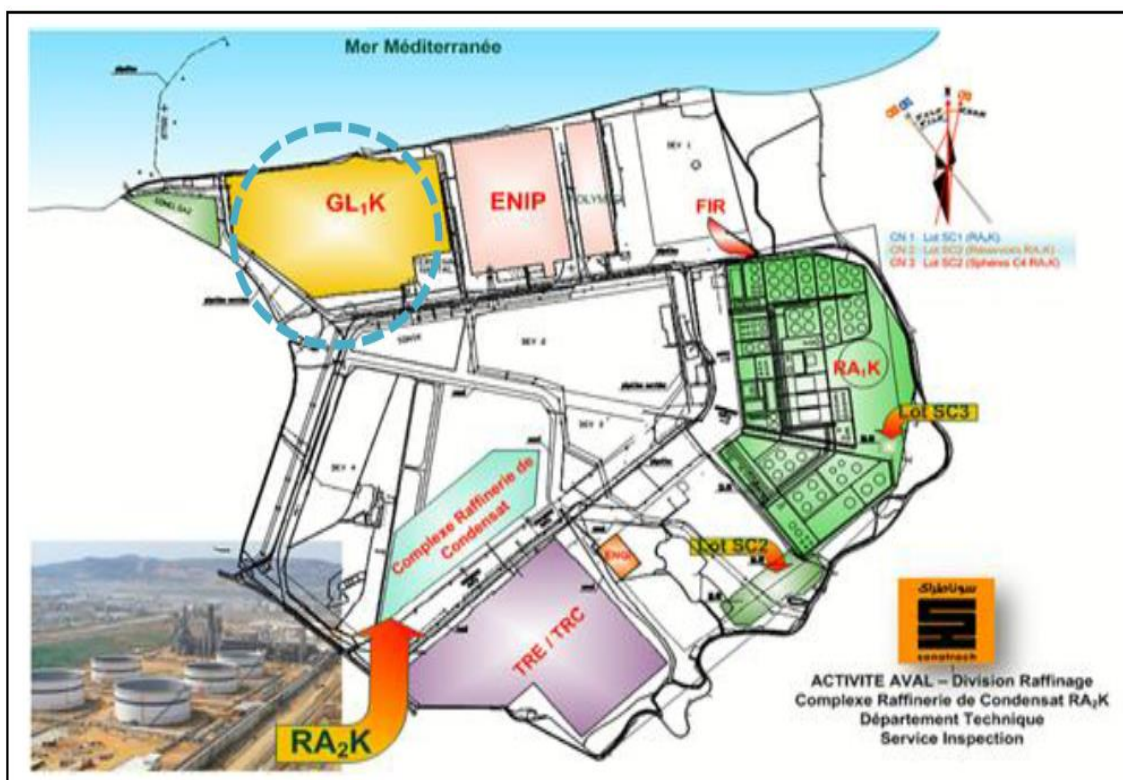


Figure III.1 : Situation géographique de (RA1/K) [38].



Figure III.2 : Vue par satellite de la raffinerie de Skikda [38].

#### III.1.4. Présentation des unités de (RA1K)

La raffinerie de Skikda se compose des unités de production suivantes :

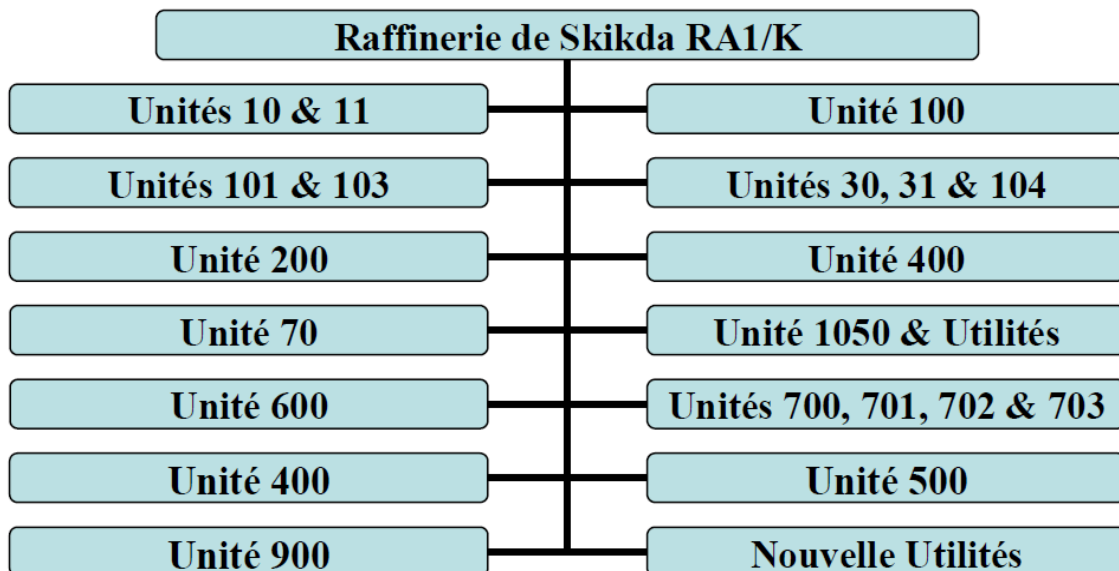


Figure III.3 : Les différentes unités du complexe (RA1/K) [38].

- Unités 10 & 11 de distillation atmosphérique (**Topping**) ;
- Unité 100 de prétraitement et de reforming catalytique (**Magnaforming**) ;

- Unités 101 & 103 de prétraitement et de reforming catalytique (**Platforming**) ;
- Unités 30, 31 & 104 de traitement et séparation des gaz (**GPL**) ;
- Unité 200 d'extraction des aromatiques ;
- Unité 400 de cristallisation et séparation du paraxylène ;
- Unité 500 d'isomérisation du xylène ;
- Unité 70 de distillation sous vide (**Bitume**) ;
- Unité 1050 centrale thermique (**CTE**) et utilités ;
- Unité 600 de stockage, mélange et expédition (**Melex**) ;
- Unités 700, 701 ,702 et 703 de hydrotraitement et isomérisation du Naphta ;
- Unité 900 de purification d'hydrogène.

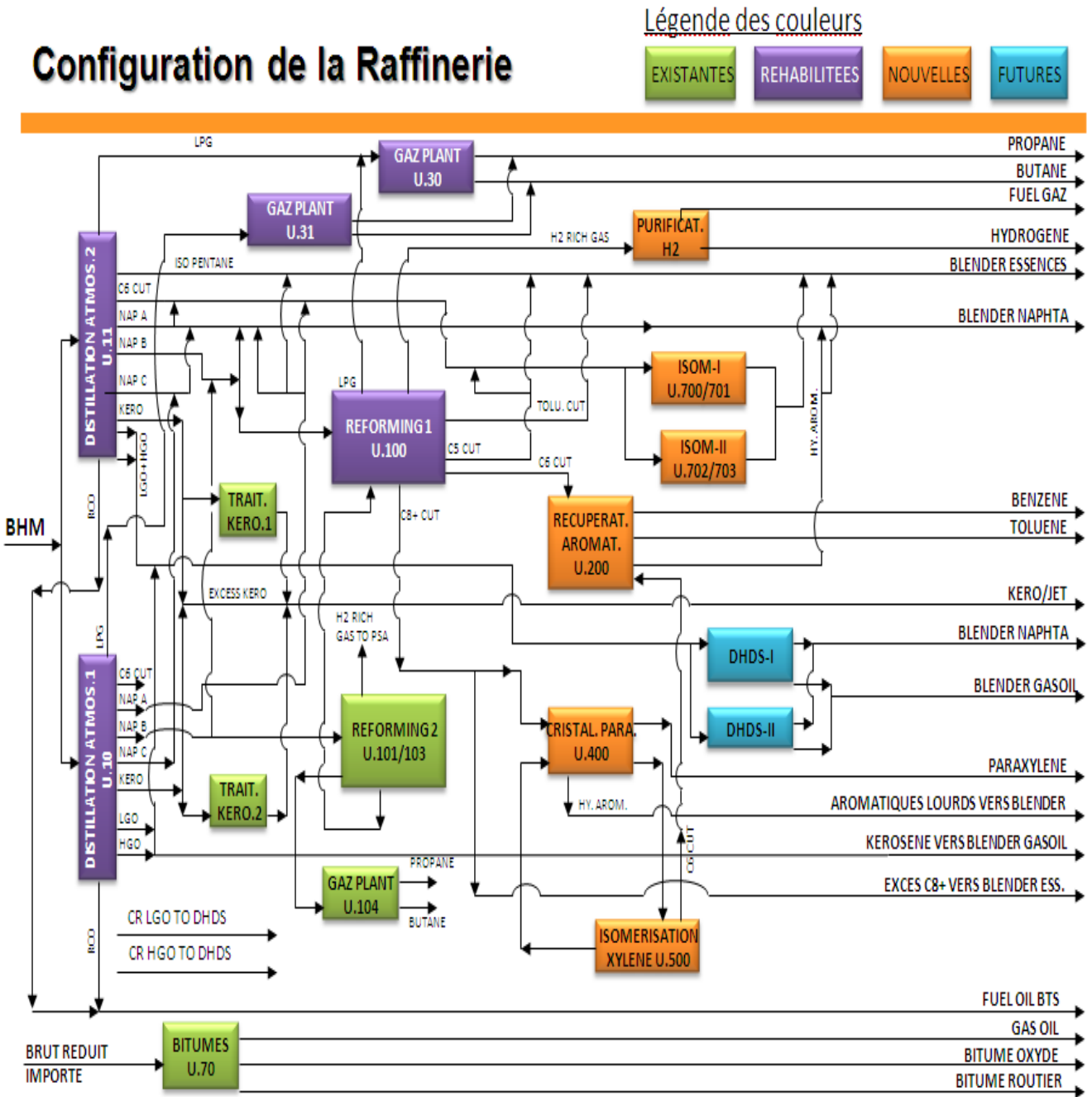


Figure III.4 : Les principales installations de la Raffinerie [38].

- **Unités 10 et 11 (TOPPING)**

TOPPING ou la distillation atmosphérique, a pour but de fractionner le brut en différentes coupes stabilisées pouvant être utilisées pour l'obtention de produits finis et des produits semi-

finis pour alimenter d'autres unités, situées en aval (MAGNAFORMING, PLATFORMING, gaz plant).

Les unités 10 et 11 de TOPPING traitent le brut de Hassi Messaoud avec une capacité annuelle de 16,5 millions t/an pour produire les produits suivants : G.P.L, Isopentane, Naphta A, Naphta B, Naphta C, Kérosène, Gasoil léger, Gasoil lourd et Résidu.

- **Unités 100 et 103 (MAGNAFORMING et PLATFORMING)**

La MAGNAFORMING et le PLATFORMING ont pour but de transformer le naphta Moyen et lourd Obtenus du TOPPING (reformat) et utilisés comme charge pour les Unités d'aromatiques (unité 200 et 400). Cette transformation a pour conséquence Une augmentation de l'indice d'octane de 45 à 99 permet ainsi d'utiliser le reformat obtenu pour la fabrication des essences.

- **Unité 200 : extraction des aromatiques**

L'installation d'extraction des aromatiques a été projetée extraire de l'essence Reforme des aromatiques qui seront fractionnés par la suite en benzène et Toluène très pure. La charge est Constitue par la coupe de reformat léger Provenant directement ou travers un réservoir de la colonne C5 splitter du Reformat de l'unité 100.

- Dans le premier stade : les aromatiques sont fractionnés à l'aide d'un Solvant sélectif qui est le sulfate ;
- Dans le deuxième stade : le raffinat constitue principalement des Hydrocarbures paraffines qui sont envoyés vers stockage ;
- L'extrait alimente la sélection fractionnement où il est séparé en benzène, Toluène et en Aromatiques lourds par distillation.

- **Unité 400 (séparation du para xylène)**

Cette unité est conçue pour récupérer le paraxylène, produit très recherché sur le marché.

La charge venant de l'unité MAGNAFORMING permet, par cristallisation, de séparer le paraxylène des autres xylènes (méta-ortho) et éthyle-benzène. Le paraxylène est commercialisé ; le reste peut être utilisé comme base pour l'obtention des essences, ou commercialisé sous

forme de mélange xylènes, pouvant être utilisé dans l'industrie pétrochimique (comme solvant pour la fabrication des peintures).

- **Unité 70 : production de Bitume**

L'unité a été conçue pour traiter 277 100 t/an de brut réduit importé (BRI) qui peut être :

- Charge A : résidu TIA juan a medium 372° plus ;
- Charge B : résidu TIA juan a lourd 450 °C de plus ;
- Charge C : résidu du brut du Koweït.

L'unité se compose principalement d'une colonne de distillation sous vide et d'un réacteur d'oxydation de bitume, le produit de fond de colonne est le Bitume routier ordinaire qui est envoyé :

- Une partie vers le stockage ;
- L'autre partie comme une charge à la section d'oxydation ou elle sera Oxydée au moyen de l'air en bitume oxyde.

- **Unités 30-31-104 (séparation et traitement des gaz)**

Ces unités sont destinées à traiter les gaz liquides venant des unités 10, 11,100 et 103 dans l'ordre suivant :

- Unité 30 : Traite le gaz liquide qui vient de l'unité 100, en particulier ceux de tête de la colonne C7 où les GPL sont séparés du pentane ;
- Unité 31 : Reçoit les gaz provenant de la tête des colonnes de stabilisation d'essence, des deux unités de TOPPING ;
- Unité 104 : Elle a été conçue pour traiter les GPL venant de l'unité 103.

- **Centrale thermique (CTE 1050)**

C'est le système nerveux de la raffinerie, elle assure les utilités indispensables pour la marche de toutes les unités :

- Air comprimé ;
- Vapeur basse, moyenne et haute pression ;
- Roues de refroidissement, eaux potables et anti-incendie ;

- Azote (gaz inerte) ;
- Fuel gaz et gaz naturel ;
- Electricité.

### **III.1.5. Organisation générale de la sécurité**

La politique de sécurité mise en place est répercutée au niveau des différents sites par le département Hygiène Sécurité et Environnement (HSE) qui veille à sa bonne application.

La politique est, en outre, reprise au niveau d'un manuel HSE. Ce dernier renferme des mesures de sécurité appliquées au niveau des sites.

La problématique de la sécurité est également traitée dans les manuels opératoires puisque pour chaque unité de l'installation, les procédures, propres au procédé, y sont formalisées.

Ces dernières permettent, pour les différents opérateurs, la maîtrise des procédés et de l'exploitation. Comme cela a déjà été mentionné ci-dessus, en cas d'incident, la raffinerie peut toujours compter sur des moyens d'intervention appropriés. Ces moyens consistent dans des moyens fixes et mobiles d'intervention mais aussi dans un personnel convenablement formé.

Un autre outil, le manuel de l'agent d'intervention, reprend les conduites à adopter pour lutter contre le feu [39].

#### **III.1.5.1. Présentation de la structure sécurité**

Au sein du département Hygiène et Sécurité de la raffinerie de Skikda, le département sécurité est composé de 3 services :

- Service intervention ;
- Service prévention ;
- Service environnement.

##### **III.1.5.1.1. Service intervention**

Ce service, constitué de 99 agents travaillant en quart, assure d'une manière continue, la surveillance et les interventions sur les installations. Le service intervention a pour tâches principales :

- Protéger et sauvegarder le personnel ainsi que le patrimoine de l'entreprise ;

- Mener, en cas d'urgence, les actions conformément aux différents plans de secours ;
- Gérer les installations et les équipements d'intervention et de secours ;
- Concrétiser les programmes de formation et d'exercices de lutte contre l'incendie.

#### **III.1.5.1.2. Service prévention**

Service constitué de 20 agents travaillant en journée normale et assurant :

- La supervision et le contrôle des installations ;
- La gestion des risques liés aux travaux ;
- La préservation de la santé des travailleurs ;
- Le contrôle de la conformité des pratiques par rapport aux normes et aux règles du manuel HSE.

Le service prévention a pour tâches principales :

- Prévoir les risques d'accident et d'incident au sein des installations de l'entreprise ;
- Garantir le respect des normes et réglementations de sécurité ;
- Assister et contrôler tous les organes et structures d'exploitation en matière de sécurité ;
- Promouvoir et développer l'organisation globale en matière d'hygiène et de sécurité ;
- Diffuser les consignes de sécurité ;
- Sensibiliser l'ensemble du personnel aux règles en matière de sécurité et d'hygiène ;
- Contrôler les installations techniques et assurer le suivi des travaux ;
- Réaliser des enquêtes et des statistiques des accidents du travail.

#### **III.1.5.1.3. Service environnement**

Il est constitué par 4 cadres chargés des inspections et du contrôle environnemental sur les différents types de rejet.

### **III.1.6. Les ressources matérielles**

#### **III.1.6.1. Système d'alerte et de communication**

La salle de veille est le cœur de ce système, elle est dotée de moyens de communication et de deux tableaux synoptiques.

##### **a- Moyens de communication**

IL existe des lignes téléphoniques locales, avec la protection civile ainsi qu'avec la FIR .Et une centrale radio pour communiquer avec le personnel doté de talkies walkies.

**b- Deux tableaux synoptiques**

Ces tableaux donnent des alarmes sonores et visuelles avec une localisation du point d'alarme en cas de déclenchement.

**Définition des alertes :**

L'alerte au sein du complexe est prévue par un signal sonore pour avertir le personnel :

- **Alerte jaune** : 02- coups de sirène de 15 secondes espacés de 2 secondes ;
- **Alerte générale** : 04 coups de sirène de 15 secondes espacés de 2 secondes ;
- **Fin d'alerte** : 01 coup de sirène prolongé de 60 secondes.

**III.1.6.2. Moyens anti-incendie**

Les moyens anti-incendie de la raffinerie sont de trois types :

1. Moyens fixes ;
2. Moyens semi- fixes ;
3. Moyens mobiles.

**III.1.6.2.1. Moyens Fixes**

**- Réseau d'eau anti-incendie :**

Le réseau d'alimentation en eau comprend :

- a. Un réservoir de stockage de l'eau à
- b. usage anti-incendie ;
- c. Une station de distribution.



**Figure III.5 :** réserve d'eau anti incendie.

**a. Réservoir de stockage de l'eau**

La réserve d'eau qui s'élève à 20000 m<sup>3</sup> est emmagasinée dans un réservoir métallique cylindrique, ravitaillée à partir du barrage de ZERDAZA.

Du réservoir part une conduite de 24" qui fait office de collecteur d'aspiration pour le groupe de pompes anti-incendie. Il y'a en outre un autre bac de 20000 m<sup>3</sup> d'eau potable qui peut être utilisé comme eau anti-incendie en cas de besoin, car il existe une liaison entre ces deux bacs pour le transfert.

**b. Station de pompage**

En situation normale le réseau anti-incendie est maintenu en pression à 8 kg/cm<sup>2</sup> au moyen de deux pompes centrifuges de 50 m<sup>3</sup>/h chacune, actionnée par des moteurs électriques.

En situation d'alerte, le réseau anti-incendie est alimenté par quatre pompes prévues à cet effet qui élèvent la pression à 14 kg/cm<sup>2</sup> avec un débit de 600 m<sup>3</sup> chacune :

- Deux pompes centrifuges MP1A/B actionnée par des moteurs électriques.
- Deux pompes centrifuges DPC/D actionnées par des moteurs diesels.

**c. Anneau de distribution**

Il est constitué par un ensemble de tubulure de 10", 12", 16" englobant toute l'étendue de la raffinerie :

Dans la zone des installations et la zone des bacs de stockage, des vannes au nombre de 170 permettent de sectionner non seulement les différentes dérivations mais tout le réseau lui-même en plusieurs tronçons pour isoler les ruptures ou fuites éventuelles.

- **Installations fixes reliées à l'anneau de distribution**

- Prise d'eau anti-incendie ;
- Prise pour lance monitor à eau ;
- Embout pour le raccordement des robinets armés ;
- Embout pour le raccordement du système de refroidissement des réservoirs ;
- Embout pour le branchement des installations fixes à mousse (poste de chargement toluène, réservoirs d'essence, naphta C traité et bacs de brut).

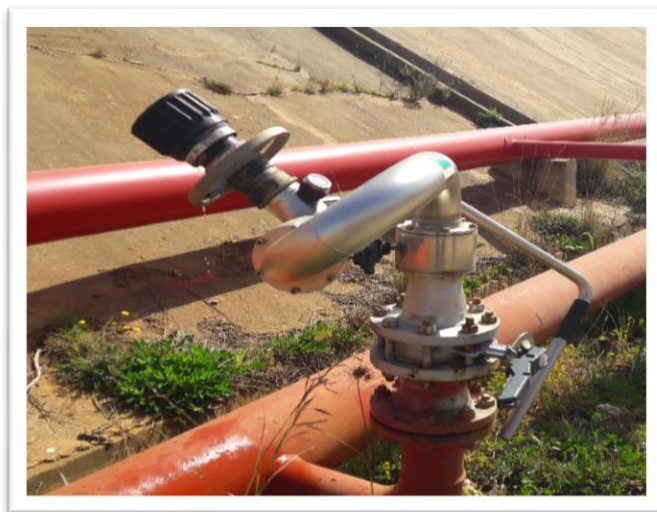
- **Prise d'eau anti-incendie**

Le long du réseau de distribution et à des intervalles à peu près réguliers sont installés 313 poteaux anti-incendie avec quatre sorties, deux de 100 mm et deux de 70 mm

- **Lance monitor à eau**

Dans les aires des unités :

- Topping ;
- Reforming ;
- Aromatiques ;
- Gaspillage ;
- et la zone des réservoirs d'hydrocarbures liquéfié : 25lances monitors.



**Figure III.6** : Lance monitor à eau.

- **Robinets armés**

Du réseau de distribution partent des lignes de 3" traversent les unités de procédés sur ces lignes sont branchés 24 robinets armés avec flexible et lance.

- **Refroidissement des réservoirs**

Des lignes desservent le système de refroidissement des réservoirs hydrocarbures.

- **Installation fixe à mousse**

- Poste de chargement toluène :

Le poste de chargement toluène est protégé par une installation fixe à mousse, desservie par une dérivation du réseau, le système de protection à mousse comprend :

- un réservoir de 3000 litres d'émulseur et 10 lances à mousse.

Cette installation protège 500 m<sup>2</sup> ;

- Réservoirs d'essence, de naphta (C) et de brut : ces réservoirs sont protégés par des installations fixes à mousse.

- **Unité fixe à poudre**

Les pompes pour GPL sont protégées par 2 installations fixes à poudre distinctes chaque . Réservoir comprend 500 et 600 kg de poudre.

- **Installations fixes détection-extinction automatique à CO<sub>2</sub>**

Les sous stations électriques (STG) et du reforming<sup>2</sup> ainsi que la salle de climatisation affectée à cette dernière sont protégées par des installations fixes à CO<sub>2</sub>.

### **III.1.6.2.2. Moyens Semi-Fixes**

Ce sont les équipements qui sont installés d'une manière fixe mais pour fonctionner, il faut les raccorder aux autres équipements mobiles : on a deux types

- Système d'injection de mousse à l'intérieur des bacs ;
- Système à déversoirs de mousse sur les bacs à toit flottant.

### **III.1.6.2.3. Moyens Mobiles**

Ce sont les équipements qui peuvent être déplacés et utilisés dans tous les endroits de la raffinerie.

La raffinerie dispose de 06 camions anti-incendie (camion « sides ») cités comme suit :

- **VMR 70 N°1** : camion à mousse de 7000 L d'émulseur ;
- **VMR 70 N°2** : camion à mousse de 7000 L d'émulseur ;
- **VMR 70 N°3** : camion mixte : 4000 L eau et 3000 L émulseur ;
- **VMR 30 EP820** : camion à 3 citernes (750 L pré-mélange, 2250 L d'émulseur, 820 KG de poudre) ;
- **VMR 40 EP10** : camion à 3 citernes (2000 L eau, 2000 L d'émulseur, 1000 KG de poudre) ;
- **PG 4500** : camion à poudre à trois citernes (Une citerne de 3000 KG, deux citernes de 750 KG).



**Figure III.7 :** Les camions anti-incendie (camion « sides »).

#### III.1.6.2.4. Moyens mobiles affectés aux installations

1. Extincteurs à poudre de 9 kg ;
2. Extincteurs à poudre de 50 kg ;
3. Extincteurs à poudre de 90 kg ;
4. Extincteurs à poudre de 200 kg ;
5. Extincteurs à poudre de 250 kg ;
6. Extincteurs à CO<sub>2</sub> affectés aux sous stations électriques et salles de contrôle de capacité variable 5 à 6 litres ;
7. Chariots porte fut 200L émulseur ;
8. Canons à mousse tractables 1000L émulseur.



**Figure III.8 :** Les différents types d’extincteurs à poudre dans les unités.

### Agents Extincteurs

Les différents agents extincteurs utilisés au niveau du complexe raffinerie sont :

- La mousse physique : les émulseurs employés sont protéiniques, fluor protéiniques et l’émulseur AFFF ;
- La poudre : à base de bicarbonate de sodium ou bicarbonate de potassium ;
- l’eau ;
- la vapeur, la neige carbonique.

Pour les feux d’hydrocarbures on utilise en générale la mousse à bas foisonnement

#### III.1.7. Consignes Et Règles D’hygiène Et De Sécurité

La sécurité du personnel et des moyens de l’entreprise est une affaire sérieuse qui doit être considérée comme la priorité des priorités du management. Dans l’usine, elle reflète l’état d’esprit des dirigeants. Elle sert de mesure au niveau du développement et de réussite de toute entreprise ou organisation quelconque.

Le règlement de sécurité suivant a pour objet de présenter quelques règles élémentaires d’hygiène et de sécurité à mettre en œuvre dans le but d’éviter les accidents et les incendies aux

conséquences graves et inacceptables et d'être en accord avec la réglementation en vigueur. Il est évident que ce document ne peut être exhaustif. Il doit être suppléé par des normes et des règlements de sécurité spécifique à chaque usine et à chaque activité,

### **III.1.7.1. Consignes Permanentes**

#### **III.1.7.1.1. Obligations**

**PORT** : Des équipements de protection individuelle :

- Casque ;
- La tenue de travail appropriée ;
- Chaussures de sécurité ;
- Gants de protection.

**PORT** : Des équipements de protection spécifique

- Stop bruit ;
- Lunettes de sécurité ;
- Masques A/Poussière et/ou Gaz.

**RESPECT** :

- Du règlement intérieur ;
- De la procédure des permis de travail ;
- Des procédures de sécurité ;
- Des consignes d'urgence ;
- Des plaques de signalisation ;
- Des panneaux des consignes ;
- De l'hygiène des lieux de travail ;
- De la limitation de vitesse 30Km/h ;
- De la priorité aux véhicules de secours ;
- De la répartition des moyens de sécurité.

#### **III.1.7.1.2. Interdictions**

- D'encombrer les voies d'accès et de circulation ;
- De toucher aux équipements de sécurité ;
- De stationner devant des prises d'eau A/I ;
- D'entreposer des centaines ou autre sans l'aval de la sécurité ;

- De manœuvrer les vannes de purge de produits : inflammable/toxique/agressif pour un nettoyage des objets, vêtements ;
- De fumer en dehors des fumoirs désignés ;
- D'allumer des feux ;
- D'utiliser des appareils/équipements électrique/électronique non dotés de sécurité intrinsèque dans les zones d'exploitation ;
- De courir à l'intérieur de la zone d'exploitation ;
- De filmer ou de photographier sans autorisation ;
- D'accéder en zone exploitation avec véhicule/engin dépourvu de pare-flamme.

#### **III.1.7.1.3. Extinction**

- Feux secs (bois, textiles, herbes) : Utiliser Eau, mousse sable
- Feux gras (Hydrocarbures, peintures) : Utiliser poudre, mousse
- Feux de gaz : Fermer vannes, refroidir l'équipement.
- Feux électriques : Couper courant, utiliser CO2, poudre.



Figure III.9 : Les Consignes de Sécurité Permanentes Au niveau de (RA1K)

#### III.1.7.1.4. Conduite En Cas D'urgence

Au vu d'un danger imminent : (fuite importante de gaz, de liquide inflammable ou toxique.etc.)

Alerter immédiatement le centre de veille par :

- tel 42-01, 43-89 et 50-11 ;
- bouton d'alarme.

Préciser : nom, prénom, nature, ampleur de l'incident.

En cas de feu l'attaquer avec les moyens appropriés [39].



Figure III.10 : Plan de mouvement de La raffinerie [39].

### **III.1.7.1.5. Code Sirène**

↔ **ALERTE JAUNE** : 2 Coups De 15 Secondes

Suspendez :

- Les travaux dans l'unité concernée ;
- Les communications sans relation avec l'incident ;
- Le chargement, déchargement et expédition.

Dégagez :

- Les routes et voies de circulations.

Evitez :

- Les actions qui pourraient compromettre les opérations d'intervention.

↔ **ALERTE GENERALE** : 4 Coups De 15 Secondes

- Arrêt de toutes les unités et évacuation.

Les points de rassemblement sont :

- Poste 1: Parking ADM (DPTS F,ADM,M,D);
- Poste 2 : Atelier maintenance ( DPTS G,P,T,I) ;
- Poste 3 : DRH ( DPTS DRH et DEV) ;
- Poste 4 : DH ( EMR et GL).

↔ **FIN D'ALERTE** : 1 Coup De Sirène De 60 Secondes

Après évacuation, le retour aux installations ne reprendra que sur ordre de la direction [39].



Figure III.11 : Plan De Transport Et Evacuation et Points De Rassemblement [39].



Figure III.12 : Plan Des Issues De Sorties De La Raffinerie De Skikda [39].

### III.2.Présentation du ballon V3

Le Ballon du Produit de tête de la Colonne Atmosphérique (10-V-3A) est de 3.8 m d'ID et TL de 9.5m. Le 10-V-3A fonctionne à une température et une pression de 70°C et 4.08kg/cm<sup>2</sup>g. Le produit condensé est séparé en trois phases, Gaz combustible, Naphta non-stabilisé et Eau acide. L'eau acide est collectée dans le mamelon du ballon et envoyée au Stripper des eaux acides via les Pompes d'Eau Acide (10-P-70 A/B. Le niveau d'eau acide dans

le mamelon est contrôlé par le régulateur de niveau 10-LIC-9 via la vanne de régulation de niveau 10-LV-9 sur la ligne de refoulement de la Pompe d'Eau Acide. Le 10-LIC-9 contrôle le niveau d'interphase et donne l'alarme de niveau haut & bas 10-LAH-9 et 10-LAL-9 en salle de contrôle. Le naphta non-stabilisé est envoyé au stabilisateur-A et stabilisateur-B via le préchauffage de l'alimentation, sous contrôle de niveau 10-LIC-8, par la Pompe d'Alimentation du Stabilisateur (10-P-92A/B). Le 10-LIC-8 agit en cascade avec le 10-FIC-52 et 10-FIC-2151 qui contrôlent le débit de naphta vers le stabilisateur-A et le stabilisateur-B. L'indicateur de niveau 10-LI-1951 a été installé dans 10-V-3A pour indiquer le niveau de naphta non-stabilisé. Celui-ci donne l'alarme High High 10-LAHH-1951 en salle de contrôle. La coupe latérale de naphta non-stabilisé est envoyée, sous contrôle de débit, à la section de récupération de gaz combustible/compresseur pour l'absorption des de GPL à partir du gaz combustible.

La pression dans le ballon 10-V-3A est contrôlée par le 10-PIC-15 ; l'excès de pression est déchargée au Blow-down par la vanne 10-PV 15 B/C à travers une régulation en Split-range. Toutefois, dans le cas où la pression tombe au-dessous du point de consigne, du gaz combustible est introduit, dans le circuit, à travers la vanne 10-PV-15A. Ce débit est indiqué par 10-FI-80. Le 10-PIC-15 envoie l'alarme de pression haute/basse 10-PAH-15 & 10-PAL-15 dans la salle de contrôle.

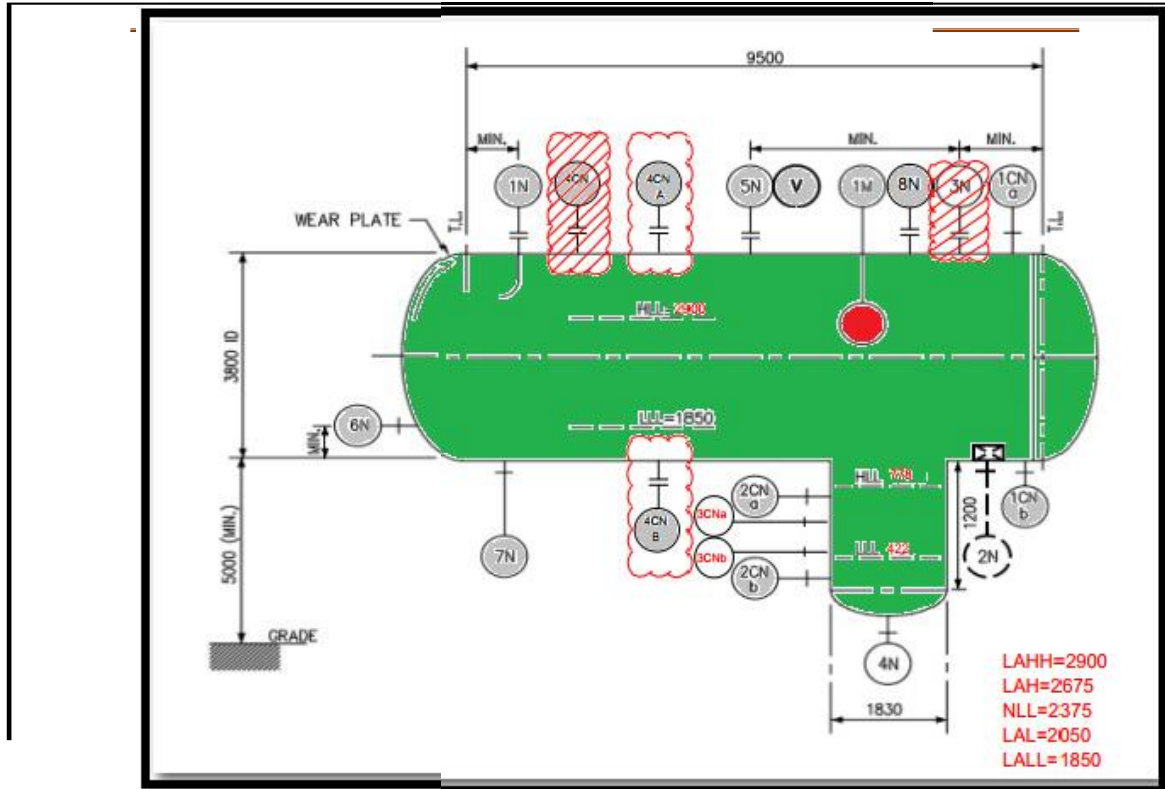


Figure III.13 : Ballon V3 et les valeurs de déclenchement d’alarme.

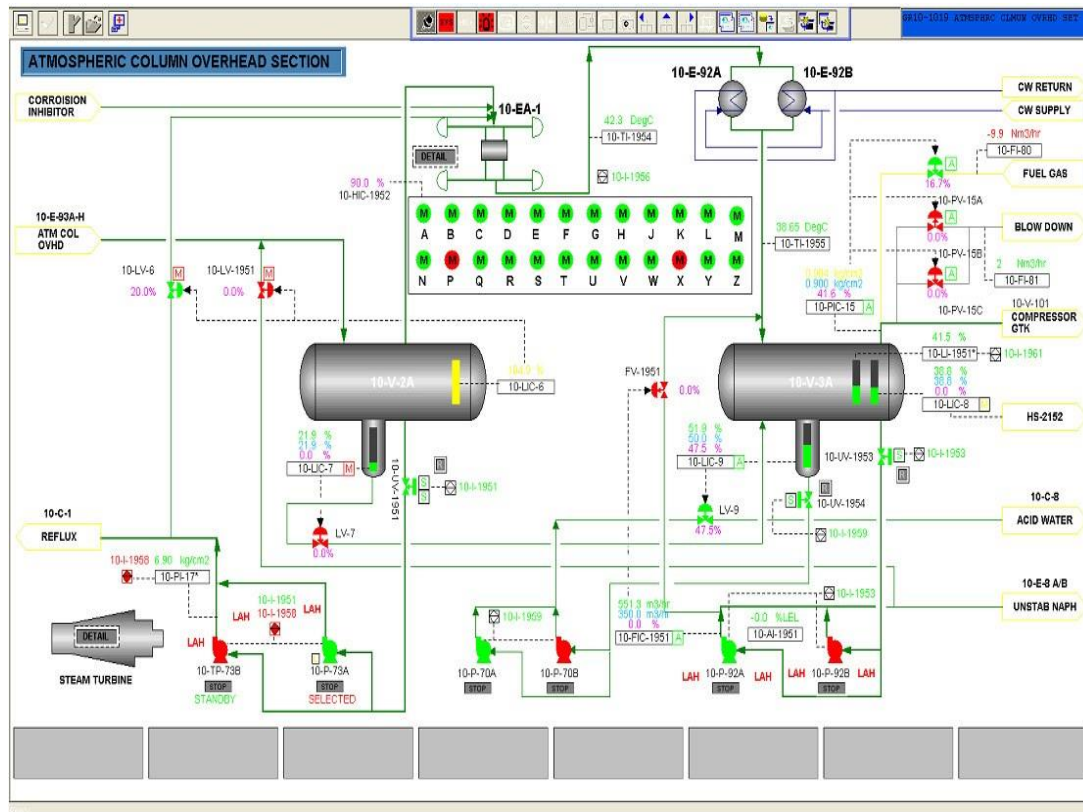


Figure III.14 : P&ID ballons V2 et V3.

### III.3. L'application de la méthode HAZOP sur le ballon V3

La méthode HAZOP est considérée comme l'une des meilleurs techniques disponibles dans le cadre de l'évaluation des risques incendie explosion et d'analyse et la maîtrise des risques majeurs sur le ballon (V3) de séparation de l'essence total (Naphta A,B,C, GPL...) au niveau de la raffinerie de Skikda.

L'évaluation du risque (élaboration de la grille de criticité)

$$R = \text{Probabilité} * \text{Gravité}$$

La matrice utilisée pour l'évaluation du niveau des risques

La matrice choisie dans notre travail est celle utilisé pour l'étude du HAZOP.

		(P) Probabilité				
		1 Impossible	2 Improbable	3 Occasionel	4 Probable	5 Fréquent
(G) Gravité	1 Négligeable	Faible 1	Faible 2	Faible 3	Faible 4	Faible 5
	2 Marginal	Faible 2	Faible 4	Faible 6	Moyen 8	Moyen 10
	3 Significative	Faible 3	Faible 6	Moyen 9	Elevé 12	Elevé 15
	4 Catastrophique	Faible 4	Moyen 8	Elevé 12	Elevé 16	Elevé 20
	5 Fatale	Faible 5	Elevé 10	Elevé 15	Elevé 20	Elevé 25

 Risque acceptable

 Risque tolérable

 Risque inacceptable

Figure III.15 :.Matrice d'évaluation des risques.

### **III.3.1. Tableau HAZOP**

Le ballon V3 (séparation des essences total Naphta et GPL) :

- Paramètres : pression, niveau, température, débit ;
- Mots-clés : haut, bas ;
- Déviation : plus de, moins de.

On note :

Avant barrière de sécurité : ABS

**Tableau III.1** : Tableau Hazop du ballon de reflux V3.

<b>Ligne ou équipement:</b> ballon de séparation V-3 <b>Section:</b> Colonne Atmosphérique C-1 <b>Paramètres:</b> niveau; pression; température; débit.											
Paramètre	Déviations	Causes	Conséquences	P avant barrières de sécurité	G avant barrières de sécurité	R avant barrières de sécurité	Barrières de sécurité	P	G	R	Recommandations
Niveau	Plus de niveau de produit	Fausse indication LAL LIC8 et LI 1951	*Arrêt du compresseur GTK (Arrivé du liquide).	3	3	9	LI1951 LIC8 Level Glass 11	2	3	6	*Renforcé l'équipe d'intervention par le personnel et le matériel  *Installer LAH avec LI1951 et LIC8
			*Passage de liquide vers torche	2	4	8		1	4	4	
		La vanne FV1951 et LV6 bloqué ouvert	*Débordement du ballon V3  *Arrivé important du produit vers les colonnes stabilisatrices A/B	2	4	8	LIC 6 FIC 1951	2	3	6	*Entretien préventive des vannes *Installer LAHH avec LIC 6 *Installer LAH avec FIC 1951
		La vanne UV 1953(la sortie du V3) bloqué fermé		3	3	9	/	2	3	6	*Entretien préventive des vannes *Mettez une seule pompe en marche et la deuxième en stand-by

Chapitre III :Analyse des risques et modélisation des phénomènes dangereux

Niveau			*Cavitation de la pompe P92A/B								
	Moins de niveau de produit	Les pompe P92 A/B ne s'arrêtent pas	*Incendie au niveau de la pompe P92 A/B	3	4	12	/	2	3	6	*Mettez une seule pompe en marche et la deuxième en stand-by *Installer des détecteurs de feux
		Fonctionnement non Satisfaisant desaéroréfrigérantE A-1A/Y	*Arrivé important de la phase gazeuse suite à la condensation Insuffisante causant l' augmentation de lapression  *Fuite au niveau des EA-1A/Y et dispersion atmosphérique du gaz	3	4	12	LIC 8 Level Glass 11	2	3	6	*Entretien préventive des Aéro-réfrigérants  *Installer LALL avec LIC 8  *Installer des détecteurs de gaz
		La vanne FV1951 et LV6 bloqué fermé	*Fuite au niveau de la ligne entre P92A/B et FV 1951 *incendie *Augmentation de la phase gazeuse au niveau des EA-1A/Y	2	5	10	LIC 6 FIC 1951	2	3	6	*Entretien préventive des vannes FV1951 et LV6
		La vanne UV 1953(la sortie du V3) bloqué ouvert	*Arrivé important du produit vers les colonnes stabilisatrices A/B	2	4	8	/	1	3	3	*Entretien préventive UV 1953

Chapitre III :Analyse des risques et modélisation des phénomènes dangereux

Niveau	plus de niveau d'eau dans le mamelon	La vanne UV1954 ligne d'aspiration via V3 et la vanne de régulation LV9 bloqués fermé (ligne refoulement)  Fausse indication LIC9	*Cavitation de la P70A/B	2	4	8	LIC 9	2	3	6	*Installer LAHH avec LIC 9 *Entretien préventive de UV 1954
		La vanne dérégulation LV7 bloquée ouverte (V2)  Fausse indication LIC 7	*Fuite au niveau de la ligne entre V2 ,vanne LV 7 et V3	3	3	9	LIC 7	2	2	4	*Installer LAHH avec LIC 7
		La pompe P70A (nemarche pas)	*Pas d'aspiration (vidange)	2	3	6	/	2	2	4	*Mettez une seule pompe en marche et la deuxième en stand-by
	moins de niveau d'eau dans le mamelon	La vanne UV1954 ligne d'aspiration via V3 et la vanne dérégulation LV9 bloqués ouvert (ligne refoulement)	*Endommagement de la P 70A/B	2	4	8	LIC 9	2	2	4	*Entretien préventive de UV 1954 *Installer LALL avec LIC 9

Chapitre III :Analyse des risques et modélisation des phénomènes dangereux

Température	Haute température	Les aéro réfrigérant EA-1A/Y défaillant	*Elévation de la pression de gaz	3	3	9	/	2	2	4	*Entretien préventive des EA 1-A/Y
		L'échangeur E92 défaillant	*Rejet de gaz vers la torche	4	3	12	/	2	3	6	*Entretien préventive des E92 *Renforcé l'équipe d'intervention par le personnel et le matériel
	Baisse température	Augmentation de la vitesse des aéro-réfrigérant EA-1A/Y	*Pas de conséquence significative	2	1	2	/	1	1	1	*Entretien préventive des EA 1-A/Y
Pression	Plus de pression	La vanne PV15 (B/C) bloqué fermé	*Surpression excessive qui peut causer une explosion	2	5	10	PIC 15	2	3	6	*Installer PAHH avec PIC 15
		La vanne PV15A bloqué ouvert	*Dégagement du produit vers Blow down (BD) *incendie	2	5	10	PIC 15	2	3	6	*Installer PAHH avec PIC 15
		La soupape PSV30(ne se crache pas)	*Surpression excessive *Fuite et rupture des joints qui peut causer explosion ou incendie	3	4	12	La soupape PSV 30	2	3	6	*Inspection périodique des PSV *Installer des détecteurs de gaz

Chapitre III :Analyse des risques et modélisation des phénomènes dangereux

Pression (suite)	Moins de pression	La vanne PV15 (B/C) bloqué ouvert	*Cavitation de la pompe P 92A/B	1	3	3	PIC 15	1	2	2	*Entretien Préventive des PV15 *PALL avec PIC15
		La vanne PV15A bloqué fermé		2	3	6		2	2	4	
Debit	Plus de débit Gaz Entrant V3	Augmentation de pression au V2	*Augmentation de pression au V3	3	3	9	/	2	2	4	*Installer PSV au niveau de V3
Debit (Suite)		Condensation insuffisante au niveau de EA-1A/Y	*Diminution de niveau de produit au V3	2	3	6	/	2	2	4	*Entretien préventive des EA 1- A/Y
		FV1951 bloqué fermé	*Cavitation de P92A/B	3	3	9		2	3	6	*Entretien préventive FV 1951
		Fausse indication donne LAH au niveau LIC6	*Diminution du quantité de produit au V3	2	3	6	LIC 6	1	2	2	/

Chapitre III :Analyse des risques et modélisation des phénomènes dangereux

	Moins de débit de gaz sortant V3										
		PV15 B/C bloqué fermé	*Pas de gaz torcher	2	4	8	/	2	3	6	*Entretien préventive PV15
		Fausse indication donne LAL au niveau LIC 8	*Pas de gaz torcher	2	4	8	LIC 8	2	3	6	*Installer LAH avec LIC 8
Debit	Plus de débit d'eau acide Entrent V3	Fausse indication LAH au niveau LIC7 LV7 bloqué ouvert	*Endommagement de P70 A/B	3	3	9	LIC 7	2	3	6	*Entretien préventive de LV7
		Fuite dans les tubes d'eau acide dans l'échangeur E92	*Augmentation de niveau de L'eau dans V3	2	3	6	/	2	2	4	*Entretien préventive de E92

*Chapitre III :Analyse des risques et modélisation des phénomènes dangereux*

	Plus de débit d'eau acide Sortant du V3	Fausse indication LAH au niveau LIC9 LV9 bloqué ouvert	*Diminution de niveau de l'eau acide dans V3	3	3	9	/	3	2	6	*Entretien préventive de LV9
		MP70 ne s'arrête pas	*Endommagement P70A/B	2	4	8	Il ya une deuxième pompe en stand-by	2	2	4	*Entretien préventive P70A/B

### **III.3.2. Résultats de l'application HAZOP**

L'analyse des risques par la méthode HAZOP nous a permis d'identifier les différentes déviations, leurs causes et leurs conséquences sur les installations environnantes.

De plus, les actions de corrections identifiées par la méthode HAZOP permettent également de vérifier si le niveau de sécurité de l'unité est acceptable ou non.

On a conclu que toute variation du seuil limite de l'un des paramètres suivantes : débit, niveau, pression, et l'augmentation de la température peut engendrer des défaillances du système et des événements majeurs : incendie et explosion.

D'après l'étude et l'analyse de notre système, nous pouvons dire que ce dernier est en phase de vieillissement, ce qui peut engendrer un risque très élevé.

#### **Recommandation :**

On a proposé plusieurs recommandations pour améliorer le niveau de sécurité de notre système, en citant :

- Entretien préventif de toutes les vannes de régulation et/ou vanne TOR,
- Inspection périodique des soupapes de sécurité PSV ;
- Entretien préventif des échangeurs et aéro réfrigérant ;
- Renforcé les indicateurs par des alarmes High High ou Low Low ;
- Renforcé l'équipe d'intervention par le matériel et l'effectif

### **III.4.Modélisation des phénomènes dangereux par PHAST**

#### **III.4.1. Détermination des effets thermiques et surpressions**

Pour mener à bien notre étude sur la modélisation des phénomènes dangereux avec le logiciel PHAST, nous avons besoin de déterminer les seuils des effets thermiques et les effets de surpressions des différents phénomènes dangereux résultants du transport par canalisation des différentes matières dangereuses transportées dans la région de Skikda.

##### **III.4.1.1. Les effets thermiques**

Dans le but de modéliser les effets thermiques d'un incendie, il est nécessaire de déterminer les flux thermiques dégagés par cet incendie. Les flux thermiques sont calculés en fonction de la surface des flammes visibles, de la radiance émissive des flammes, de la position de la cible par rapport au mur de flammes ainsi que de la distance entre celui-ci et la cible.

L'évaluation des conséquences d'un incendie considère les zones suivantes :

**Tableau III.2** : Effets thermiques sur les bâtiments et l'usine aux niveaux des conséquences spécifiés

Conséquence	Niveau de Conséquence	Effet sur les structures/personnel
Incendie instantané	Limite inférieure d'inflammable (LII)	Inflammation des matériaux facilement inflammables exposés, par exemple, événements de vapeur inflammable, plastiques, tissus, etc. Des incendies secondaires sont possibles mais improbables.
Feu de nappe/feu de gaz	100 kW/m <sup>2</sup>	Charge de chaleur capable de provoquer la défaillance des structures en acier et de l'équipement après 30 minutes.
	37,5 kW/m <sup>2</sup>	Assez pour endommager l'équipement. Décès immédiats
	12,5 kW/m <sup>2</sup>	Energie minimum requise pour l'inflammation pilotée du bois, la fonte des tuyaux en plastique. Douleur extrême en 20 secondes et l'instinct pousse à la recherche d'un abri. Flux limite pour les incendies secondaires
	5 kW/m <sup>2</sup>	Pas de dégâts aux bâtiments dans les constructions conventionnelles. Les personnes devraient pouvoir évacuer un bâtiment confronté à ce niveau de radiation thermique. Douleur ressentie sur la peau non protégée en 10 secondes. Valeur seuil en dessous de laquelle l'évacuation devrait toujours être possible.

### III.4.1.2. Les effets de surpressions

La modélisation consiste dans un premier temps à effectuer la dispersion du nuage de gaz inflammable, à définir la quantité de gaz susceptible d'exploser, à connaître les distances atteintes par le nuage explosible et, dans un deuxième temps, à calculer les distances correspondant aux surpressions engendrées par l'explosion du nuage.

**Tableau III.3** : Effets de surpressions sur les bâtiments et l'usine aux niveaux des conséquences spécifiés

Conséquence	Niveau de Conséquence	Effet sur les structures/personnel
Explosion de nuage de vapeur	>500 mbar (7,3psi)	Dégâts à l'usine et aux vaisseaux d'exploitation, parfois substantiels avec une destruction totale probable au-dessus de 1 bar. Les bâtiments non renforcés seront démolis.
	300 mbar (4,4psi)	Seuil de dégâts significatifs aux vaisseaux d'exploitation et à l'installation de tuyauterie. Les bâtiments non renforcés seront probablement endommagés de façon significative ou partiellement détruits.
	150 mbar (2,2psi)	Dégâts à l'usine insignifiants sauf pour les structures faibles telles que des réservoirs de stockage atmosphériques vides. Il faut s'attendre à des dégâts structurels aux bâtiments de type domestique. Dégâts superficiels avec défaillance des murs non soutenus et bris de toutes les fenêtres. Seuil d'effondrement partiel pour les bâtiments à construction faible

### III.4.1.3. Détermination des données météorologiques

Ci-dessous, dans le tableau III.4 la classe météorologique retenue pour notre étude de modélisation

**Tableau III.4** : Classe météorologique.

	<b>F : stable</b>
<b>Température</b>	20
<b>Vitesse du vent</b>	18 Km/h
<b>Taux d'humidité</b>	0.72

### III.4.2. Modélisation des phénomènes dangereux liés au stockage du condensat

Pour modéliser les phénomènes dangereux suite à une éventuelle fuite sur le bac de stockage du condensat, nous avons besoin de certaines données qu'on doit introduire dans le logiciel PHAST, le tableau III.5 résume ces données.

**Tableau III.5:** Paramètres du scénario « fuite dans le ballonV3 ».

<b>Equipement</b>	Ballon V3
<b>taille de la fuite</b>	500 mm
<b>Température du naphta</b>	70 °C
<b>Volume du ballon</b>	122 m <sup>3</sup>
<b>La pression</b>	4.08 kg / cm <sup>2</sup> g

#### III.4.2.1. Dispersion atmosphérique

La dispersion du condensat en cas de fuite accidentelle sur le ballon est présentée par les distances aux LSI et LII pour la classe météorologique utilisée, l'étendue du nuage de dispersion est résumé dans le tableau III.6,

**Tableau III.6:** La dispersion atmosphérique du naphta suite à une fuite.

Classe météorologique	Distance à la LSI (m)	Distance à la LII (m)	Distance à la fraction LII (m)
F	87,7917	223,563	293,401

Comme le point de fuite est situé sur une zone de procédés, le nuage de dispersion couvre une partie autour de la fuite jusqu'à 300m, la direction du champ de dispersion dépend de la direction du vent. S'il y a explosion du nuage (VCE) les dégâts seront considérables, et peut toucher tous les bacs de stockage à proximité ce qui conduira à un effet domino.

La figure III.15 représente la forme du nuage de dispersion, on note aussi sur cette figure une présence d'une flaque du naphta, parce qu'une quantité de ce dernier s'évapore dans l'air et une partie constitue une flaque au sol.



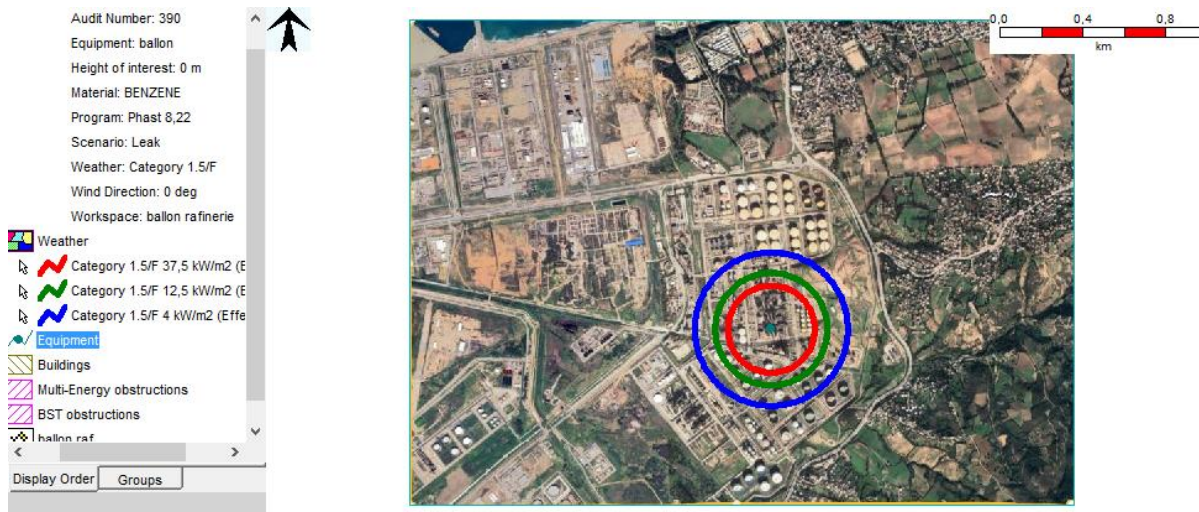
**Figure III.16 :**Forme du nuage de dispersion.

### III.4.2.2. Feu de torche (Jet fire)

Suite à la fuite et en présence d'ignition, le feu de torche se produit. Le logiciel PHAST, nous aides à mesurer la longueur de la flamme. Les résultats sont résumés dans le tableau III.7.

**Tableau III.7:** Hauteur de la flamme du feu de torche.

Classe météorologique	Hauteur de la flamme [m]	Distance à l'intensité (5 kW/m <sup>2</sup> ) [m]	Distance à l'intensité (12,5 kW/m <sup>2</sup> ) [m]	Distance à l'intensité (37,5 kW/m <sup>2</sup> ) [m]
F	152,764	365,928	268,288	207,264



**Figure III.17 :** Intensité des radiations du feu de torche.

### III.4.2.3. Feu de nuage (flash fire)

Les événements et les conséquences potentiels du flash fire sont présentés sous la forme des zones avec deux concentration du produit (ppm) tel qu'indiqué dans la **Figure III.17**.

- La zone la plus dangereuse correspond à celle en vert avec une distance à la LII égale à 223,563 m avec un taux de concentration de 13000 ppm

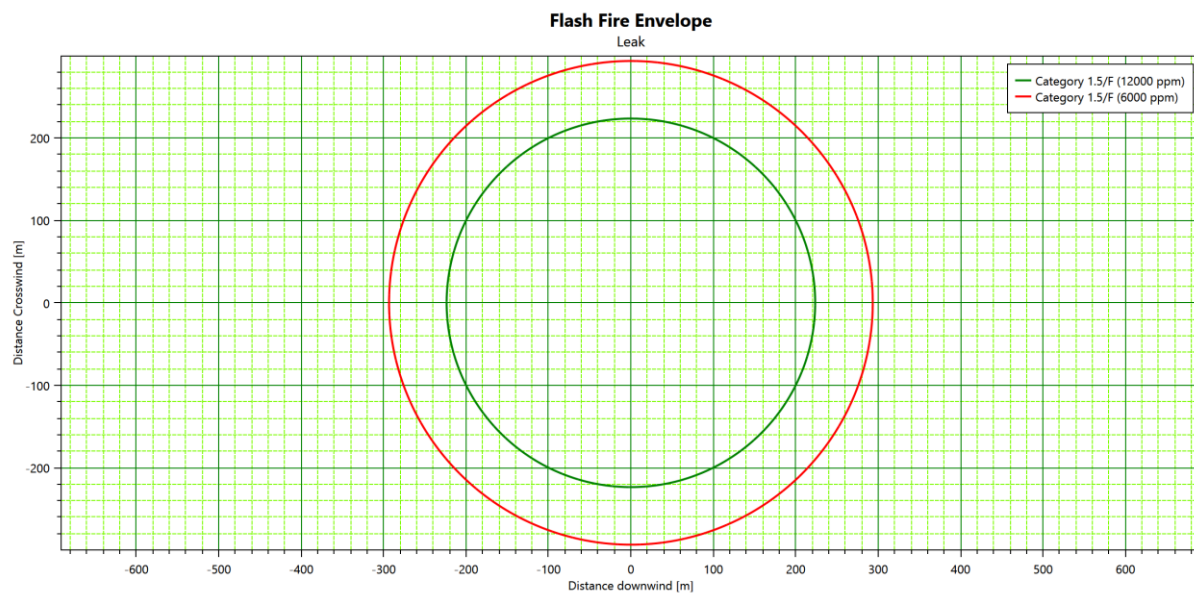
- La deuxième zone marquée en rouge représente l'étendue de distance à la fraction de la LII, cette distance peut aller jusqu'à 293,401 m, avec une concentration de 6500 ppm.

Le **tableau III.9** représente un résumé de ces distances.

**Tableau III.8:** Résultats relatifs au flash fire.

Classe météorologique	Distance à la LII [m]	Distance à la LII Fraction [m]
F	223,563	293,401

L'enveloppe du flash fire touche les installations avoisinantes, ce qui peut provoquer un effet domino et toucher d'autres installations à proximité, cette enveloppe du flash fire peut causer la mort de l'ensemble des travailleurs pris dedans.



**Figure III.18 :**Enveloppe du flash fire.

#### III.4.2.4. Feu de nappe (pool fire)

Suite à la fuite sur le ballon de naphtha, une flaque se forme, ce qui conduit à un éventuel feu de nappe s'il y a présence de source d'ignition. Les conséquences du feu de nappe sont importantes et considérables à la fois pour les installations et le personnels. Le flux thermique de ce feu de nappe va atteindre les installations au alentours et par la suite provoquer une serie d'effet domino.Le feu de nappe précoce (early pool fire) présente les paramètres illustrés dans le **Tableau III.9**, le **tableau III.10**représente les paramètres du feu de nappe tardif (late pool fire).Les **figures III.18** et **III.19**représentent l'étendue des effets thermiques du feu de nappe précoce et tardif.

**Tableau III.9:** Caractéristiques de l'early pool fire.

Classe météorologique	diamètre [m]	Distance à l'intensité (5 kW/m <sup>2</sup> ) [m]	Distance à l'intensité (12,5 kW/m <sup>2</sup> ) [m]	Distance à l'intensité (37,5 kW/m <sup>2</sup> ) [m]
F	157,145	208,915	104,811	92,3756

**Tableau III.10 :**Caractéristiques du late pool fire.

Classe météorologique	diamètre [m]	Distance à l'intensité (5 kW/m <sup>2</sup> ) [m]	Distance à l'intensité (12,5 kW/m <sup>2</sup> ) [m]	Distance à l'intensité (37,5 kW/m <sup>2</sup> ) [m]
F	158,833	210,621	105,735	93,2309



Figure III.19: Intensité des radiations pour le feu de nappe précoce (early pool fire).



Figure III.20: Intensité des radiations pour le feu de nappe tardif (late pool fire).

#### III.4.2.5. Explosion type VCE liée à la dispersion

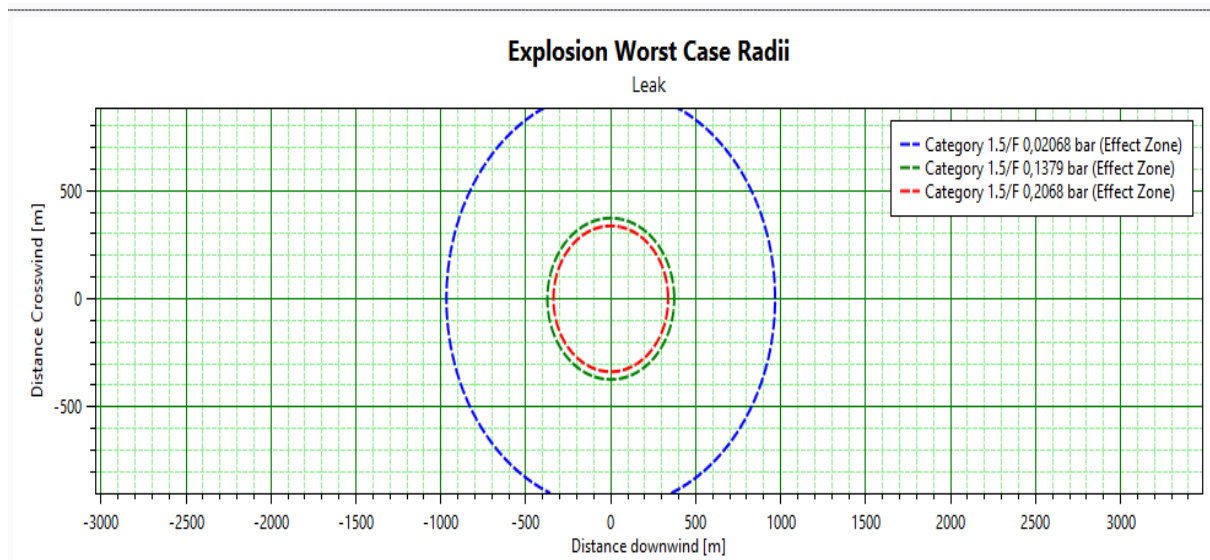
L'explosion au niveau de la fuite au ballon de naphta est provoquée par un nuage de vapeur formé suite à sa dispersion. La modélisation de ce type d'explosion revient à faire l'estimation des étendues des effets de surpressions produits en fonction de la classe météorologique sur 03 niveaux de surpressions (0,02068/0,1379/0,2068 bar).

Les résultats du **tableau III.11** indiquent que l'onde de surpression de 0,02068 bar a des conséquences et dégâts majeurs, qui peuvent s'étendre jusqu'à 967,135 m pour la classe F, l'onde

de choc vas se propager jusqu'aux unités avoisinantes, conduire forcément à un effet domino et causer d'autres accidents.

**Tableau III.11:** Résultats des effets de surpressions du VCE liés à la dispersion de naphta

Classe météorologique	Niveau de surpression [bar]	distance Maximale [m]
F	0,02068	967,135
	0,1379	373,267
	0,2068	337,416



**Figure III.21 :** Intensité des effets de surpression de l'explosion pour les trois niveaux (0,02068/0,1379/0,2068 bar).

### Recommandation

Pour l'amélioration du système de gestion de la sécurité:

- Faire une révision complète de toutes les règles HSE;
- Réviser les programmes d'exercices de lutte contre le feu et l'améliorer afin d'inclure un

elisted'exercicesbaséesurdesévénementsplausiblesayanteulieuailleursdansle monde;

- RecruterplusdepersonnelspécialiséenHSE.

**Pour un personnel ayant une bonne culture de sécurité:**

- Former tous les employés sur les règles HSE;
- Former tous les responsables du site sur les bonnes pratiques HSE et préciser leur rôle et l'application des règles HSE;
- Distribuer les équipements de protection personnelle adéquats à tous les opérateurs (casques, gants, bottes, Stop bruit);
- Motiver les employés et le personnel en améliorant les rémunérations.

**Pour améliorer la performance et la protection des installations:**

- Suivre des meilleures pratiques concernant les opérations d'arrêt/démarrage des installations et unités de production pour prévenir tout phénomène dangereux indésirable ;
- Installation des systèmes de détection Gas /Feu sur le site;
- Améliorer les équipements de lutte contre le feu.

**Conclusion**

L'utilisation du logiciel nous a permis de visualiser les zones à risques sur la carte géographique et la destruction totale du site est réalisée.

La modélisation par le logiciel PHAST présente plusieurs avantages, elle sert à:

- Préciser les résultats du calcul et visualiser les rayons d'impacts sur la carte géographique(MAP);
- Rapidité du calcul et économie en termes de temps.

La sensibilisation et la culture de la sécurité jouent un rôle crucial dans la gestion du risque industriel. Il est essentiel de promouvoir une mentalité de sécurité au sein de l'entreprise, encourageant la responsabilité individuelle et collective, la formation continue, le partage des bonnes pratiques et l'amélioration continue des processus. La collaboration avec les autorités réglementaires, les organismes de contrôle et les parties prenantes externes est également importante pour garantir la conformité aux normes de sécurité et pour bénéficier d'un partage d'expertise et d'expériences

## CONCLUSION GENERALE

La gestion du risque industriel vise à identifier, évaluer et contrôler ces dangers afin de prévenir les incidents et de réduire leurs impacts potentiels. Cela implique la mise en place de mesures de prévention, telles que l'utilisation de technologies sécurisées, la formation adéquate du personnel, la mise en œuvre de procédures opérationnelles strictes et le respect des réglementations en vigueur. De plus, des plans d'urgence doivent être établis pour faire face aux situations d'urgence, en assurant une coordination efficace, une communication claire et des actions rapides pour minimiser les conséquences.

Nous avons appliqué une méthode d'analyse des risques appelée HAZOP sur un sous-système industriel (Un ballon d'accumulation 10-V3) afin d'identifier les risques et les déviations des différents paramètres de fonctionnement, et par conséquent proposer des recommandations pour réduire la probabilité de survenance des phénomènes dangereux et sa gravité qui peuvent être catastrophique

Le résultat et la liste des phénomènes dangereux d'après cette étude HAZOP, sont la dispersion atmosphérique, incendie et explosion.

On a renforcé notre analyse des risques par la modélisation par PHAST, qui est considéré comme une étape primordiale dans le processus de prise de décision sur l'acceptabilité des risques. Elle se fait après une description du processus et l'identification des scénarios d'accidents. Cette modélisation est dans le but de la détermination des zones à risque et les impacts des effets Thermique et de surpression afin de trouver des solutions pour réduire la probabilité de survenance des accidents majeurs et les prévenir. Cette modélisation nous a permis de connaître exactement les phénomènes dangereux qui peuvent déclencher, en citant :

La dispersion atmosphérique du gaz, le feu de torche, feu de nappe, feu de nuage et VCE.

## RECOMMANDATION

Après savoir les résultats du HAZOP et PHAST on a proposé des recommandations afin d'améliorer les barrières de sécurité et réduire la probabilité d'occurrence des phénomènes dangereux, en citant :

- L'entretien préventif de tous les équipements : échangeurs, vannes...etc
- Installation des systèmes de détection Gas /Feu sur le site;
- Renforcé l'équipe d'intervention par matériel et personnel ;
- Suivre des meilleures pratiques concernant les opérations d'arrêt/démarrage des installations et unités de production pour prévenir tout phénomène dangereux indésirable ;
- La politique et le système de management de la santé, de la sécurité et de l'environnement de Sonatrach s'engagent à développer et appliquer les meilleures méthodes d'analyse des risques pour maintenir et garantir la santé et la sécurité des travailleurs, de leur environnement et de leurs installations.

En conclusion, le risque industriel est une préoccupation majeure dans le domaine industriel. Sa gestion efficace nécessite une approche proactive, intégrant une évaluation rigoureuse des dangers, des mesures préventives solides, des plans d'urgence bien définis et une culture de sécurité forte. En mettant l'accent sur la prévention, la préparation et la collaboration, il est possible de réduire considérablement les risques industriels et de promouvoir des environnements de travail sûrs et durables.

### Références bibliographiques

- [1] BENNEDJAI Nouh, Douahi Oussama Abdelghafour. Etude et analyse des risques industriels. Mémoire de Master. Université Badji Mokhtari Annaba. 2019.
- [2] BAYOUCEF Boudjema, BENDAHOU Abd Allah ; Optimisation des paramètres de fonctionnement de débutaniseur GPL, mémoire de Master, Université d'ADRAR, 2019
- [3] "Introduction to Process Safety for Undergraduates and Engineers" par CCPS (Center for Chemical Process Safety).
- [4] BOULAHIA HASSENE, Etude et analyse des risques dans un mécanisme industriel « Chaudière GB1150 C » au sein : Complexe FERTIAL-ANNABA, Mémoire de Master en Hygiène et sécurité industriel, Université Badji Mokhtar Annaba, 2018, p7.
- [5] « Incendie et explosion ». Incendie et explosion - Risques – INRS 2021
- [6] Méthodes pour l'évaluation et la prévention des risques accidentels (DRA-006), Ω-12 : Dispersion atmosphérique (Mécanismes et outils de calcul), INERIS
- [7] Dr Stéphane GAYET – Praticien hospitalier – Médecin infectiologue-hygiéniste, Antenne régionale de lutte contre l'infection nosocomiale (ARLIN d'Alsace) - CHRU de Strasbourg
- [8] BOUHMAR, Salah, GHERISSI, Manssour, HADEF, Hefaidh. Appréciation de la qualité de démarche d'évaluation des Risques Professionnels. Mémoire Licence. Kasdi Merbah University Ouargla. 5-Jun-2018.
- [9] Maryam GALLAB. Développement d'une approche d'aide à la maîtrise des risques dans les activités de maintenance d'une chaîne logistique : Approche par Modélisation et Simulation basée sur les Systèmes Multi-Agents. Thèse de Doctorat. PSL Research University
- [10] Mr.M.Merad,«Analysedel'étatdel'artsurlesgrillesdecriticité»,rapportINERISD RA638, 16Mars2004,P11.
- [11] Corinne Bara, Analyses des risques et des dangers et protection de la population, © 2011 Center for Security Studies (CSS), EPF Zurich.

- [12] Rapport d'analyse de risque de l'unité OMJ82, SONATRACH DP/HMD – OMJ82, 2013
- [13] Robert W. Serth et Thomas Lestina."Process Heat Transfer: Principles, Applications and Rules of Thumb".
- [14] Belkacemi Elamine, younsi Ahmed Étude théorique de la consommation du fuel gaz au niveau du four F202- 201 de l'unité du reformage catalytique de la raffinerie d'Adrar RA1D, UNIVERSITE d'ADRAR, 2020-2021.
- [15] Sulzer Pumps."Centrifugal Pump Handbook".
- [16] James H. Gary et Glenn E. Handwerk. "Petroleum Refining: Technology and Economics".
- [17] Robert A. Meyers "Handbook of Petroleum Refining Processes".
- [18] S. M. Yahya "Gas and Air Compression Systems: A Guide to Compression Technology and Theory".
- [19] Surinder Parkash "Refining Processes Handbook".
- [20] Kenneth E. Arnold et Robert A. Stewart "Liquid Terminals and Pipelines: ASCE Manual and Reports on Engineering Practice No. 103".
- [21] Charles Becht IV "Process Piping: The Complete Guide to ASME B31.3".
- [22] Havard Devold "Oil and Gas Production Handbook: An Introduction to Oil and Gas Production".
- [23] T. Kuppam "Heat Exchanger Design Handbook".
- [24] MAZOUNI, « Pour une meilleure approche du management des risques : de la modélisation ontologique du processus accidentel au système interactif d'aide à la décision », Institut National Polytechnique de LORRAINE, France, 2008
- [25] Faisal I. Khan et Khalid S. Al-Attiyah "Risk Management in the Process Industries: A User's Guide".
- [26] Ian Sutton "Process Risk and Reliability Management: Operational Integrity Management".
- [27] David Vose. "Quantitative Risk Analysis: A Guide to Monte Carlo Simulation Modelling".
- [28] Terje Aven. "Risk Analysis and Management: Engineering Resilience"

- [29] LEGROS.D, «Maitrise des risques», Ecole nationale supérieure des mines. Paris 2009.
- [30] DEBRAY.B & CHAUMETTE.S & DESCOURIERE.S & TROMMETER.V, «Méthodes d'analyse des risques générés par une installation industrielle »rapport d'étude.N°INERIS-DRA-2006-P46055-CL47569 » 2006.
- [31] SALVI.O & BERNUCHON.E, , Formalisation des outils du savoir et des outils dans le domaine des risques majeurs (DRA-35)  $\Omega$ -7 méthode d'analyse des risques génère par des installations industrielles INERIS 2003.
- [32] B.GEUHAM; Mémoire de fin de Formation de MSP.Analyse des risques liés au stockage de GPL On-spec avec modélisation des résultats par logiciel PHAST.
- [33] Knowlton, Ellis, a Manual of Hazard & Operability Studies: The Creative Identification of Deviations and Disturbances, Chemetics, Vancouver BC, Canada, 1992.
- [34] INERIS « Formalisation du savoir et des outils dans le domaine des risques majeurs ( $\Omega$ -7), Outils d'analyse des risques générés par une installation industrielle » Mai 2003.
- [35] America Institute of Chemical Engineers, Guide lines for Hazard Evaluation Procedures, Second Edition with Worked Examples, New York, NY.U.S.A.1992.
- [36] Bannedjai Nouh, Douahi Oussama abdelghafour. Etude et analyse des risques industriels. Mémoire de Master. Uiversité Badji Mokhtari Annaba. 2019.
- [37] Document RA1K , Manuel opératoire u31et Manuel opératoire U104.
- [38] Document RA1K, MANUELHSE RA1K.
- [39] Document RA1K, PLAN D'INTERVENTION INTERNE INCENDIE / EXPLOSION année 2011.